

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS

TESIS DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”

TEMA

DISEÑO DE UNA RED NEURONAL PARA LA EVALUACIÓN DEL
APRENDIZAJE DE CAMPO MAGNÉTICO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE
LA INSTRUCCIÓN POR PARES.

AUTOR

RONALD HUMBERTO ROVIRA JURADO

Guayaquil – Ecuador

AÑO

2010

A mí amada Esposa y a mis amados hijos

Agradecimiento

La escritura de esta tesis y su correspondiente proceso de elaboración, y análisis no hubieran sido posibles sin la presta ayuda que recibí a lo largo de este periodo de estudio de parte de Jorge Flores, quien no sólo fue un tutor, sino también un guía. También agradezco a mi esposa, quien tuvo que sacrificar sus horarios y actividades para que yo pudiese tener tiempo necesario para el desarrollo de este trabajo y por último, pero no por esto menos importante agradezco a mis hijos Agustín, Samuel y Benjamín por su paciencia y por su comprensión.

Declaración expresa

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Maestría, me corresponden exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Ronald Humberto Rovira Jurado

Tribunal de graduación

M. Sc. Carlos Moreno M.

DIRECTOR ICF

M. Sc. Jorge Flores H.

DIRECTOR TESIS

M. F. Med. Eduardo Montero C.

VOCAL

M. Sc. Soveny Solís

VOCAL

AGRADECIMIENTO	III
DECLARACIÓN EXPRESA	V
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	VI
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	1
1.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	6
1.2 INSTRUCCIÓN POR PARES.....	6
1.3 REDES NEURONALES	8
1.4 ESTILOS DE APRENDIZAJE	11
1.5 LA PRUEBA CLOZE	14
1.6 EL CONCEPTO DE CAMPO	16
<i>1.6.1 Historia del campo.....</i>	16
<i>1.6.2 Dificultades en la comprensión del concepto de campo</i>	20
1.7 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	21
<i>1.7.1 Justificación y relevancia del problema.....</i>	21
<i>1.7.2 Formulación de objetivos.....</i>	22
<i>1.7.3 Formulación de hipótesis</i>	22
METODOLOGÍA.....	25
2.1 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN	25
2.2 EXPOSICIÓN DE LAS VARIABLES.....	26
2.3 PROCEDIMIENTO.....	27
<i>2.3.1 Administración de las pruebas de estilos de aprendizaje.....</i>	27
<i>2.3.2 Administración de la prueba Cloze.....</i>	27
<i>2.3.3 Administración de las pruebas de entrada y salida</i>	28
<i>2.3.4 Administración de la prueba de desarrollo.....</i>	29
<i>2.3.5 Desarrollo de la red neuronal.....</i>	29

RESULTADOS	33
3.1 RESULTADOS DEL TEST DE FELDER.....	33
3.2 RESULTADOS DE LA PRUEBA CLOZE	35
3.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS	36
3.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA ANOVA	39
3.5 RESULTADOS DE LA RED NEURONAL	41
DISCUSIÓN.....	45
4.1 COMPARACIÓN DE LOS GRUPOS DE ACUERDO AL TEST DE FELDER.....	45
4.2 COMPARACIÓN DE LOS GRUPOS DE ACUERDO A LA PRUEBA CLOZE.....	45
4.3 COMPARACIÓN DE LOS GRUPOS DE ACUERDO A LAS PRUEBAS DE ENTRADA Y SALIDA	46
4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE F ANOVA	46
4.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA RED NEURONAL	47
CONCLUSIONES	49
TRABAJOS CITADOS.....	51
ANEXOS	54
ANEXO 1: INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER Y SILVERMAN... 	55
ANEXO 2: PRUEBA CLOZE	62
ANEXO 3: PRUEBA DE ENTRADA/SALIDA	64
ANEXO 4: PRUEBA DE DESARROLLO.....	67

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema de una red neuronal artificial.....	20
Figura 1.2 Funciones de activación	20
Figura 2.1 Interfas gráfica de nntool	40
Figura 2.2 Esquema de Eduevalnet.....	41
Gráfico 3.1 Estilo de aprendizaje: Activo - Reflexivo.....	43
Gráfico 3.2 Estilo de aprendizaje: Sensorial - Intuitivo.....	44
Gráfico 3.3 Estilo de aprendizaje: Visual – Verbal.....	44
Gráfico 3.4 Estilo de aprendizaje: Secuencial – Global....	45
Gráfico 3.5 Resultados de la prueba Cloze.....	46
Gráfico 3.6 Prueba de desarrollo vs prueba de entrada..	51
Gráfico 3.7 Ganancia normalizada SDA.....	52
Gráfico 3.8 Ganancia normalizada CDA	53
Gráfico 3.9 Interacción de variables.....	55
Gráfico 3.10 Entrenamiento de la red neuronal.....	55

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3.1 Resultados de la prueba Cloze.....	46
Tabla 3.2 Esquema de distribución de grupos.....	49
Tabla 3.3 Resultados de F ANOVA: medias.....	50
Tabla 3.4 Resultados de F ANOVA: resumen.....	50
Tabla 3.5 Resultados de la simulación de la red	53

Resumen

El propósito de este estudio es mejorar el rendimiento y la comprensión del concepto de campo magnético entre los estudiantes de pregrado de un curso propedéutico en el capítulo de electromagnetismo, utilizando la instrucción por pares como método de enseñanza bajo dos esquemas distintos de distribución de los alumnos en la clase. Como sujeto de estudio se tomó una muestra de 140 estudiantes de un curso propedéutico de física para carreras de ingeniería. La muestra estaba constituida por cuatro grupos. Dos de estos grupos fueron instruidos mediante la instrucción por pares de acuerdo a Eric. Mazur, mientras que dos grupos fueron instruidos por clases tradicionales. Todos los grupos recibieron el mismo contenido. La información fue recopilada mediante pruebas de entrada, salida y de desarrollo. Además se determinó la homogeneidad de los grupos mediante una prueba de comprensión lectora y un cuestionario de estilos de aprendizaje. También se planteó la aplicación de una red neuronal artificial para evaluar el desempeño de los estudiantes sujetos de este estudio. Tanto los resultados del análisis F ANOVA como los resultados de la simulación de la red demostraron que la aplicación de la instrucción por pares mejora el rendimiento de los estudiantes, y que ésta tiene un mayor efecto cuando es aplicada en salones de clases donde la distribución de los alumnos en el salón de clases es dirigida.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El estudio de la física es fundamental para el éxito de cualquier carrera de ingeniería. Los mayores avances en ciencia y tecnología, y con esto el bienestar del hombre, se han dado por el aporte de la física y otras ciencias duras. Sin embargo, a pesar de que los estudiantes de ingeniería están conscientes de la importancia del estudio de la física en sus carreras, estos se muestran reluctantes y desmotivados al momento de tomar estos cursos.

La mayoría de los estudiantes de ingeniería considera que la física es uno de las materias del currículo más difícil de estudiar. Las estadísticas del número de aprobados y reprobados corroboran esta afirmación. La dificultad que presentan los alumnos para el aprendizaje de la física puede ser atribuida a numerosos factores, entre estos están: las creencias epistemológicas de los estudiantes, la falta de contextualización de los conceptos físicos, la comprensión de los textos por parte de los estudiantes, los preconceptos y el método de enseñanza [1].

Las creencias de los alumnos sobre el conocimiento y el aprendizaje tienen un efecto importante sobre la manera como ellos aprenden y sobre el enfoque que estos dan a la materia estudiada. Existen tres dimensiones: a) Los conocimientos de la física son un grupo de conocimientos aislados, b) los conocimientos de la física solo subyacen en fórmulas c). El aprendizaje de la

física radica solo en adquirir conocimientos [2].

En los centros de enseñanza superior, a menudo se trata los conceptos de ciencias sin un contexto que corresponda a las experiencias cotidianas y prácticas con las que se enfrentan los estudiantes. En la física, las actividades que realizan los estudiantes tanto en clases teóricas como de laboratorio están vinculadas a la resolución de problemas, en la mayor parte hipotéticos, al dibujo de gráficos y a la realización de experimentos, los cuales no tienen conexión con los temas estudiados y el mundo que los rodea. Esta falta de conexión entre lo estudiado y lo vivido vuelve poco interesante el estudio de la física. [3].

Los libros de texto constituyen en la educación contemporánea una herramienta muy importante que permite a los educadores trazar y dirigir sus actividades pedagógicas. Sin embargo, utilizar los libros de textos como única fuente de conocimiento limita el desarrollo de los estudiantes [4]. A pesar de la importancia de los libros de texto en el proceso de enseñanza aprendizaje, la apreciación de los profesores es distinta a la apreciación de los estudiantes [5]. Estos últimos utilizan los libros de texto sólo como fuente de problemas y preguntas, lo cual representa una dificultad en la comprensión del material estudiado.

Uno de los factores que afectan el aprendizaje de los alumnos en la física es el conocimiento existente antes de la instrucción formal. El conocimiento previo de los estudiantes proporciona una indicación de las concepciones alternativas,

así como de las concepciones científicas que poseen los estudiantes. Los estudiantes de ciencias no aplican las teorías y los principios impartidos en clases al momento de resolver problemas, esto se observa no solamente entre los estudiantes de bajo rendimiento sino también entre los estudiantes de alto rendimiento. Este problema se debe a la persistencia de los conceptos previos, que como resultado dificultan el aprendizaje de temas futuros [6].

Otro de los factores que dificulta el aprendizaje de la física es la pasividad de los estudiantes en los salones de clases. Esta pasividad se genera por el método de enseñanza. En las clases tradicionales los estudiantes son receptores de conocimiento, mientras que los profesores imparten estos conocimientos. Sin embargo, el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes socializan el conocimiento. Por lo tanto se debe dar prioridad a la enseñanza centrada en el estudiante que a la enseñanza centrada en el profesor [7].

Los estudiantes de los cursos de ingeniería que estudian electromagnetismo presentan dificultades en el momento de estudiar los conceptos de campo eléctrico y magnético. Los conceptos de electromagnetismo, debido a que son menos intuitivos que los conceptos mecánicos, tienen muchas fuentes de concepciones alternativas, propias y también tomadas de la mecánica [8]. Muchos no conciben la acción a distancia y no logran relacionar el experimento con sus múltiples causas[1]. Además en un estudio comparativo realizado en dos universidades diferentes se encontró que los estudiantes presentaban las mismas dificultades. Entre estas dificultades estaba la aplicación de las leyes

de Newton en el contexto del campo eléctrico y del campo magnético [9].

Muchos de los profesores que enseñan campo eléctrico o campo magnético señalan que las dificultades en el aprendizaje de este concepto radican en el nivel de abstracción de estos conceptos y la falencia de conocimientos matemáticos [10]. En consecuencia es necesario observar los métodos de enseñanza de estos conceptos. Además es importante adoptar un cambio ontológico y epistemológico para cambiar las concepciones alternativas de los estudiantes [11].

En la física clásica el concepto de campo es fundamental para describir y explicar fenómenos electromagnéticos, gravitacionales y de transporte; y en la física contemporánea, en las teorías de partículas elementales para la elaboración de modelos que expliquen y unifiquen las fuerzas básicas de la naturaleza [12].

El tema del campo magnético aparece en todos los cursos de introducción de electromagnetismo en el nivel universitario. En estos cursos, los libros de texto son generalmente la principal fuente de los estudiantes para aprender nuevos conceptos [4]. Sin embargo, los libros de texto pueden acarrear un peligro, si los profesores los utilizan de manera acrítica [4].

Para la comprensión del concepto de campo magnético es necesario desarrollar estrategias que traten con las dificultades mencionadas y que consigan una disminución de sus efectos en los estudiantes.

Las clases tradicionales fomentan el paradigma del estudiante receptor y el profesor fuente de conocimiento. Esto sumado a los tipos de evaluaciones basados en ejercicios de fin de capítulo ahonda la creencia de que la comprensión y el conocimiento radica en la memorización de fórmulas y definiciones aisladas. Además la falta de confrontación con problemas reales tanto en las clases impartidas como en los textos usados conlleva a un aprendizaje superficial.

La instrucción por pares de Eric Mazur, profesor de la universidad de Harvard, ha demostrado ser una técnica eficaz para aumentar el interés de los estudiantes en el estudio de la física, mejorar su comprensión conceptual, disminuir las concepciones alternativas entre los estudiantes y para aumentar el rendimiento global de las clases. Sin embargo, existe una resistencia por parte de los profesores para dejar las clases tradicionales por otras metodologías que fomenten la interacción estudiante - estudiante, y el aprendizaje profundo. También se ha observado que la distribución de los estudiantes en el aula es siempre la misma, por lo cual los estudiantes siempre están expuestos a interactuar con los mismos pares.

