

**LA SIMULACIÓN ELECTRÓNICA COMO HERRAMIENTA PARA EL
DESARROLLO DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.**

ALFREDO RAFAEL ACEVEDO PICÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA CEDEDUIS
BUCARAMANGA 2007**

**LA SIMULACIÓN ELECTRÓNICA COMO HERRAMIENTA PARA EL
DESARROLLO DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.**

ALFREDO RAFAEL ACEVEDO PICÓN.

**Monografía para optar al título de Especialista en Docencia
Universitaria.**

Directora

Dra. Martha Vitalia Corredor Montagut

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA CEDEDUIS

BUCARAMANGA 2007

RESUMEN

TITULO: La Simulación Electrónica Como Herramienta Para El Desarrollo Del Aprendizaje Significativo*

AUTORES: ACEVEDO PICÓN, Alfredo Rafael**

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje, Teorías del Aprendizaje, Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Social, Simulación Electrónica.

Descripción

En los cursos de Dispositivos Electrónicos de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander se han evidenciado problemas de aprendizaje en algunos estudiantes. En virtud de los comportamientos detectados, se pudo concluir que el tipo de aprendizaje que un segmento de la población muestra, no es del tipo significativo dado que no es duradero y presenta una trascendencia insuficiente.

Partiendo de las observaciones realizadas por el autor desde su labor docente, inicialmente se hace una reflexión sobre las posibles causas de la situación que se presenta, la cual se fundamenta desde las teorías del aprendizaje propuestas por Piaget, que se denomina Epistemología Genética; Ausubel, conocida como La teoría del Aprendizaje Significativo y la teoría propuesta por Vigotsky conocida como la del Aprendizaje Social.

Finalmente, después de presentar las potencialidades de las herramientas de simulación electrónica, que hacen parte del entorno social donde se desenvuelve el aprendiz y que además proporcionan entre otras cosas: espacios que le permiten al estudiante adquirir dominio de conceptos abstractos, posibilidad de desarrollar ciclos de diseño iterativos y una representación grafica de los comportamientos de los sistemas simulados, se realiza una propuesta de enseñanza y aprendizaje que se fundamenta en este tipo de actividad computacional, la simulación electrónica.

*Monografía

**Especialización en Docencia Universitaria. Martha Vitalia Corredor Montagut

SUMMARY

Title: The Electronic Simulation used as a tool for significant learning achievement. *

Authors: ACEVEDO PICÓN, Alfredo Rafael.**

Key Words: Learning, Learning Theories, Significant Learning, Social Learning, Electronic Simulation

Description

At the Electronic Devices courses offered in the Electronics Engineering career at the University Industrial of Santander, it has been detected learning problems in some students. According to the detected behaviors, it has been concluding that the learning type of the population segment is not the significant learning because it is not durable and shows insufficient transcendence.

Starting from the author's realized observations from his teaching labor, in the first place a reflection is performed and it is about the probable causes of the actual situation, which has been based from the learning theories proposed by Piaget, that has been denominated Genetic Epistemologist; David Paul Ausubel, known as The Significant Learning Theory and the theory proposed by Igor Vigotsky known as Social Learning Theory.

Finally, after the presentation of the potentials of the electronic simulation tools, which make part of the social environmental where the apprentice lives and develop and also gives the opportunity to the student among other things: enough spaces for the student to dominate abstract concepts, the possibility of iterative design cycles and graphical representation of the simulated systems behavior, it has been done a proposal of teaching and learning technique based in this kind of computational activity, the electronic simulation.