La validez y la confiabilidad estadística de las estrategias de aprendizaje se evalúan tradicionalmente mediante pruebas estadísticas. Sin embargo estas pruebas sólo permiten evaluar los resultados una vez terminada la intervención de las estrategias. Actualmente la aplicación de las redes neuronales permite evaluar los resultados de una estrategia y hacer predicciones antes de la conclusión de la aplicación de las estrategias.

1.1 Preguntas de investigación

El presente trabajo trata de establecer el efecto que tiene sobre el rendimiento de los estudiantes la aplicación de la instrucción por pares cuando esta se aplica con una distribución dirigida de asientos. Para este fin se ha planteado las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué efecto tiene la instrucción por pares en el rendimiento de los estudiantes en el estudio del capítulo de campo magnético?

¿Qué efecto tiene la distribución de los alumnos en el rendimiento de los estudiantes en un salón de clases en el estudio del campo magnético?

¿Cómo se compara la distribución dirigida de alumnos en el salón de clases con respecto a la distribución no dirigida cuando se utiliza a la instrucción por pares como estrategia de enseñanza en el rendimiento de los estudiantes en la unidad de campo magnético?

1.2 Instrucción por pares

Eric Mazur presentó un enfoque de enseñanza entre pares para la enseñanza de un curso de introducción a la física. El enfoque sustituye las conferencias en la enseñanza habitual por mini-conferencias, las cuales por lo general no toman más de 7 minutos. La instrucción por pares se lleva a cabo en el

contexto de lo que Mazur llama *pruebas de concepto*, a las cuales se denominan en este estudio *pruebas cualitativas* [13].

Las pruebas cualitativas son pruebas de opción múltiple que evalúan la comprensión de los conceptos expuestos en la mini-conferencia previa. Los estudiantes responden a las pruebas cualitativas en dos instancias: Inicialmente después de un minuto de haber sido expuesta la pregunta cualitativa los estudiantes responden individualmente. En este punto los estudiantes tienen que tomar una postura con respecto a las variantes conceptuales que involucran las distintas respuestas de la pregunta. La elección de una respuesta permite confrontar a los estudiantes con sus concepciones alternativas. En esta etapa el profesor realiza un conteo de las respuestas y evalúa el porcentaje de respuestas acertadas. Dependiendo de este porcentaje el profesor explica nuevamente el concepto, pasa al siguiente concepto o permite una interacción entre los estudiantes [13].

Si el porcentaje de respuestas correctas está entre el 60 y el 80%, el profesor solicita a los alumnos que discutan entre pares sobre las respuestas a la pregunta cualitativa. En esta instancia los alumnos deben tratar de convencer a sus compañeros sobre sus respuestas. Después de que concluye el tiempo de discusión los alumnos deben responder nuevamente a la pregunta planteada y nuevamente dependiendo del porcentaje de respuestas correctas el profesor realiza el proceso nuevamente o continúa con la clase [13].

Si el porcentaje de respuestas correctas, antes de la discusión por pares es

menor al 60% el profesor explica nuevamente el concepto y luego de esto plantea una nueva pregunta cualitativa [13].

1.3 Redes neuronales

Una red neuronal artificial es un sistema computacional que imita a una neurona biológica. La unidad de computación es la neurona. Esta está compuesta de dendritas, cuerpo neuronal y un axón. La neurona recibe entradas de otras neuronas a través de las dendritas, realiza una suma ponderada y si se excede un umbral produce una salida o descarga a través del axón. La transmisión de información entre neuronas se realiza en base a la liberación de neurotransmisores entre axones y dendritas en las sinapsis. Las sinapsis pueden ser variables y son de tipos excitatrices e inhibitorias. El aprendizaje de las neuronas se realiza variando la fuerza y el número de las conexiones sinápticas y está basado en la experiencia [14].

En una neurona artificial la neurona de salida realiza una suma ponderada de las señales de entradas a través de los pesos sinápticos ω_{ij} más un peso umbral ω_0 , obteniendo la salida por aplicación de una función de activación f . Una representación matemática del proceso de transferencia de información a través de una red neuronal artificial está dada por la siguiente ecuación: [15]

$$ec.: 1.1 \quad y_i = f \left(w_0 + \sum_{j=1}^{n-1} w_{ij} x_j \right)$$

Donde y_i Señal de salida
 w_o Umbral
 w_{ij} Peso específico en la unión $i - j$
 x_i Señal de entrada

La función de activación puede ser lineal, sigmoidea o tangente hiperbólica. A continuación se muestra una representación de una red neuronal artificial y de las funciones de activación utilizadas en MATLAB.

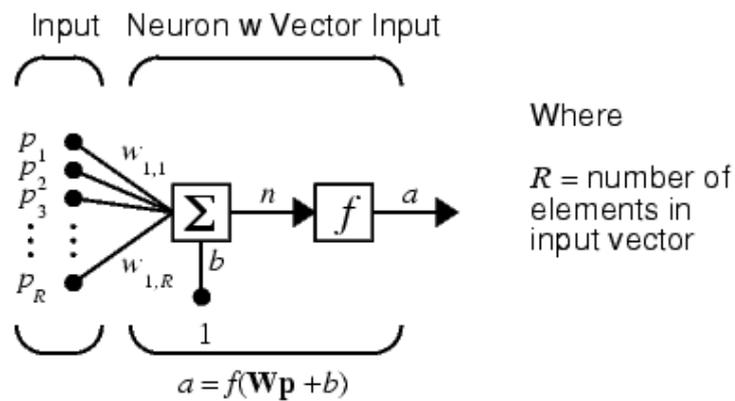


Figura 1.1

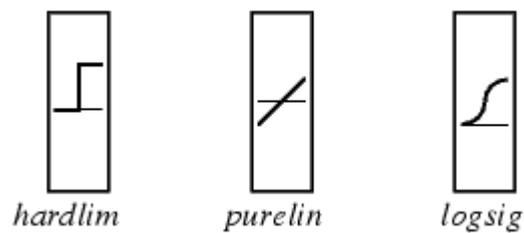


Figura 1.2

La red neuronal más simple es el perceptron [16]. Esta está constituida por una sola capa. A pesar de la simpleza del perceptron este posee las características

funcionales de una red neuronal artificial. Esto es, puede realizar una tarea de clasificación.

Para la realización de la tarea para la cual fue diseñada la red neuronal esta debe pasar por un proceso de aprendizaje. El aprendizaje de las redes neuronales es adaptivo. La capacidad de adaptarse en el aprendizaje es una de las características más atractivas de las redes neuronales. Como las redes neuronales pueden aprender a diferenciar patrones mediante ejemplos y entrenamientos, no es necesario elaborar modelos a priori ni necesidad de especificar funciones de distribución de probabilidad.

En el proceso de aprendizaje, los pesos de las neuronas se ajustan de manera que se obtengan ciertos resultados específicos. Una red neuronal no necesita un algoritmo para resolver un problema, ya que ella puede generar su propia distribución de pesos en los enlaces mediante el aprendizaje.

La función del diseñador es únicamente la obtención de la arquitectura apropiada, esto es decidir el número de capas de la red, el número de neuronas por capa y el método de aprendizaje. Sin embargo, sí es necesario validar los resultados de la red con conjuntos de datos de validación que permitan juzgar sobre el desempeño de la red para la tarea específica asignada.

1.4 Estilos de aprendizaje

Los estudiantes aprenden de distintas formas. Estas formas pueden ser clasificadas de acuerdo a las preferencias del modo de percepción de la información o a las preferencias del modo de procesamiento de la información. A ciertos estudiantes les resulta más fácil adquirir conocimiento cuando la información es expuesta en forma oral o en forma gráfica. A otros estudiantes les resulta mejor adquirir conocimiento cuando interactúan con el objeto estudiado, mientras que a otros les resulta mejor cuando reflexionan sobre lo estudiado [17].

Con el surgimiento del enfoque comunicativo centrado en el estudiante, el estudio de los estilos de aprendizaje ha tomado una dimensión muy importante. Esto se puede observar por el número de trabajos y herramientas de evaluación surgidas: Índice de estilos cognitivos de Allison y Hayes. Instrumentos de estilos de aprendizaje de Dun, Inventarios de estilos de aprendizaje, entre otros [18].

Las teorías psicológicas, en las cuales están basadas las pruebas de estilos de aprendizaje, son diversas y admiten muchas interpretaciones; [19]

Además estas pruebas son afectadas por otros factores como la edad, el género, la cultura, la lengua, la personalidad, la motivación y el medio. A veces estos factores se tratan por separado o simplemente se ignora. De aquí la diversidad de instrumentos de medición de los estilos de aprendizaje.

El test de Felder es una propuesta de investigación para descubrir las estrategias de aprendizaje de alumnos de ingeniería. El test fue propuesto en 1987 y ha tenido una gran aceptación entre los investigadores del área educativa. [17].

El test de Felder es un test multidimensional bipolar. Las dimensiones estudiadas son “activo – reflexivo”, “sensorial – intuitivo”, “visual – verbal” y “global – secuencial”. Felder desarrolló las dimensiones, incluidas en su test, en base a herramientas previamente utilizadas. La dimensión sensorial-intuitiva es parte de la teoría de los tipos psicológicos de Jung. La dimensión activo-reflexiva está basada en el modelo de los estilos de aprendizaje de Kolb.

Una correspondencia adecuada entre los estilos de aprendizaje y las estrategias de instrucción, estrategias en las cuales se consideren ambos polos de cada dimensión, garantiza un aprendizaje óptimo.

En el modelo de Felder los alumnos predominantemente activos requieren interactuar con el medio mediante la manipulación de los objetos para aprender y asimilar conceptos. Por lo general se espera que los estudiantes de ingeniería tengan una tendencia a la polaridad activa de esta dimensión. Una clase que principalmente está constituida por clases tradicionales no proporcionan el mejor ambiente para el aprendizaje de estos alumnos.

Por otro lado los alumnos predominantemente reflexivos requieren tiempo para meditar sobre los conceptos expuestos. Por tendencia los estudiantes

reflexivos trabajan mejor individualmente. Un ambiente adecuado para los alumnos reflexivos debe incluir preguntas de desafío que estimulen su naturaleza reflexiva.

En la dimensión sensorial-intuitiva se refleja la manera como los seres humanos perciben el mundo. Todos usamos ambos mecanismos de percepción, pero por lo general siempre tendemos a una de las dos polaridades de esta dimensión. Los estudiantes sensoriales prefieren los datos, los hechos, las clases experimentales, mientras que los intuitivos prefieren las teorías y los principios. Los sensoriales son pacientes con los detalles, por el contrario los detalles pueden llegar a aburrir a los intuitivos. Suele existir una dificultad en entender la diferencia entre las dimensiones activo-reflexivas y sensorial-intuitivas. Inclusive parece existir un traslape entre ambas dimensiones [17]. Los sensoriales toman información del mundo exterior y pueden procesarla activa o reflexivamente y del mismo modo, los intuitivos toman información, en este caso del mundo interior y la pueden procesar o activamente o reflexivamente, por lo tanto estas dos dimensiones son independientes una de la otra.

Los estudiantes predominantemente visuales aprenden mejor a través de imágenes, videos, símbolos y gráficos, mientras que los estudiantes verbales tienden a recordar mejor las instrucciones verbales. Para que una clase considere ambas polaridades de esta dimensión las clases deben estar acompañadas de gráficos, presentaciones y videos.

Los estudiantes secuenciales aprenden mediante esquemas que están ordenados progresivamente de niveles menores a niveles mayores. La mayoría de las clases y los textos utilizados en las clases tienen este tipo de organización. Esto conduce a que las clases tradicionales estén enfocadas a los estudiantes secuenciales y se requiera de una mayor atención sobre los estudiantes globales. Para incluir a estos estudiantes se debe presentar el objetivo general, el contexto y la relevancia del tema a estudiar.

De acuerdo a Felder muchos de los estudiantes de ingeniería son visuales, activos, sensoriales y secuenciales, sin embargo, la mayoría de las clases en ingeniería son verbales e intuitivas. Estas diferencias llevan a los estudiantes a obtener resultados poco satisfactorios y en algunos casos al abandono de los estudios, pudiendo perderse potenciales excelentes ingenieros.

1.5 La prueba Cloze

Actualmente la prueba Cloze es una herramienta utilizada para medir la comprensión lectora. La prueba fue propuesta por Taylor en la década del cincuenta del siglo pasado. Originalmente fue utilizada para medir la dificultad que presentaban los artículos al ser leídos por estudiantes cuyo idioma natal era el inglés.

La prueba Cloze clásica está constituida por un texto compuesto de varios párrafos. El primer y el último párrafo son transcritos a la prueba tal como aparecen en el texto original, mientras que los demás párrafos son alterados

omitiendo cada quinta palabra indistintamente de la función gramatical que ésta cumpla en la oración. A pesar de que en el original se propone la quinta palabra existen variaciones tanto en el orden de la palabra omitida como en la función que desempeña.

El enfoque principal de la prueba Cloze, a diferencia de pruebas de medición de competencia lectora, radica en que no está enfocada en los aspectos gramaticales, sino en la inteligibilidad de los mensajes a ser comunicados mediante los pasajes escritos. Esta comprensión se pone de manifiesta en que las palabras no pueden ser tomadas independientemente, sino en un contexto.

La validez de la prueba Cloze ha sido estudiada mediante comparación con otras pruebas de evaluación de la comprensión lectora. [20] Entre las pruebas utilizadas en los estudios de comparación se encuentran las siguientes: enumeración de las ideas contenidas en el texto, resumen del contenido del texto, prueba semiobjetiva de respuesta abierta, prueba de verdadero-falso y la prueba de elección múltiple. Quinteros encontró que los coeficientes de correlación múltiple entre las distintas modalidades del test Cloze y una amplia gama de pruebas de comprensión fue 0.79, lo cual muestra, que el test Cloze tras la lectura del texto íntegro y en la modalidad de supresión de la quinta palabra es una técnica válida para medir la comprensión lectora en lengua castellana.

1.6 El concepto de Campo

1.6.1 Historia del campo

El concepto de campo eléctrico fue acuñado por primera vez por el físico inglés Michel Faraday [21], [22]. Mediante la generalización de los hechos experimentales Faraday llegó a dos conclusiones importantes. Primero negó la existencia de los fluidos eléctricos, postulando que la electricidad está asociada con los átomos de la materia, y segundo que no existe la acción a distancia [23], sino que la acción que las cargas eléctricas efectúan mutuamente la realizan mediante líneas que se curvan en el espacio debido a las características del medio, a través del cual se propaga esta acción.

La esencia del concepto físico, que se formó en la comunidad científica a partir de las ideas newtonianas de la acción a distancia, se reduce al hecho de que los cuerpos de la naturaleza y las partículas que componen estos cuerpos interactúan entre sí. La fuerza de interacción se dirige en línea recta, y se puede pasar de un cuerpo a otro o de una partícula a otra. Además, estas fuerzas actúan de manera instantánea. Esta concepción fue utilizada para las fuerzas gravitatoria, eléctrica y magnética.

Faraday señaló que este concepto contradice los hechos experimentales. El punto clave para sus afirmaciones consistió en la obtención de líneas originadas alrededor de cargas eléctricas y líneas alrededor de conductores de corriente continua, a las cuales él llamaba líneas de fuerza magnética, líneas

magnéticas de fuerza o curvas magnéticas [21]. Faraday desarrolló una metodología para identificar las configuraciones de las líneas eléctricas y las líneas de inducción magnética, la cual se utiliza hasta la actualidad en las clases demostrativas de física. El hecho de que las líneas de fuerza se curvaran, y su configuración variara en función de las propiedades del medio que rodea al cuerpo cargado, sirvió de base para la concepción del campo electromagnético.

La idea de líneas de fuerza fue utilizada en el trabajo de Thomas Johann Seebeck en 1822 en "el magnetismo de un circuito eléctrico" [24]. Con el fin de probar la existencia de "una atmósfera magnética" alrededor del conductor que transportaba corriente, Seebeck realizó un experimento con limaduras de hierro. Él encontró que las limaduras se colocan alrededor del conductor en círculos concéntricos. Al pasar una corriente a través de una cinta de acero doblada en forma de arco, Seebeck mostró que el patrón de líneas de inducción magnética, formado con las limaduras, cambiaba a medida de que los extremos se aproximaban. De este modo trató de explicar la causa de la acción magnética de la corriente en términos de procesos desarrollados en una "atmósfera magnética", una región del espacio, en la cual se detectan la fuerza magnética.

Así, las líneas de inducción magnética eran conocidas por los físicos, pero éstas no resultaron importantes para nadie.

Faraday vio en las líneas de fuerza una herramienta eficaz para la explicación

de los resultados observados en los experimentos de electromagnetismo. En primer lugar, Faraday introdujo el concepto de "curvas magnéticas" a las que les atribuyó la presencia de pequeñas flechas distribuidas tangencialmente a las mismas. La concepción de las "curvas magnéticas" permitió formular por primera vez la ley de la inducción electromagnética. La corriente eléctrica inducida en los cuerpos que se mueven con relación a un imán depende de la intersección de las curvas magnéticas con el metal.

De acuerdo a la concepción de Faraday las líneas de fuerza eran un ente físico, similar a un tubo de goma que puede ser deformado [25]. De este modo Faraday materializaba la idea de campo electromagnético.

La física moderna ha rechazado esta representación mecánica de campo, sin embargo ha conservado la idea básica de Faraday de que el campo electromagnético es una especie de objeto material singular. En la teoría de la relatividad, debido a la velocidad finita de propagación de las interacciones, el concepto de campo adquiere una realidad física. No se puede decir que las partículas actúan entre sí, sino que la interacción sucede entre las partículas y el campo. [26]

Las ideas de Faraday fueron resumidas y expresadas en forma matemática por James Clerk Maxwell. Antes de comenzar a construir una teoría del campo electromagnético, Maxwell había estudiado cuidadosamente el estudio experimental de Faraday. Él encontró que Faraday en su búsqueda se basó en un sistema de creencias, las cuales podían ser expresadas de forma

matemática. La representación de Faraday del campo electromagnético podía ser representada directamente por los datos experimentales. Maxwell encontró una representación matemática adecuada para los modelos de Faraday, que permitía comprender profundamente la naturaleza de los fenómenos electromagnéticos y predecir las propiedades básicas de los campos electromagnéticos [27].

De acuerdo con Maxwell, el campo electromagnético es un campo de fuerza que se encuentra alrededor de los cuerpos cargados, conductores con corrientes e imanes. Su existencia se revela por la acción de fuerzas eléctricas sobre las cargas eléctricas y por fuerzas magnéticas sobre corrientes. El vector de campo electromagnético tiene dos componentes: la componente eléctrica y la componente magnética. Si cambia la componente eléctrica aparece la componente magnética y viceversa, el cambio en los componentes magnéticos genera electricidad. Desde una teoría matemática se deduce que el campo electromagnético debe propagarse en forma ondulatoria a la velocidad de la luz de los lugares donde se producen cambios de las componentes eléctricas o magnética [28].

En 1865, la teoría de Maxwell predijo la existencia de ondas electromagnéticas descubiertas posteriormente por Hertz. La teoría de Maxwell implicaba que la luz tiene naturaleza electromagnética. Maxwell demostró que la onda electromagnética contiene energía, que cuando incide sobre un objeto ejerce presión. La teoría de Maxwell permite, en particular, calcular la presión de la luz en la superficie de absorción o reflexión. La presión de las ondas

electromagnéticas significa que el campo electromagnético transfiere junto con la energía cierta cantidad de movimiento. Una onda electromagnética incluso puede tener también una acción de rotación en los objetos sobre los cuales incide. Todo esto prueba la materialidad del campo electromagnético.

La teoría de la relatividad ha ampliado los campos electro-magnéticos de Maxwell, permitiendo determinar los parámetros que determinan el campo electromagnético en sistemas en movimiento. La teoría de la relatividad la trajo una prueba más de la materialidad del campo electromagnético. Según esta teoría, al campo electromagnético se puede atribuirle una masa proporcional a la energía transportada por el mismo [29].

1.6.2 Dificultades en la comprensión del concepto de campo

Al momento de estudiar los conceptos de campo magnético los alumnos se encuentran con dificultades que no les permiten tener una forma comprensión de estos conceptos. Entre estas dificultades se encuentra la incorrecta identificación de las fuentes del campo electrostático y del campo magnético estacionario. Además no reconocen que estos campos sólo actúan sobre sus propias fuentes y por lo tanto son independientes entre sí [30].

La falta de dominio de los vectores y de las operaciones vectoriales constituye una dificultad en la comprensión del concepto de campo. Esta dificultad es mucho más latente en el campo magnético que en el campo eléctrico. Esto se ve reflejado cuando los estudiantes tienen que realizar representaciones

vectoriales de las interacciones entre partículas con carga que se encuentran en movimiento en espacios tridimensionales [31].

Los estudiantes encuentran graves dificultades a la hora de establecer una relación cuantitativa entre el comportamiento del campo magnético a lo largo de una línea cerrada y la cantidad de corriente (fuente de dicho campo) que atraviesa la región limitada por la citada trayectoria. Incluso, desde el punto de vista operativo, no manejan eficaz y comprensivamente las expresiones matemáticas correspondientes a la fuerza y el campo electromagnético.

1.7 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1.7.1 Justificación y relevancia del problema

Este trabajo permitirá establecer las diferencias que existen en el rendimiento de los estudiantes cuando se utiliza la instrucción por pares como estrategia de aprendizaje que cuando se utiliza la clase tradicional. Además se evaluará el efecto que tienen distintas distribuciones de los estudiantes en el salón de clases sobre el rendimiento tanto para la clase tradicional como para la instrucción por pares. La importancia de este trabajo también radica en que los resultados obtenidos en el diseño de la red neuronal artificial pueden ser extendidos para evaluar otras estrategias de aprendizaje.

1.7.2 Formulación de objetivos

Los objetivos para esta investigación son los siguientes:

Determinar si la utilización de la instrucción por pares mejora el rendimiento de un curso de física en el capítulo de campo magnético.

Diseñar una red neuronal para la evaluación del aprendizaje de campo magnético en un curso de física, cuando se utiliza la instrucción por pares como estrategia de aprendizaje.

Determinar si la distribución de los alumnos en el salón de clases afecta el rendimiento de los estudiantes cuando se utiliza la instrucción por pares como estrategia de aprendizaje.

1.7.3 Formulación de hipótesis

H1: Aquellos estudiantes, cuyas clases fueron impartidas con la instrucción por pares tuvieron mayor rendimiento que aquellos estudiantes que recibieron clases tradicionales.

H2: El rendimiento de los estudiantes mejora cuando ocupan distintos asientos en distintas clases.

H3: El rendimiento de los estudiantes mejora cuando las discusiones por pares se realizan con distintos estudiantes en comparación cuando esta discusión se realiza con el mismo estudiante.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Definición de la población

El presente estudio se realizó con estudiantes que cursaban el estudio del electromagnetismo en un curso propedéutico de una carrera de ingeniería. Estos estudiantes habían estudiado previamente las leyes de Newton, el trabajo y la energía; y habían terminado de estudiar el campo eléctrico. Además estaban cursando el curso propedéutico de matemáticas y algunos de ellos el curso de química. La edad de los estudiantes oscila entre los 16 y 19 años. En algunos casos el curso había sido tomado previamente.

Esta es una investigación cuantitativa, en la cual los datos se tomaron mediante una prueba de entrada, una prueba de salida, y una prueba de desarrollo. Además se evaluó la homogeneidad de los grupos mediante la administración de una prueba de estilos de aprendizaje y una prueba de comprensión lectora.

El siguiente estudio intenta establecer la correlación que existe entre la interacción entre estudiantes en la instrucción por pares y su rendimiento. Además se quiere establecer la diferencia existente en el rendimiento cuando

la discusión entre pares es establecida en forma dirigida.

Como sujeto de estudio se tomó una muestra de 140 estudiantes de un curso propedéutico de física para carreras de ingeniería. La muestra estaba constituida por cuatro grupos. Dos de estos grupos fueron instruidos mediante la instrucción por pares de acuerdo a E. Mazur, mientras que dos grupos fueron instruidos por clases tradicionales. Todos los grupos recibieron el mismo contenido.