*Monografía

**Especialización en Docencia Universitaria. Martha Vitalia Corredor Montagut

Tabla de Contenido

	PAG.
INTRODUCCIÓN.	7
1. DE LA FORMULACIÓN TEÓRICA A LA SOLUCIÓN PRÁCTICA DE LOS PROBLEMAS EN ELECTRÓNICA UTILIZANDO SPICE COMO HERRAMIENTA MEDIADORA	8
1.1. Situación Observada.	9
1.2 Reflexión	13
2. EL APRENDIZAJE COMO PROCESO DINÁMICO Y EXIGENTE	17
2.1 FUNDAMENTOS DESDE LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE	17
2.1.1 Concepciones sobre el aprendizaje	17
2.1.2 Teorías del aprendizaje	19
2.1.2.1 La Epistemología Genética de Piaget.	19
2.1.2.2 Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel	21
2.1.2.3 Teoría del Aprendizaje Social de Vigotsky	23
2.1.3 Componentes del aprendizaje	27
2.1.4 ¿Por qué no aprenden los estudiantes?	31
3. LAS TECNOLOGÍAS COMO APOYO A LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA INGENIERÍA	33
4. PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA BASADA EN SIMULACIÓN QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LOS CURSOS DE ELECTRÓNICA	43
4.2 Supuestos Teóricos De La Propuesta	45
4.4 Acciones De La Propuesta.	47
a) Presentación de la herramienta	48
b) Presensación del problema inicial	51
c) Selección de Acciones	52
4.5 Recursos y condiciones institucionales para la implementación de la propuesta.	52
4.6 Evaluación de la efectividad de la simulación	52
BIBLIOGRAFÍA	55

Lista de Figuras.

	PAG.
Figura 1. Receptor de comunicaciones de microondas.	37
Figura 2. Sistema de Radar Conceptual.	38
Figura 3. Circuito RC alimentado por una onda cuadrada	50
Figura 4. Señales de Entrada y Salida del circuito de la Figura 3	51

INTRODUCCIÓN.

Desde hace algunos años, en diversas oportunidades he dirigido las sesiones teóricas de las asignaturas que en su momento se llamaron Electrónica I, Electrónica II y Electrónica III y de manera simultánea he dirigido y calificado algunos proyectos de grado en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander. En el transcurso normal de estas actividades he detectado algunos problemas de aprendizaje en los estudiantes que se manifiestan, en algunos casos, como la imposibilidad que ellos tienen de aplicar conceptos antes estudiados en la proposición y creación de sistemas electrónicos funcionales y bien sustentados. Conciente de este problema y dentro del espacio de reflexión fundamentada que proporciona la Especialización en Docencia Universitaria que ofrece el CEDEDUIS se ha realizado este trabajo monográfico.

El texto se compone de cuatro capítulos donde inicialmente se presenta la situación observada y se hace una reflexión desde la forma como históricamente se han llevado a cabo las prácticas docentes y la manera en la cual los estudiantes evidencian el proceso de aprendizaje. A continuación se hace una revisión de las teorías del aprendizaje que pueden contribuir a la generación de una propuesta que de alguna manera contribuya con el proceso de creación de saberes en el estudiante. Posteriormente, se presentan las características de las tecnologías informáticas que resaltan su utilización como herramienta mediadora en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Finalmente, se realiza la propuesta de una estrategia de enseñanza y aprendizaje que se fundamenta en la utilización de una herramienta de simulación electrónica.

1. De la formulación teórica a la solución práctica de los problemas en Electrónica utilizando SPICE como herramienta mediadora

En este capítulo se pretende realizar una descripción de la situación actual que se evidencia en los cursos de electrónica en cuanto a la construcción de conceptos y la correspondiente aplicación de éstos en la solución de problemas cuando implica, por ejemplo, la creación de un sistema electrónico funcional. Para situar al lector en los cursos de electrónica de la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones E3T, en primer lugar se realiza una corta revisión histórica de la carrera y de la introducción de estos cursos a mediados de los años noventa del siglo veinte.

La carrera inicia actividades a mediados del año 1994 durante el segundo semestre académico y recibe cien estudiantes para los programas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica que posteriormente eligieron programa. En ese año entra en vigencia la última reforma del currículo de Ingeniería Eléctrica y en 1996 comienza a ofrecerse el primero de los tres cursos de Electrónica que pueden pensarse como la espina dorsal del programa de ingeniería Electrónica. El principal objetivo de estas asignaturas, propuesto hasta el momento, es presentarle al estudiante los conceptos básicos de los dispositivos electrónicos, sus modelos, sus aplicaciones más generales para que al finalizar dichos cursos ellos se encuentren en capacidad de analizar y sintetizar prácticamente cualquier sistema electrónico de mediana complejidad.