El diseño del estudio corresponde a un diseño factorial de 2x2. Al grupo A1B1 se le dictó clases tradicionales en un salón con asientos dispuestos en filas en donde los alumnos se sentaban en sus lugares preferidos, al grupo A2B1 se le dictó clases tradicionales en un salón con asientos dispuestos en filas en donde los alumnos se sentaban aleatoriamente en distintos lugares en cada clase, al grupo A1B2 se le dictó una clase bajo el esquema de instrucción por pares en un salón con asientos dispuestos en filas en donde los alumnos se sentaban en sus lugares preferidos; finalmente al grupo A2B2 se le dictó una clase con instrucción por pares en un salón con asientos dispuestos en filas donde los alumnos se sentaban aleatoriamente en distintos lugares en cada clase.

2.2 Exposición de las variables

La variable independiente es el método de enseñanza, la cual tiene dos niveles con instrucción por pares y clase tradicional.

La variable dependiente es el rendimiento de los estudiantes, medida mediante pruebas de entrada, salida y de desarrollo.

Como variable moderadora se ha considerado la distribución de los alumnos en el salón de clase, la cual tiene dos niveles: con distribución espontánea, no se especifica a los alumnos donde deban sentarse, o con distribución aleatoria; en cada sesión se distribuye aleatoriamente a los alumnos en los asientos.

2.3 Procedimiento

2.3.1 Administración de las pruebas de estilos de aprendizaje.

Se administró la prueba de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman (anexo1) y se le asignó el tiempo suficiente para que los estudiantes completaran la prueba. Los resultados del test permitió determinar el estilo de aprendizaje de acuerdo a las cuatro dimensiones según Felder y Silverman. Estas dimensiones son activo – reflexivo, sensorial – intuitivo, visual –verbal y secuencial – global. Los resultados de este test fueron analizados mediante estadística descriptiva.

2.3.2 Administración de la prueba Cloze

Se diseñó una prueba Cloze (anexo 2) para la evaluación de la comprensión lectora de los estudiantes sujetos de este estudio. La elaboración de la prueba

corresponde a la forma tradicional de omisión de la quinta palabra. El texto para la prueba fue seleccionado considerando la edad y el trasfondo cultural de los estudiantes. El texto constaba de 8 párrafos y de 568 palabras. El primero y los últimos párrafos fueron conservados para que el estudiante pueda formarse una idea general del texto. En los seis párrafos restantes se omitió la quinta palabra, dando como resultado 37 espacios a ser completados. Se asignó un tiempo de 20 minutos para la resolución de la prueba y se eligió como método de evaluación la coincidencia exacta. Los resultados de la prueba Cloze fueron analizados mediante estadística descriptiva.

2.3.3 Administración de las pruebas de entrada y salida

Se determinó los conocimientos previos sobre campo magnético mediante una prueba de entrada (anexo 3). Esta prueba constaba de ocho preguntas de múltiples opciones. Estas preguntas permitieron establecer las ideas alternativas de los estudiantes antes del proceso formal de educación. La prueba de entrada también permitió establecer las similitudes y diferencias que puedan presentar los grupos sujetos de este estudio. El rendimiento de los estudiantes al final de este estudio fue evaluado con una prueba de salida (anexo 3), idéntica para todos los grupos. La prueba de salida permitió comparar los resultados de los grupos. Los resultados de las pruebas de salida fueron analizados mediante estadística descriptiva.

Se utilizó la ganancia normalizada [32] para la comparación de los efectos de las estrategias de aprendizaje sobre los grupos de estudio. Para esto se utilizó

como información los resultados de las pruebas de entrada y salida.

2.3.4 Administración de la prueba de desarrollo

Al final del capítulo se tomó una prueba de desarrollo (anexo 4) con el objetivo de determinar independientemente de la prueba de salida los conocimientos adquiridos por los estudiantes. Esta prueba a diferencia de la prueba de salida constaba de problemas de desarrollo, en los cuales el estudiante tenía que demostrar su habilidad de aplicar conceptos en problemas de desarrollo. El tiempo asignado para la prueba fue una hora. Los resultados de esta prueba fueron analizados mediante una prueba estadística F ANOVA en un diseño de 2x2 con una significancia de 0.05.

2.3.5 Desarrollo de la red neuronal

Para el desarrollo de la red neuronal se utilizó el software de cálculo MATLAB y la herramienta nntool del complemento para trabajo con redes neuronales. La herramienta nntool es una herramienta de interface gráfica con el usuario GUI.

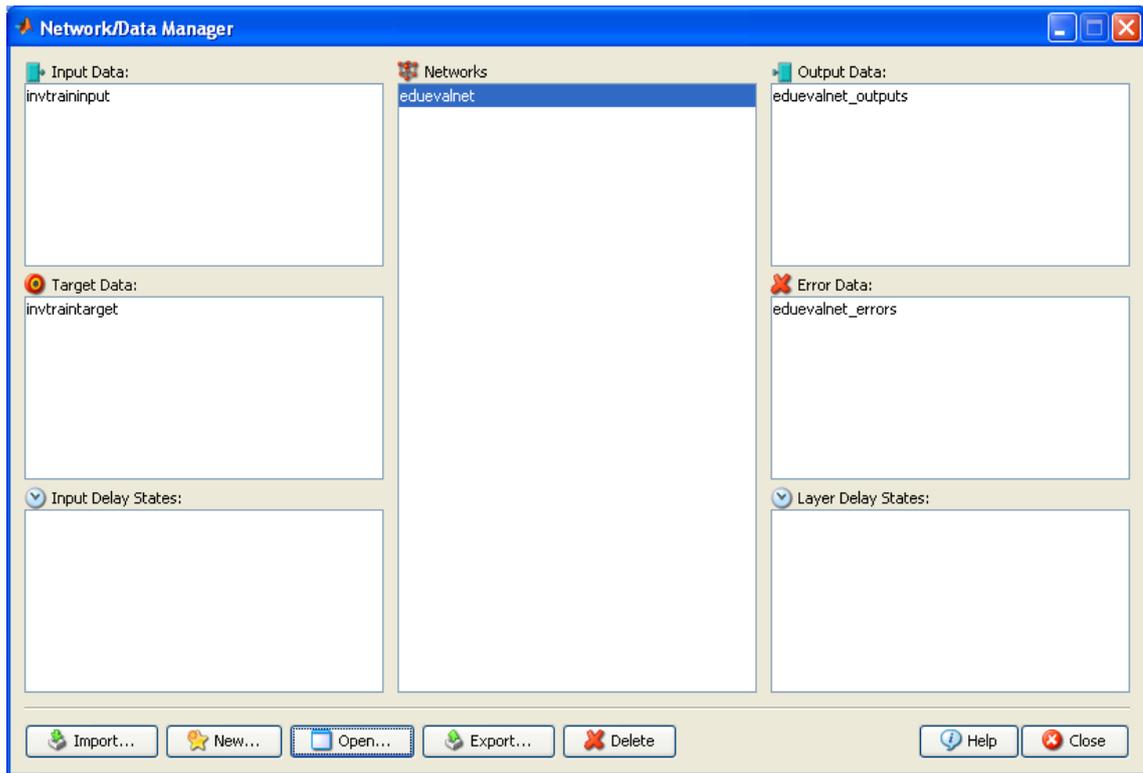


Figura 2.1

En la sección izquierda de la interface se seleccionó el conjunto de entrada `invtraininput` y el conjunto de salida `invtargetdata`, ilustrado en la figura 2.1. En la región central de la ventana de trabajo se especificó la red neuronal `Eduevalnet`. Esta es una red de dos capas con 10 neuronas en las capas intermedias. Los resultados tanto de los procesos de entrenamiento como de simulación son exportados en la sección derecha de la ventana de trabajo interface. El esquema de la arquitectura para esta red utilizado en MATLAB se muestra a continuación en la figura 2.2.

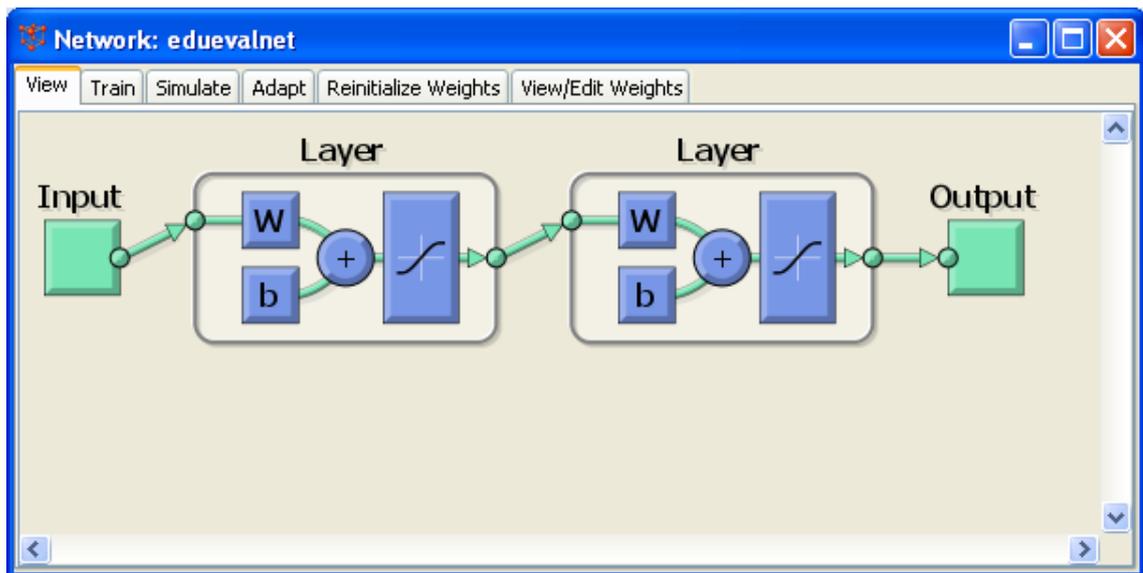


Figura 2.2

Los resultados de la simulación de Eduevalnet, utilizando como datos de entrada a la prueba de entrada, a la prueba de salida y a la prueba de desarrollo permitieron evaluar el efecto de las estrategias de enseñanza utilizada.

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 Resultados del Test de Felder

Para la evaluación de los resultados del test de Felder se cambió la escala utilizada por Felder. La escala propuesta varía desde 1 hasta 12, correspondiendo los extremos de esta escala con las características más fuertes de cada estilo de aprendizaje. Así 1 corresponde a 11A en la escala de Felder, mientras 12 corresponde a 11B. Los valores centrales de la nueva escala muestran características poco predominantes de cada estilo de aprendizaje.

Los resultados obtenidos aplicando el test de Felder a los grupos sujetos de este estudio se muestran a continuación.

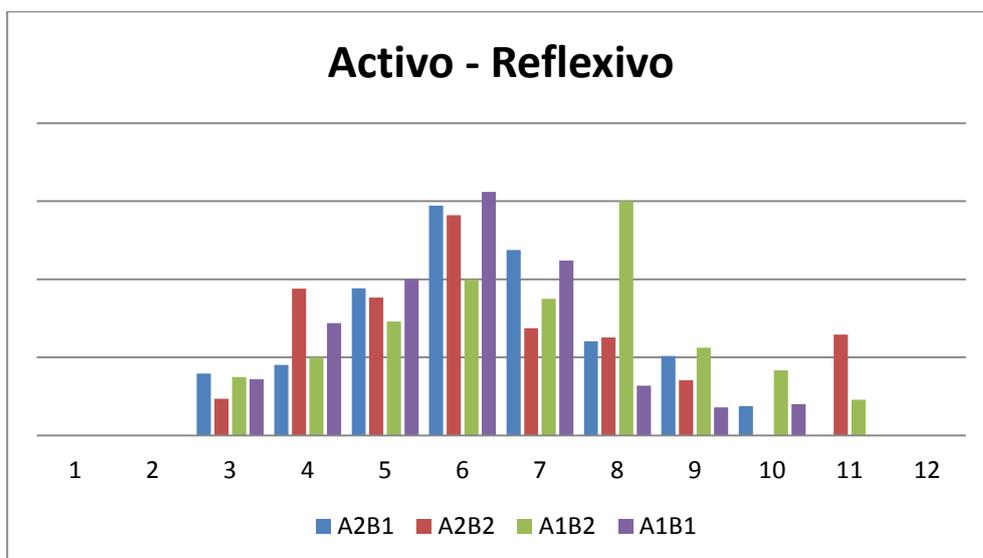


Gráfico 3.1

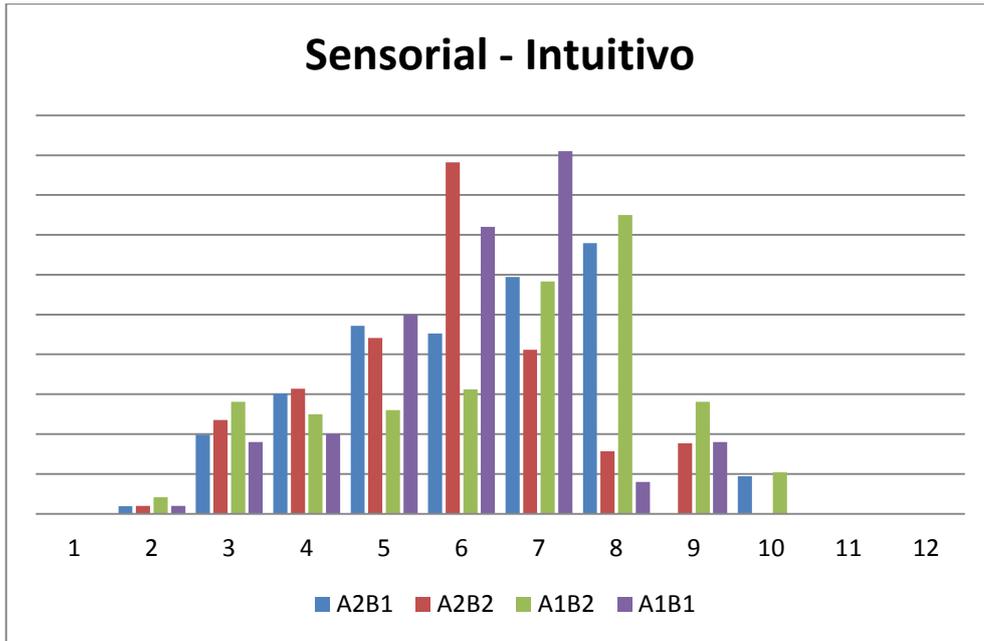


Gráfico 3.2

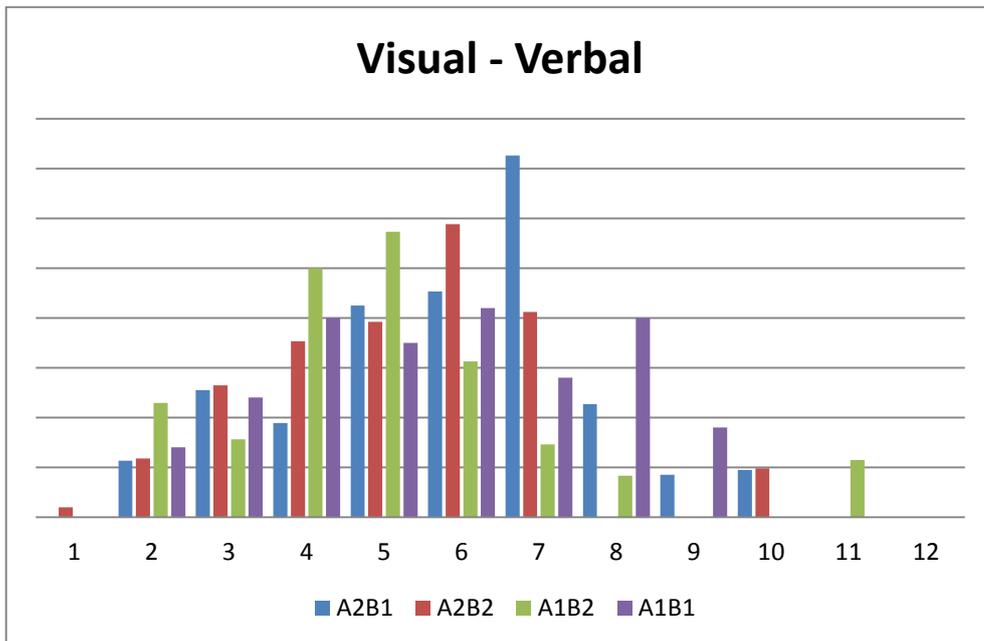


Gráfico 3.3

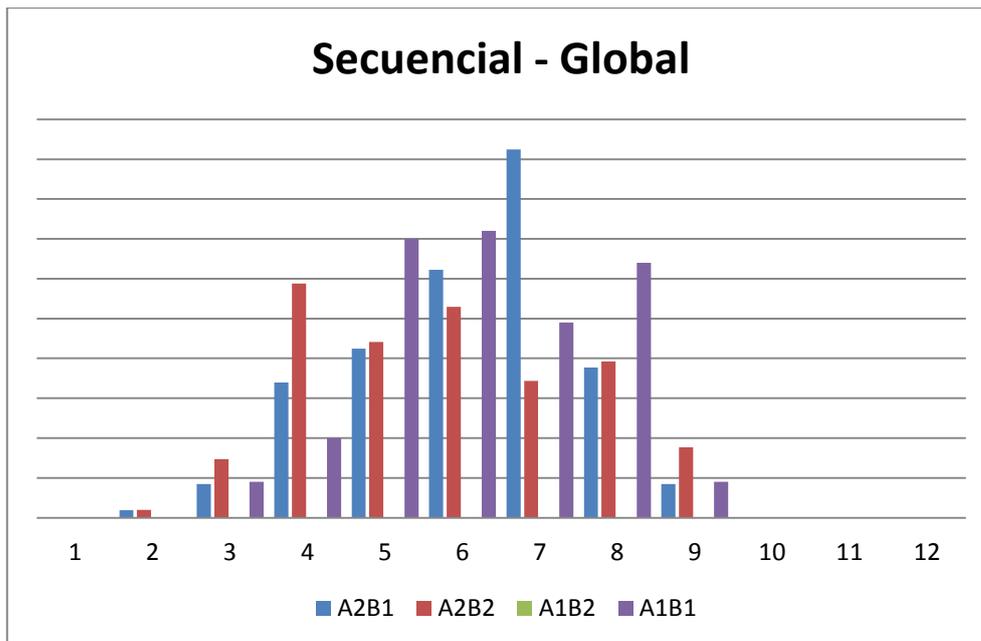


Gráfico 3.4

Los gráficos muestran que la mayor parte de los datos se concentra entre 5 y 8 de la escala utilizada. Esto corresponde a los valores de 1A, 3A, 1B, 3B de la escala de Felder y Silverman.

3.2 Resultados de la prueba Cloze

Los resultados obtenidos en el análisis de la prueba Cloze administrada a los grupos sujetos de este estudio son mostrados en el gráfico 3.5. La media aritmética así como la desviación estándar obtenidas para estos grupos son mostradas en la tabla 3.1

Tabla 3.1

Paralelo	Paralelo A2B2	Paralelo A2B1	Paralelo A1B2	Paralelo A1B1
Promedio	15,5	14,5	17,2	15,8
Desviación	3,0	4,0	3,5	3,2

El gráfico 3.5 muestra los resultados normalizados de la prueba Cloze para efecto de comparación.

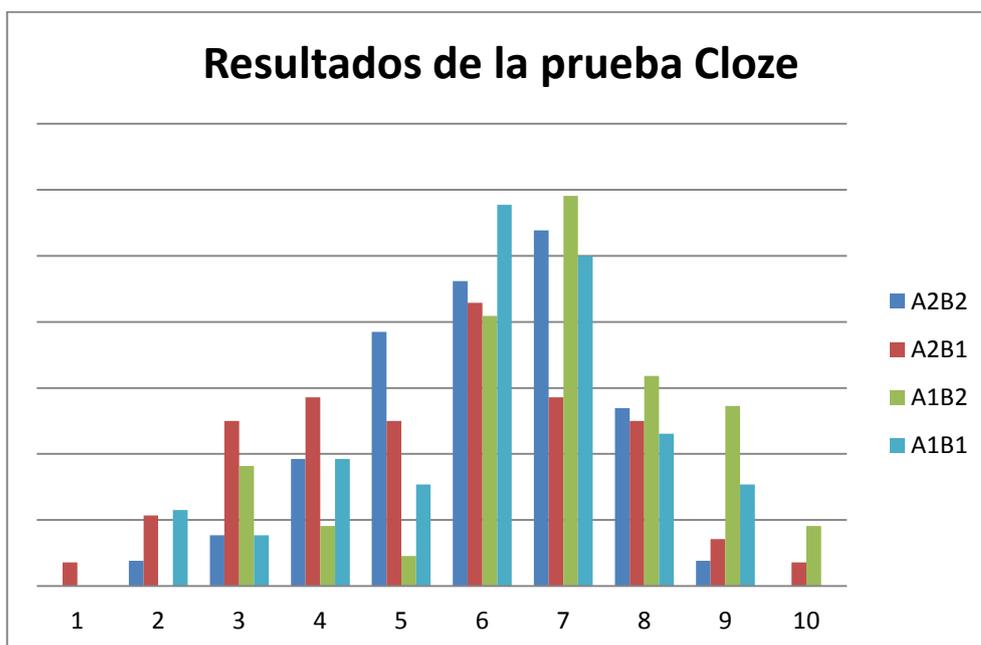


Gráfico 3.5

3.3 Resultados de las pruebas

En el gráfico 3.6 se ilustra los resultados de los distintos paralelos para la prueba de desarrollo en comparación con los resultados obtenidos en la prueba de entrada.

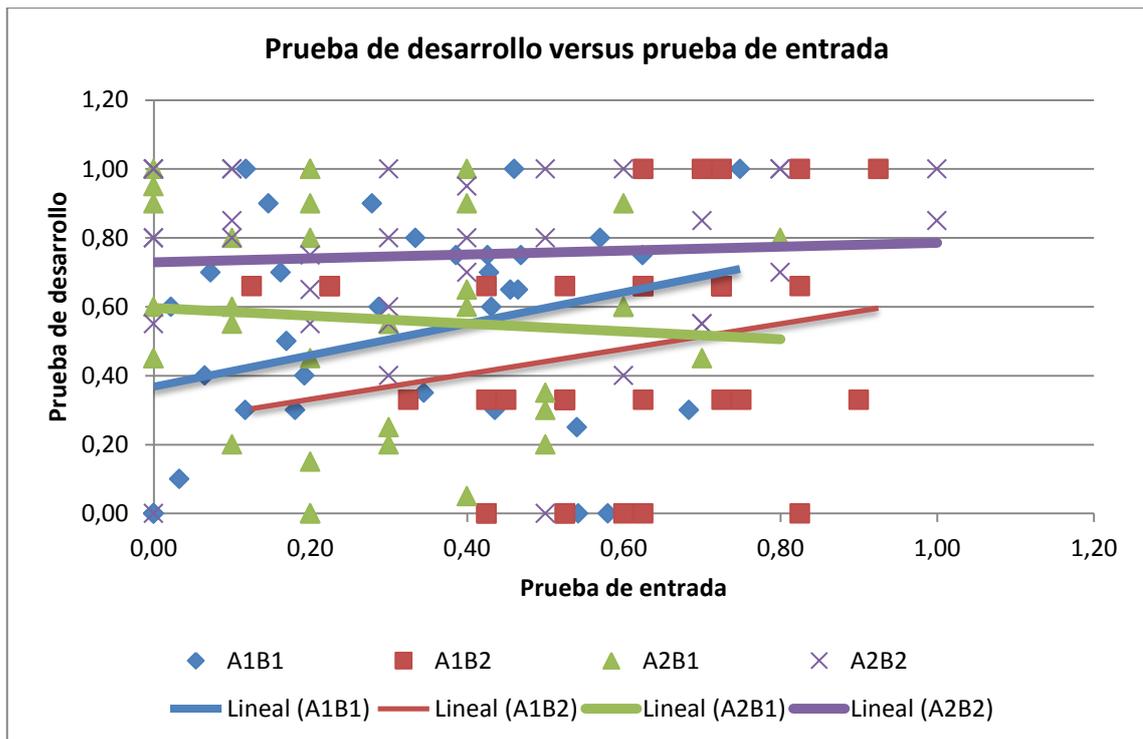


Gráfico 3.6

Para fines de comparación de los resultados de los grupos en cuanto a la ganancia que estos obtuvieron después de la instrucción formal se presentan dos curvas tanto para el caso en que se tenía una distribución dirigida de asientos como para cuando no se tenía esta distribución dirigida.

En los siguientes gráficos se adopta las siguientes abreviaturas: SIPP, sin Instrucción por pares. CIPP, con instrucción por pares. SDA, sin distribución dirigida de asientos. CDA, con distribución dirigida de asientos.