Durante estos diez años, alrededor de doce docentes han dirigido las actividades teóricas de estas asignaturas con enfoques pedagógicos distintos, pero con muchas similitudes en la forma de abordar las clases. Se han realizado intentos de romper los esquemas tradicionales, pero los resultados no han sido publicados y

escasamente han sido socializados. De otro lado en la calificación de algunos proyectos de grado que involucran la creación o síntesis de sistemas electrónicos funcionales, se han detectado algunas deficiencias que debieron haber sido superadas durante el transcurso regular de la carrera, pero los resultados obtenidos no lo demuestran así. Se encuentran estudiantes con muy buenas notas en estos cursos, que seguramente manejan un conjunto de saberes teóricos con mucha propiedad, pero que a la hora de aplicar tales conceptos en la creación de sistemas no lo hacen de la forma esperada, dado que ofrecen o proponen soluciones a problemas muy interesantes, sin el nivel de calidad deseado.

Conciente de este problema, planteo inicialmente el objetivo de realizar una revisión teórica de las posibles formas en las cuales los alumnos están creando conceptos que luego deben aplicar en la solución de un problema particular. Para abordar el trabajo, se inicia con una reflexión realizada por el autor desde su labor docente, donde se detectan algunas situaciones que pueden estar contribuyendo con el problema.

1.1. Situación Observada.

Es claro que la Ingeniería Electrónica puede clasificarse dentro de las aplicaciones de las ciencias fácticas, sin embargo, los modelos utilizados, generalmente pertenecen a un cuerpo cerrado con sus propios axiomas y leyes, acercándose de manera estrecha a las ciencias puras. Tal vez sea por esta proximidad, que tradicionalmente en la enseñanza de estos cursos hay una inclinación conductista. Así, desde la creación de la carrera, en este tipo de cursos, algunos docentes hemos optado por la presentación de la información o de los conceptos relacionados con la temática, la solución de algunos problemas típicos y cerrados en el tablero, la realización de algunas experiencias en el laboratorio y una evaluación clásica que está orientada más a medir que a valorar o elaborar juicios que posibiliten reconocimientos en cada aprendiz y el planteamiento de estrategias de mejoramiento.

Cuatro son los temas tratados durante la realización del curso. Inicialmente se presentan algunos conceptos de la Física del Estado Sólido, donde se espera que el estudiante comprenda los fenómenos que gobiernan la operación de los dispositivos semiconductores. Para el desarrollo de este tema es necesaria la utilización de diferentes expresiones, en lo que juega un papel importante la memoria dado que las expresiones contienen un número importante de parámetros, los cuales debe identificar y valorar el estudiante. Sin embargo, algunas veces los docentes pretendemos que nuestros alumnos aprendan estas expresiones reforzando la repetición de éstas, más no la comprensión de su significado y de las relaciones entre los parámetros; lo anterior se refuerza pues la repetición hace parte de la evaluación lo cual desde luego no favorece el aprendizaje significativo.

Una vez finalizado el tema al que se hace alusión en el párrafo anterior, se estudia “La Unión PN o Diodo”, que es el primer contacto del estudiante de Ingeniería Electrónica con los circuitos no lineales. Es un conflicto cognitivo que debe ocurrir en su estructura conceptual, para el que supuestamente está preparado ya que lleva al menos tres años estudiando y apropiándose de herramientas para el análisis de los circuitos lineales. En este tema el estudiante debe aprender y demostrar las habilidades necesarias para resolver circuitos no lineales que utilicen diodos y, además, debe seleccionar y aplicar el modelo correspondiente. Desafortunadamente no existe un único camino para la solución de este tipo de problemas, luego el docente debería ofrecer experiencias de aprendizaje en el aula que plantee situaciones que le permitan al discípulo encontrar el mejor camino que le asegure el éxito, que le permita sentirse competente, lo cual no ocurre en la mayoría de los casos dado que el porcentaje de aprobación es bajo. Los últimos dos temas son los transistores Bipolares y de Efecto de Campo; su estudio se fundamenta en los conceptos antes tratados y requiere de su completo dominio. En muchos casos las experiencias de aprendizaje dirigidas están diseñadas bajo la suposición de que el estudiante cuenta con el dominio de los temas antes vistos así

los resultados obtenidos demuestren lo contrario, preconcepción que es errónea en un profesor.