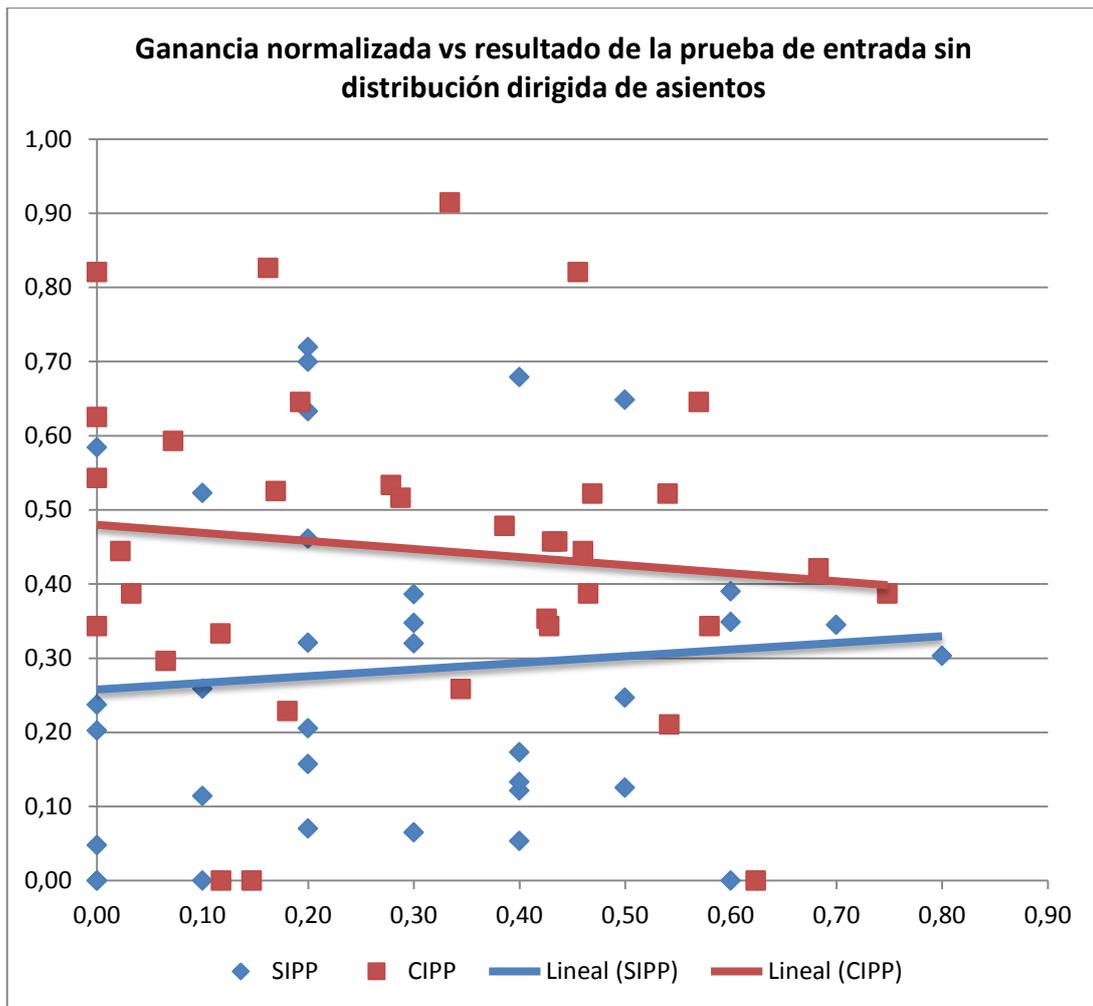


Gráfico 3.7

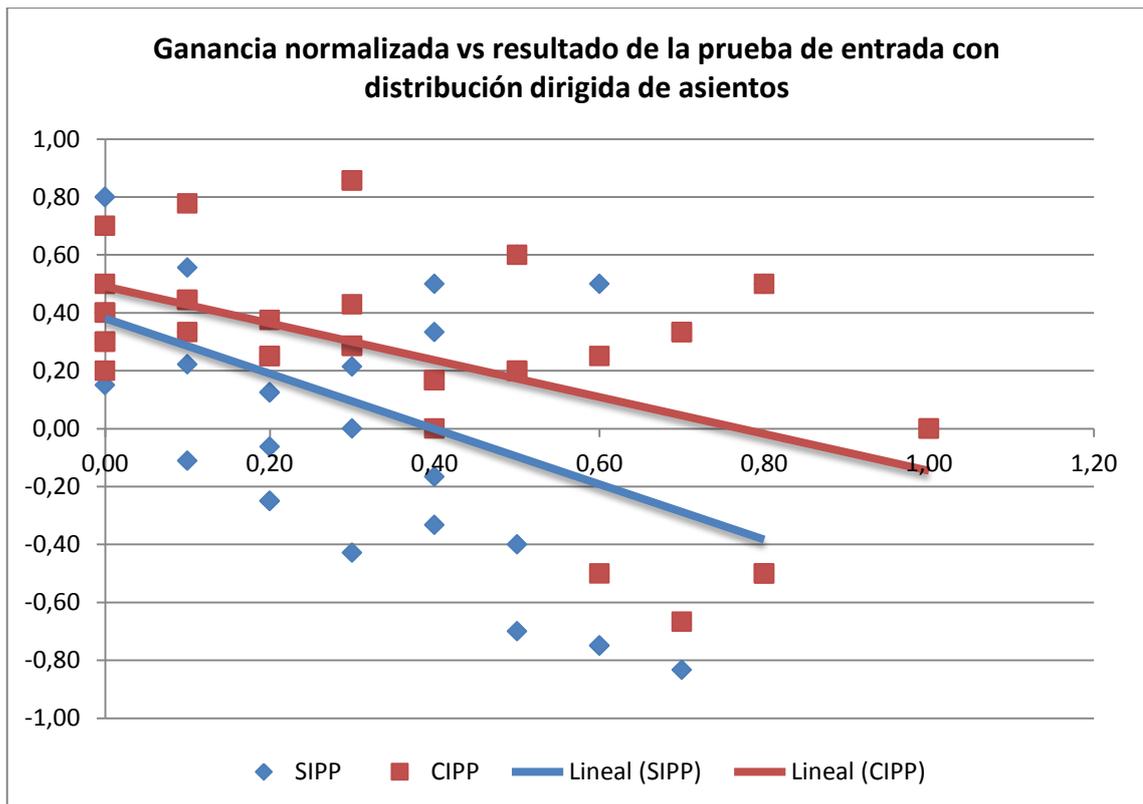


Gráfico 3.8

3.4 Resultados de la prueba ANOVA

Para la validación de las hipótesis de investigación se realizó un análisis F ANOVA en un arreglo de 2x2 para variables independientes. Las medias obtenidas para la prueba de desarrollo se muestran en la tabla 3.2

Tabla 3.2

	SIPP	CIPP
SDA	A1B1	A1B2
CDA	A2B1	A2B2

Tabla 3.3

	SIPP	CIPP
SDA	0,50	0,47
CDA	0,56	0,75

Los datos resumidos del análisis ANOVA se muestran en la tabla 3.4

Tabla 3.4

Análisis ANOVA					
Fuente	SS	df	MS	F	P
Instrucción por pares	0,97	1	0,97	10,25	0,0017
Distribución de asientos	0,2	1	0,2	2,11	0,1486
Interacción IP - DA	0,43	1	0,43	4,54	0,0349
Error	12,87	136	0,09		
Total	14,47	196			

La interacción de las variables se las analizó mediante el gráfico de las medias versus la distribución dirigida de asientos para las distintas estrategias de enseñanza.

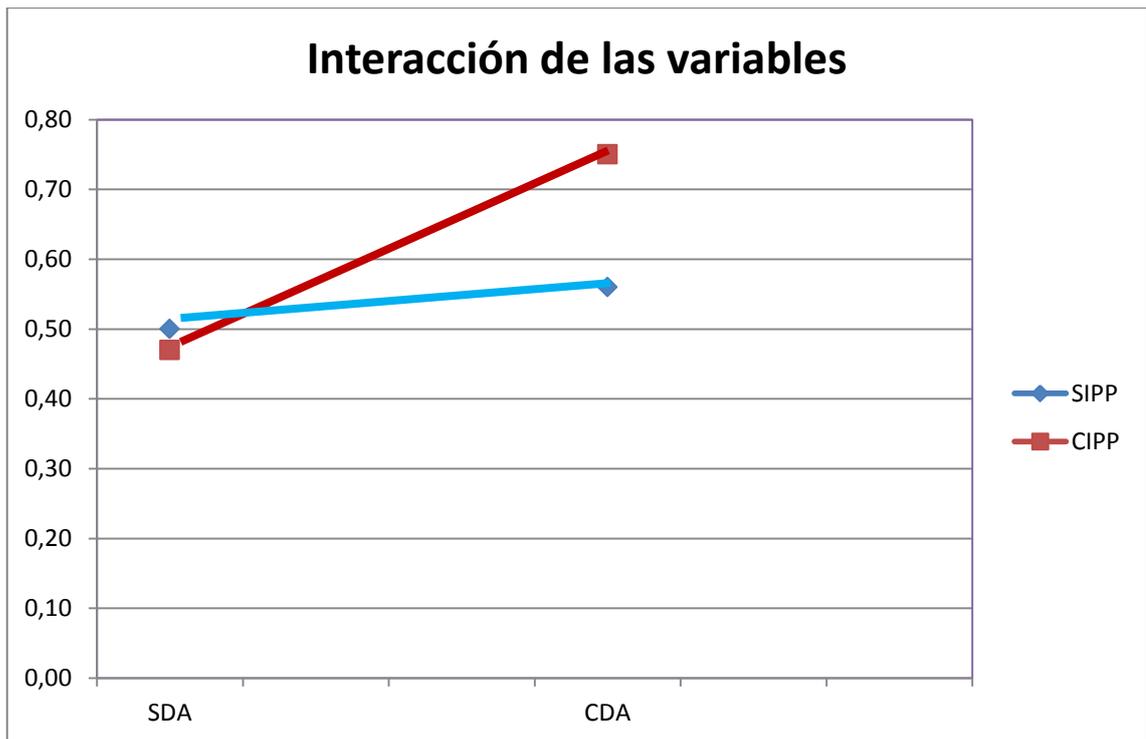


Gráfico 3.9

3.5 Resultados de la red neuronal

La red neuronal desarrollada en este estudio evaledunet fue sometida a entrenamiento utilizando como conjunto de entrada a las pruebas de entrada, salida y de desarrollo. El conjunto de entrenamiento consiste de dos grupos de calificaciones. El primer grupo con calificaciones superiores al 60% del máximo posible y el otro grupo con calificaciones inferiores al 60%. De esta manera el conjunto de salida consistía de unos y ceros. Clasificando al grupo en estudiantes, a los que les benefició la estrategia utilizada y estudiantes a los que no les benefició la estrategia utilizada. Los resultados del entrenamiento de la red se ilustran en el gráfico.

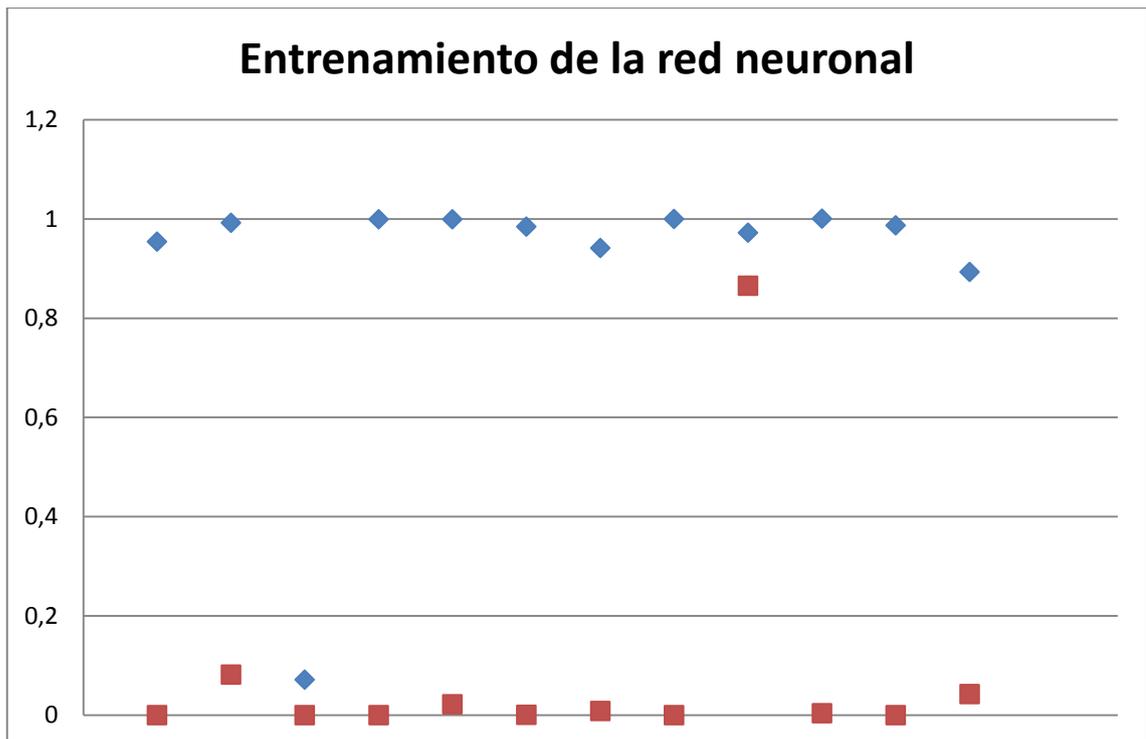


Gráfico 3.10

Después de haber entrenado a Eduevalnet, ésta fue aplicada a los distintos grupos y sus resultados sumados por grupo. Estos resultados se muestran en la tabla 3.5

Tabla 3.5

Resultados de Eduevalnet				
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2
1	0,91	0,98	1,00	0,9991
2	0,00	1,00	0,91	0,9998
3	0,95	1,00	0,65	0,999
4	0,70	0,89	0,03	0,9952
5	0,05	1,00	1,00	0,9999
6	0,95	1,00	0,99	0,9393
7	0,49	0,00	0,00	0,9867
8	0,51	0,00	1,00	0,9999
9	0,34	0,02	0,03	0,2283
10	0,98	0,00	1,00	0,3186
11	0,00	0,02	0,00	0,9939
12	0,00	0,00	0,84	0,9963
13	0,01	0,13	0,00	0,8874
14	0,99	0,89	0,95	0,999
15	1,00	0,00	0,00	0,9715
16	0,62	0,04	0,70	0,779
17	0,15	0,02	0,00	0,9998
18	0,00	0,00	0,04	0,5075
19	0,74	0,96	0,58	0,9798
20	0,00	0,00	0,05	0,9645
21	0,59	0,00	0,94	0,0017
22	0,14	0,00	0,82	0,0002
23	0,02	0,00	0,00	0,4593
24	0,23	0,00	0,00	0,4381
25	0,10	0,00	0,00	0,0003
26	0,00	0,00	0,77	0,0814
27	0,62	0,00	0,58	0
28	0,00	0,00	0,62	0,8648
29	0,10	0,00	0,00	0,1313
30	0,00	0,00	1,00	0
31	0,00	0,00	0,57	0,0638
32	0,00	0,00	0,94	0,0004
33	0,09	0,00	1,00	0,5262
34	0,00	0,00	0,61	0
35	0,04	0,00	0,08	0
Suma	11,32	7,98	17,69	20,11

CAPITULO IV

DISCUSIÓN

4.1 Comparación de los grupos de acuerdo al test de Felder

Debido a que las medias para los distintos grupos en las diferentes dimensiones están en un valor central se puede afirmar que los grupos son homogéneos. Para que las estrategias instruccionales utilizadas en la enseñanza de estos grupos sean efectivas, estas deben ser integrales. Esto es, deben considerar elementos visuales y verbales, actividades de desarrollo manual y preguntas de reflexión.

La similitud entre las medias nos permite establecer que los grupos son homogéneos en cuanto a los estilos de aprendizaje, y por lo tanto el estilo de aprendizaje no afectó a los resultados de este trabajo.

4.2 Comparación de los grupos de acuerdo a la prueba Cloze

Las medias para los grupos de estudio en cuanto a la prueba Cloze están entre 44 y 57%. Esta diferencia no es significativa, por lo tanto ninguno de los grupos tuvo una ventaja o desventaja en cuanto a la comprensión lectora. Sin embargo debido a que el porcentaje no denota una buena comprensión lectora, se debió estimular a la lectura a los estudiantes.

4.3 Comparación de los grupos de acuerdo a las pruebas de entrada y salida

El análisis de los resultados para la prueba de salida en comparación con la prueba de entrada reveló que aquellos grupos donde se utilizó la instrucción por pares como estrategia de enseñanza obtuvieron mejores resultados. Es importante destacar que no importa si se utilizó o no una distribución dirigida de los asientos dentro del salón de clases, el impacto de la instrucción fue mayor en aquellos estudiantes que tuvieron un menor rendimiento en la prueba de entrada. Posiblemente este efecto se debió al exceso de confianza que estos estudiantes pudieron presentar debido a que aparentemente ya conocían el tema.

4.4 Análisis de los resultados de F ANOVA

El análisis por filas de los resultados de ANOVA muestra que el valor de p es menor a 0.05 por lo que se debe rechazar la hipótesis nula y tomar la hipótesis de investigación. Esto demuestra que la instrucción por pares presenta un efecto positivo en el rendimiento de los estudiantes.

El análisis por columnas muestra por otro lado que el valor de p es mayor que 0,05, por lo tanto no podemos tomar la hipótesis de investigación. En este estudio no se puede demostrar que la distribución dirigida de los asientos por sí sola tenga un efecto sobre el rendimiento de los estudiantes.

El análisis por filas y columnas muestra que el valor de p es menor que 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, y podemos afirmar que la distribución dirigida de asientos mejora el rendimiento de los estudiantes cuando se utiliza la instrucción por pares como estrategia de aprendizaje.

4.5 Análisis de los resultados de la red neuronal

La simulación de la red neuronal Eduevalnet aplicada a los grupos de estudio predijo que el grupo A2B2 tendría una calificación sumada de 20,11 de 35, y que los otros grupos tendrían calificaciones sumadas de 11,32 para A1B1, 7,98 para A1B2 y 17,96 para A2B1. Estos resultados concuerdan con los valores esperados de que el grupo A2B2, al que se le aplicó la instrucción por pares y se realizó una distribución de asientos dirigida tendría un mejor desempeño.

Además si se comparan los resultados de Eduevalnet con los resultados de las pruebas de desarrollo se encuentra una gran similitud, por lo tanto se puede afirmar que Eduevalnet permite predecir o clasificar a las estrategias de enseñanza.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

El propósito de este estudio fue analizar la efectividad del uso de la instrucción por pares en un curso propedéutico en el estudio del campo magnético. Se planteó la hipótesis de que la efectividad de la instrucción por pares es incrementada cuando es utilizada en un salón de clases con distribución dirigida de los asientos.

También se planteó como objetivo desarrollar una red neuronal Eduevalnet para la evaluación de la efectividad de la estrategia de instrucción utilizada. Las diferencias en el aprendizaje se midieron utilizando como parámetro tanto la ganancia normalizada, calculada entre la prueba de entrada y la prueba de salida. Además se utilizó una prueba de desarrollo para diferenciar los grupos y los efectos de las estrategias de enseñanza mediante un análisis ANOVA.

Los resultados estadísticos de este estudio indican que no existen diferencias estadísticamente significativas para afirmar que la distribución dirigida de los asientos tenga un efecto sobre el rendimiento de los estudiantes. Sin embargo los resultados estadísticos confirman que la instrucción por pares mejora el rendimiento de los estudiantes. Y que este efecto es mejorado cuando se la utiliza en un marco de distribución dirigida de los asientos en el salón de clases.

Además de acuerdo a este estudio se demostró que una red neuronal artificial puede ser aplicada para la predicción de los resultados del rendimiento de los estudiantes o de la estrategia de enseñanza.

Este estudio sienta las bases para un futuro estudio de la efectividad de la aplicación de la instrucción por pares con distribución dirigida de asientos a estudiantes de ingeniería de pregrado. Además la posibilidad de la aplicación de las redes neuronales para estudios en educación, especialmente para la identificación de patrones en la resolución de problemas.

Trabajos citados

1. *Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento* . **Furio, Carles y Guisasola, Jenaro**. 1999, Enseñanza de las ciencias, pág. 17.
2. *Epistemological Beliefs in introductory Physics*. **Hammer, David**. 1994, Cognition and instruction, pág. 151.
3. **Rioseco, Marilu y Romero, Ricardo**. *La dimensión afectiva como base para la contextualización de la enseñanza de la física*. Valdivia, Chile : s.n., 1999.
4. *Historical evolution of the field view and textbooks accounts*. **Pocovi, C y fred, Finley**. 2003, Science & Education , págs. 387 - 396.
5. *The Perceived Value of College Physics Textbooks: Students and Instructors May Not See Eye to Eye*. **Podoleffsky, N y Finkelstein, N**. 2006, THE PHYSICS TEACHER, págs. 338 - 341.
6. *Naive knowledge and science learning* . **Champagne, Audrey y Klopferd, Leopold**. New York The : s.n., 1983.
7. *Nuevas tendencias instruccionales par a un aprendizaje efectivo*. **Riera de Montero, Eddy**. 2001, REVISTA CIENCIAS DE LA EDUCACION.
8. **Raduta, Cristian**. *General Students' Misconceptions Related to Electricity and Magnetism*. 2005.
9. *Assessment of difficulties of some conceptual areas from electricity and magnetism using the Conceptual Survey of Electricity and Magnetism*. **Planinic, Maja**. 12, 2006, American Journal of Physics, Vol. 74, págs. 1143 - 1148.
10. *On appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning*. **Hewson, P.W. y Hewson, M.G**. 1988, Science Education, págs. 597- 614.
11. *The teaching of the concept of electric field: mountain or hill*. **Furio, Carlos**. 2000.
12. *El Aprendizaje del Concepto de Campo en Física: una Investigación Exploratoria a Luz de la Teoría de Vergnaud*. **Llancaqueo, Alfonso, Caballero, Ma Concesa y Moreira, Marco Antonio**. 25, Revista Brasileira de Ensino de Física, págs. 399 - 417.
13. **Mazur, E**. *Peer Instruction: A User's Manual*. 1996.
14. **Polk, T y Seifert, C**. *Cognitive Modeling*. 2002.
15. **Osovski, Stanislav**. *Redes neuronales para el tratamiento de información*. 2002.
16. **Heaton, Jeff**. *A Historical Perspective on Neural Networks*. *Heaton Research*. [En línea] 2005.

17. *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. **Felder, Richard y Silverman, Linda**. 1998, *Engr. Education*, págs. 674 - 681.
18. *Instrumentos de Medición de Estilos de Aprendizaje*. **García, José y Santizo, José**. 2009, *Estilos de Aprendizaje*.
19. *Consultation de corpus et styles*. **Boulton, Alex**. 2010, *Les Cahiers de l'APLIUT*.
20. **Quintero, Anunciación**. Analisis de la validez de la prueba cloze como prueba de comprensión lectora. *e-Spacio UNED*. [En línea] 01 de 01 de 1987. [Citado el: 25 de 05 de 2010.] http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:20318&dsID=analisis_validez.pdf.
21. *The field concepts of Faraday and Maxwell*. **Assis, A. K., Ribeiro, J. E. y Vannucci, A**. 2009, *Trends in Physics*.
22. *The origins of the field concept in physics*. **McMullin, Hernan**. 2002, *Physics in perspective*.
23. **Greco, Diane**. *On Faraday and Experimental Demonstration in England*. 2009.
24. *Thomas Johann Seebeck*. **Velmre, Enn**. 2007, *Proc. Estonian Acad. Sci. Eng.*, págs. 276 - 282.
25. *Contributions of Maxwell to electromagnetism* . **Panat, P**. 2008, *Resonance*, págs. 17 - 29.
26. **Landau, L. D y Lifshitz, I. M**. *The classical theory of fields*. 2000.
27. *El papel de las analogías en la creatividad de los Científicos: la teoría del campo electromagnético De maxwell como caso paradigmático*. **Acevedo Díaz, José Antonio**. 2004, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.
28. **Giancoli, Douglas**. *Physics Principles with application*. 1980.
29. *Una revisión a la electrodinámica relativista: La masa electromagnética*. **Kuligin, Víctor, Kuligina, Galina y Korneva, María**. 2004, *Nauka y Technika*.
30. *Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección*. **Guisola, Jenaro, Almudí, José Manuel y Ceberio, Mikel**. 2003, *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*.
31. *Le concept de champ magnétique et les phénomènes associés chez des étudiants du premier cycle à l'université*. **Bagheri, R, Venturini, P y Lefevre, R**. 2002, *Dossiers des Sciences de l' Education* .
32. *Interactive-engagement versus traditional methods:A six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. **Hake, Richard**. 1, 1998, *American journal of physics*, Vol. 66.
33. **R. Stathacopoulou, G. D. Magoulas, M. Grigoriadou**. *Neural Network-based Fuzzy Modeling of the Student in Intelligent Tutoring Systems*. Department of Informatics, University of Athens, : s.n.