Por los resultados obtenidos con la aplicación del actual enfoque, imposibilita a un segmento de la población la adquisición y construcción de modelos mentales que describan el funcionamiento y comportamiento de los diversos dispositivos estudiados durante el transcurso de su carrera, lo cual se ve reflejado en los resultados en el aprendizaje de los temas del curso.

De otro lado, mediante algunas observaciones se ha detectado que un grupo de estudiantes, valiéndose de las herramientas calculísticas adquiridas en los cursos de matemáticas y física, son capaces de producir soluciones teóricas utilizando los modelos simplificados que son estudiados en las distintas asignaturas, obteniendo aparentemente resultados satisfactorios. Sin embargo, cuando se requiere que pongan en práctica los conceptos adquiridos mediante la realización de un sistema, o la proposición de una solución, en gran medida ellos fallan, lo que demuestra que el aprendizaje no es significativo, ni duradero (Pozo [1], 115)

En relación con los resultados, se puede intuir que los mecanismos de evaluación o medición no son los mas apropiados, pues un porcentaje importante de la población que no proporciona los productos con la calidad esperada y no muestran aprendizaje significativo, han alcanzado resultados numéricos satisfactorios en los semestres cursados. Es importante aclarar que en esta monografía, no se pretende abordar el tema de la evaluación, pero se reconoce la importancia que los resultados generados por ésta tienen en los planes de mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Adicionalmente, en los últimos semestres, desde la modificación del reglamento de pregrado, se ha evidenciado una marcada ausencia de motivación por parte de los

estudiantes. Aparentemente en un porcentaje importante de los aprendices matriculados el grado de compromiso cuando por primera vez se enfrentan al curso es bajo, dado que existe la posibilidad de interrumpir la asignatura y cursarla en otra oportunidad sin sufrir amonestaciones; en los tres últimos semestres se ha presentado este caso en el 70% de la población. Cuando los estudiantes repiten por primera vez el curso, la situación no mejora de manera importante, tal vez por la misma razón; en la tercera oportunidad se evidencia un aumento de compromiso y, generalmente, aprueban la asignatura con una nota cercana al promedio alcanzado por el curso. Desde luego esta puede ser una situación transitoria mientras ellos comprenden el costo que deben pagar al enfrentar su carrera mediante estas actitudes, pero hasta el momento el comportamiento que predomina es el expuesto.

Ahora bien, en los semestres en los que se ha aplicado la evaluación diagnóstica, los resultados han sido desalentadores. Las concepciones previas que debieron fundamentarse en los cursos anteriores, en especial el de Circuitos Eléctricos, no son las adecuadas y así se propongan actividades extra curso para nivelar el conocimiento de los estudiantes, generalmente no se aprecia el cambio requerido para enfrentar las nuevas situaciones de aprendizaje. Lo anterior, nos deja ver que hay mucho por hacer en las asignaturas previas al ciclo básico profesional.

Finalmente, dado el gran número de estudiantes que generalmente conforman los cursos, al docente le es sumamente difícil determinar con certeza las técnicas de estudio empleadas por los estudiantes, sin embargo, el cuerpo docente de la E3T es conciente del poco tiempo con el que cuentan los estudiantes para dedicarle a los cursos, situación que se espera sea corregida con la nueva reforma que se está implantando desde este semestre. Igualmente, será conveniente tener en cuenta los estilos de aprendizaje que pueden tener los estudiantes matriculados en el curso, así el profesor selecciona estrategias y experiencias para cuatro o seis grupos de estudiantes, según la clasificación de los estilos, y no para 50, 60 o 70 estudiantes.

1.2 Reflexión

En relación con el no manejo de conceptos fundamentales, tal vez sea posible, por parte del cuerpo docente, comprender que se requiere tiempo para apropiarse e insertar en la estructura conceptual algunas expresiones que son de constante utilización y de esta forma desestimular el aprendizaje memorístico por simple repetición. Podría ser interesante apartarse un poco de los contenidos y centrar la labor de enseñanza en las actitudes necesarias para comprender los fenómenos y la forma de abordar problemas, recordando en todo momento que el proceso de aprendizaje se fundamenta en lo que el estudiante sabe y que es necesario partir de ese saber para lograr el cambio que se evidencia con el aprendizaje, lo que es importante desde el punto de vista psicológico como lo resaltan Ausubel, Novak y Hanesian (Ausubel y Otros [4]).