34. **Lei Bao, Edward F. Redish.** *Model Analysis: Assessing the Dynamics of Student Learning.*
35. *Why not try a Scientific Approach to Science Education?* **Wieman, Carl.** September de 2007, Change, pág. 15.
36. *Comparing Problem-Based learning and Traditional Instruction in High School Economics.* **Mergendoller, John, Bellisimo, Yolanda y Maxwell, Nan.**
37. *Estudio de algunas variables que afectan la comprensión de los textos de física.* **Macias, Ascención, Castro, José y Maturano, Carla.** 1999, ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, págs. 431-440.
38. **Fishbane, P, Gasiorowicz, S y Thornton, S.** *Physics for scientist and engineers with modern physics.* s.l. : Pearson Prentice Hall, 2005.
39. *Interacción entre estudiantes y aprendizaje en grupos pequeños.* **Webb, Noreen.** 1984, Infancia y Aprendizaje, págs. 159 - 183.
40. *How Learning Theory Creates a Foundation for SI leader training.* **Jacobs, Glen, Hurley, Maureen y Unite, Cathy.** 1997, Australasian Journal of Peer Learning, págs. 6 - 12.
41. Massa e. [aut. libro] Vícto Kuligin, r Kuligina Galina y María Korneva. *Una revisión de los fundamentos teóricos de electrodinámica relativista.* Электромагнитная масса : s.n.
42. *Faraday, Thomson and the concept of magnetic field.* **Gooding, David.** 1980, The British Journal for the History of Science.

ANEXOS

Anexo 1. Test de Felder y Silverman

Anexo 2. Prueba Cloze

Anexo 3. Prueba de entrada/salida

Anexo 4. Prueba de desarrollo

Anexo 1: Inventario de Estilos de Aprendizaje de Felder y Silverman

Instrucciones

Encierre en un círculo la opción "a" o "b" para indicar su respuesta a cada pregunta. Por favor seleccione solamente una respuesta para cada pregunta.

Si tanto "a" y "b" parecen aplicarse a usted, seleccione aquella que se aplique más frecuentemente.

1. Entiendo mejor algo:

- a) Si lo práctico.
- b) Si pienso en ello.

2. Me considero:

- a) Realista.
- b) Innovador.

3. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de:

- a) Una imagen.
- b) Palabras.

4. Tengo tendencia a:

- a) Entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa.
- b) Entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles.

5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda:

- a) Hablar de ello.
- b) Pensar en ello.

6. Si yo fuera profesor, yo preferiría dar un curso:

- a) Que trate sobre hechos y situaciones reales de la vida.
- b) Que trate con ideas y teorías.

7. Prefiero obtener información nueva de:

- a) Imágenes, diagramas, gráficas o mapas.
- b) Instrucciones escritas o información verbal.

8. Una vez que entiendo

- a) Todas las partes, entiendo el total.
- b) El total de algo, entiendo como encajan sus partes.

9. En un grupo de estudio que trabaja con un material difícil, es más probable que:

- a) Participe y contribuya con ideas.
- b) No participe y solo escuche.

10. Es más fácil para mí:

- a) Aprender hechos.
- b) Aprender conceptos.

11. En un libro con muchas imágenes y gráficas es más probable que:

- a) Revise cuidadosamente las imágenes y las gráficas.
- b) Me concentré en el texto escrito.

12. Cuando resuelvo problemas de matemáticas:

- a) Generalmente trabajo sobre las soluciones con un paso a la vez.
- b) Frecuentemente sé cuáles son las soluciones, pero luego tengo dificultad para imaginarme los pasos para llegar a ellas.

13. En las clases a las que he asistido:

- a) He llegado a saber cómo son muchos de los estudiantes.
- b) Raramente he llegado a saber cómo son muchos estudiantes.

14. Cuando leo temas que no son de ficción, prefiero

- a) Algo que me enseñe nuevos hechos o me diga cómo hacer algo.
- b) Algo que me de nuevas ideas en que pensar.

15. Me gustan los maestros

- a) Que utilizan muchos esquemas en el pizarrón.
- b) Que toman mucho tiempo para explicar.

16. Cuando estoy analizando un cuento o una novela

- a) Pienso en los incidentes y trato de acomodarlos para configurar los temas.
- b) Me doy cuenta de cuáles son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresar y encontrar los incidentes que los demuestran.

17. Cuando comienzo a resolver un problema de tarea, es más probable que

- a) Comience a trabajar en su solución inmediatamente.
- b) Primero trate de entender completamente el problema.

18. Prefiero la idea de

- a) Certeza.
- b) Teoría.

19. Recuerdo mejor

- a) Lo que veo.
- b) Lo que oigo.

20. Es más importante para mí que un profesor

- a) Exponga el material en pasos secuenciales claros.
- b) Me dé un panorama general y relacione el material con otros temas.

21. Prefiero estudiar

- a) En un grupo de estudio.

b) Solo.

22. Me considero

a) Cuidadoso en los detalles de mi trabajo.

b) Creativo en la forma en la que hago mi trabajo.

23. Cuando alguien me da direcciones de nuevos lugares, prefiero

a) Un mapa.

b) Instrucciones escritas.

24. Aprendo

a) A un paso constante. Si estudio con ahínco consigo lo que deseo.

b) En inicios y pausas. Me llevo a confundir y súbitamente lo entiendo.

25. Prefiero primero

a) Hacer algo y ver que sucede.

b) Pensar cómo voy a hacer algo.

26. Cuando leo por diversión, me gustan los escritores que

a) Dicen claramente los que desean dar a entender.

b) Dicen las cosas en forma creativa e interesante.

27. Cuando veo un esquema o bosquejo en clase, es más probable que recuerde

a) La imagen.

b) Lo que el profesor dijo acerca de ella.

28. Cuando me enfrento a un cuerpo de información

a) Me concentro en los detalles y pierdo de vista el total de la misma.

b) Trato de entender el todo antes de ir a los detalles.

29. Recuerdo más fácilmente

- a) Algo que he hecho.
- b) Algo en lo que he pensado mucho.

30. Cuando tengo que hacer un trabajo, prefiero

- a) Dominar una forma de hacerlo.
- b) Intentar nuevas formas de hacerlo.

31. Cuando alguien me enseña datos, prefiero

- a) Gráficas.
- b) Resúmenes con texto.

32. Cuando escribo un trabajo, es más probable que

- a) Lo haga (piense o escriba) desde el principio y avance.
- b) Lo haga (piense o escriba) en diferentes partes y luego las ordene.

33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, primero quiero

- a) Realizar una "tormenta de ideas" donde cada uno contribuye con ideas.
- b) Realizar la "tormenta de ideas" en forma personal y luego juntarme con el grupo para comparar las ideas.

34. Considero que es mejor elogio llamar a alguien

- a) Sensible.
- b) Imaginativo.

35. Cuando conozco gente en una fiesta, es más probable que recuerde

- a) Cómo es su apariencia.
- b) Lo que dicen de sí mismos.

36. Cuando estoy aprendiendo un tema, prefiero

- a) Mantenerme concentrado en ese tema, aprendiendo lo más que pueda de él.
- b) Hacer conexiones entre ese tema y temas relacionados.

37. Me considero

- a) Abierto.
- b) Reservado.

38. Prefiero cursos que dan más importancia a

- a) Material concreto (hechos, datos).
- b) Material abstracto (conceptos, teorías).

39. Para divertirme, prefiero

- a) Ver televisión.
- b) Leer un libro.

40. Algunos profesores inician sus clases haciendo un bosquejo de lo que enseñarán. Esos bosquejos son

- a) Algo útil para mí.
- b) Muy útiles para mí.

41. La idea de hacer una tarea en grupo con una sola calificación para todos

- a) Me parece bien.
- b) No me parece bien.

42. Cuando hago grandes cálculos

- a) Tiendo a repetir todos mis pasos y revisar cuidadosamente mi trabajo.
- b) Me cansa hacer su revisión y tengo que esforzarme para hacerlo.

43. Tiendo a recordar lugares en los que he estado

- a) Fácilmente y con bastante exactitud.
- b) Con dificultad y sin mucho detalle.

44. Cuando resuelvo problemas en grupo, es más probable que yo

- a) Piense en los pasos para la solución de los problemas.
- b) Piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en un amplio rango de campos.

Anexo 2: Prueba Cloze

Nombre: _____ Paralelo: _____

LA FÍSICA EN LA VIDA DIARIA

Monserrat Córdoba Morales

La Física tiene tanta importancia para la vida del ser humano, que se desarrolla en infinidad de campos, pero podemos empezar por los de mayor importancia, las leyes de la Física, que son las reglas que explican el movimiento del universo.

La ley de la _____, ejemplo, tiene mucha utilidad _____ el desempeño del mundo, _____ base en ella sabemos _____ ubicación y el movimiento _____ los planetas; además de _____ conocer fuera del nuestro; _____ tenemos la oportunidad de _____ hacia otros países y _____ personas y productos en _____ muy cortos por medio _____ los aviones; en el _____ de gran variedad de _____ que permiten un mayor _____ industrial y comercial, así _____ un enriquecimiento cultural que _____ llevan al progreso.

La Física no es _____ para la humanidad; los _____ filósofos griegos, Galileo, quien _____ luego, y Einstein en _____ siglo XX, tuvieron como _____ desarrollar teorías y explicar _____ comportamiento de muchos fenómenos _____ que suceden en el _____. Con base en estos _____, puedo decir que la _____ es como la explicación _____ lo que sucede a _____ alrededor.

La humanidad muchas veces _____ la Física de una _____ de maneras y cotidianamente, _____ darse cuenta, con algo _____ sencillo como cocinar, arreglar _____ carro, correr un mueble, _____ o tirar un objeto, _____ el momento en que _____ desplazamos en un carro; _____ son manifestaciones de la _____. Incluso sabemos algunas de _____ leyes, como saber que no _____ usar un plato que _____ en la refrigeradora y _____ el horno porque se _____, que si nos empujan _____ nos montamos en una _____, iremos más rápido; con _____ esto afirmamos que la _____ está en nosotros.

La Física es una ciencia fundamental y básica para el desarrollo y desempeño de la de la mayoría de las ciencias; es por esto que muchas veces ni siquiera imaginamos que muchas profesiones la necesiten, como los meteorólogos, que deben tener muy buenas bases de Física para ejercer su profesión.

La Física puede llevarnos a tener cambios muy drásticos e inimaginables en la forma de vivir e incluso traer consigo muchos beneficios para la supervivencia humana, como tener otras opciones de fuentes de energía, retar a las leyes de

la Física, en busca de carros aéreos, poder ir al espacio y tener nuevas experiencias, como lo hacemos actualmente a diferentes lugares del mundo, poder flotar en la Tierra y que nuestro futuro sobrepase lo cotidiano.

Así como a lo largo de la historia han surgido grandes físicos de diferentes nacionalidades y gracias a sus aportes hemos evolucionado, también en Costa Rica gozamos de grandes físicos que contribuyen al desarrollo de descubrimientos para las facilidades del mundo, como lo es Franklin Chang Díaz, quien es reconocido a escala internacional por sus logros que no paran, ya que actualmente está buscando la forma de viajar al espacio de forma más rápida, mediante un motor de plasma, convirtiéndose en un orgullo nacional.

Tenemos que reflexionar sobre la importancia de la Física en el mundo y darle más valor, ya que tenemos una gran dependencia; debemos ser capaces de aprovecharla de la mejor manera, no verla como una simple ciencia, ya que puede modificar incluso nuestra propia capacidad para comprender el mundo en términos racionales, llevándonos así a tener en nuestras manos la mejor y única herramienta para un futuro mejor, del cual somos responsables.

Anexo 3: Prueba de Entrada/Salida

Anexo 4: Prueba de desarrollo