De otro lado, dados los niveles de motivación detectados en los estudiantes, se deben fortalecer los mecanismos de comunicación entre los docentes, que son las personas que están trabajando directamente con los estudiantes, y las directivas que trazan las políticas académicas dado que si este canal no funciona correctamente, pueden generarse situaciones que no favorezcan el aprendizaje sin ser esta la intención primaria de las medidas. Se deben buscar estrategias nuevas que de alguna manera puedan ser incluidas en el tiempo dedicado al estudio de las asignaturas y que de alguna forma contribuyan, entre otras cosas, con los problemas que se generan de la conformación de grupos de más de 30 estudiantes por asignatura. Igualmente, será fundamental tener en cuenta los intereses y las motivaciones con que llegan los estudiantes al aula puesto que realmente la parte afectiva juega un papel fundamental en el logro de aprendizaje.

Además, es probable que el tipo de actividades didácticas mencionadas en la situación observada pueda no estar colaborando con el aprendizaje inicialmente esperado, situación que se está evidenciando con los resultados obtenidos. Si realmente con este enfoque se estuviese alcanzando los objetivos trazados, los estudiantes estarían en capacidad de enfrentarse a posteriores problemas y proporcionar soluciones con la calidad esperada.

Es importante señalar las condiciones que deben existir para que se pueda lograr el aprendizaje, al respecto conviene aclarar que es insuficiente contar con un cuerpo docente de excelentes calificaciones académicas para lograrlo. En esta dirección, los docentes deben comprometer al estudiante en su proceso, le deben hacer ver que el cambio final ocurre si el afectado así lo quiere. Por otra parte, cada docente debe proporcionar las experiencias facilitadoras, que de acuerdo con Berbaum¹ que afirma que,

El alumno entregado a aprender debe ser orientado, saber a dónde tiene que dirigir su esfuerzo, para conseguir vivir el éxito de su aprendizaje. Por eso, el profesor debe concretar con claridad los objetivos que se quieren lograr en cada sesión y recordarlos de vez en cuando durante el curso. (Dalis, 1970).

El reto pedagógico que se plantea aquí es llevar a que los alumnos se propongan, o al menos acepten, un objetivo en el aprendizaje. a menudo, uno queda satisfecho con ofrecer a los alumnos fórmulas estereotipadas que suplen el objetivo del aprendizaje. "Al final de esta lección, el alumno será capaz de..." El reto auténtico es crear la necesidad de aprender.

Según Jean Berbaum (1991), para que se dé aprendizaje hay que cumplir tres condiciones. La primera es que exista un proyecto, que se vaya tras un objetivo. Por ejemplo, al conocer los resultados de los nadadores en los juegos olímpicos, puedo concebir el plan de participar en las próximas competencias. Y para esto, tendría que proponerme unos objetivos: mejorar mi velocidad, sincronizar mejor mis movimientos, aumentar mi resistencia.

deberán incluir un objetivo, un método, que es justamente hacia donde se dirige la propuesta de esta monografía y, finalmente, deberán existir resultados satisfactorios, que le permitan al estudiante comprometido con su proceso poder saborear el éxito de su aprendizaje.

¹ <http://www.sepbcs.gob.mx/comunicacion/Noticias%20educacion/ENERO%2006/Las%20materias.htm>,
Diciembre 2006

Para poder contribuir con la solución al problema inicialmente propuesto, es claro que las actividades docentes deben estar enfocadas en la búsqueda de un aprendizaje significativo, que se puede lograr si el docente orienta las experiencias en la forma adecuada. De acuerdo con Ausubel², es imperativo que el docente conozca o se haga una idea de los presaberes dominantes en su grupo de estudiantes, pues este conocimiento es el punto de partida, es la materia prima intelectual que, el docente y el estudiante, deben procesar para lograr la transformación válida y duradera de la estructura conceptual y actitudinal del estudiante que en este caso se evidenciará mediante la creación de sistemas electrónicos.

En los párrafos anteriores se ha venido insistiendo en la importancia de las condiciones del aprendizaje, donde en primer lugar es necesario que el aprendiz se comprometa con el proceso y el docente construya las situaciones pertinentes para que este ocurra. Al respecto, ambos se pueden formular la pregunta de ¿cómo se puede evidenciar desde la perspectiva propia del estudiante y desde la óptica externa de un evaluador, que efectivamente se está logrando el aprendizaje esperado? Desde la óptica del docente, es necesario evidenciar que efectivamente el estudiante está construyendo los modelos correctos, situados y pertinentes en el interior de su estructura cognitiva, que, desde luego, implica un proceso de retroalimentación dual, entre el aprendiz y el docente. Existen numerosos mecanismos para realizar este procedimiento entre los que se pueden resaltar la revisión del cuaderno de apuntes, las relatorías, las prácticas de laboratorio, la pregunta didáctica, etc. Sin embargo las anteriores estrategias pueden tener un

² David Ausubel and others (Ausubel 1963; 1968; Ausubel, Novak and Hanesian 1978) formulated a learning theory that has shown great promise for practical use in the educational forum. The primary idea of Ausubel's theory is that learning of new knowledge is dependent on what is already known. In other words, construction of knowledge begins with our observation and recognition of events and objects through concepts we already possess. We learn by constructing a network of concepts and adding to them. A concept map is a instructional

problema y es la necesidad de que exista una mediación y valoración permanente de parte del profesor. Pero, ¿qué pasa cuando factores externos al proceso se interponen y dificultan o entorpecen estos mecanismos? ¿Podrá otro tipo de actividades un poco más individuales favorecer la construcción significativa de estos modelos? En este sentido, en el tercer capítulo de esta monografía, se argumenta otra alternativa de trabajo en el aula, que puede ser una opción válida.

Por otra parte, para el estudiante la seguridad de estar adquiriendo los modelos conceptuales pertinentes se refleja en el éxito; pero entendiendo el éxito no sólo como la obtención de buenas notas, sino también como el crecimiento personal constante. Cuando la cuota de éxito no es la esperada, pueden comenzar los problemas de motivación; si el estudiante no afronta la situación con el nivel de madurez adecuado puede distanciarse e interrumpir su proceso de formación, situación en la que la atención del docente es fundamental, quien le debe hacer ver al estudiante comprometido que existen formas alternativas de afrontar estas situaciones y que siempre en la vida se está construyendo a partir de los aciertos y los errores, de las situaciones de éxito y las situaciones de fracaso.

Sin embargo, la respuesta que se presenta a este interrogante está incompleta; lo que ambos deberían entender, el estudiante y, en especial, el docente es cómo aprenden los estudiantes, cuya reflexión se aborda en el siguiente capítulo.

device that uses this aspect of the theory to allow instruction of material to learners of different prior knowledge. Available at <http://www.spjc.edu/SPG/Science/Lancraft/cmapping/cmapping.html>

2. EL APRENDIZAJE COMO PROCESO DINÁMICO Y EXIGENTE

En la primera parte de este segundo capítulo se pretende conciliar una definición de lo que comúnmente se llama aprendizaje, actividad de gran importancia dado que se debe establecer un marco de referencia acerca de lo que se pretende mejorar. Una vez establecido lo que se entiende como aprendizaje, se requiere presentar las teorías que fundamentan el cómo aprenden los estudiantes, que en este caso particular serían las que justifican la utilización de tecnologías informáticas como herramientas mediadoras. Así mismo, se abordan las reflexiones sobre los contenidos del aprendizaje y el por qué no aprenden los estudiantes lo que se les quiere enseñar.

2.1 FUNDAMENTOS DESDE LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE

2.1.1 Concepciones sobre el aprendizaje

El aprendizaje es un proceso dinámico, complejo, variante en el tiempo, no lineal y muchas veces irreversible, que siempre busca un cambio en el dicente. Es dinámico en la medida que representará un nuevo conjunto de respuestas o estrategias de acción o tal vez de ambas, que le permitirán al aprendiz comprender y resolver de manera eficiente situaciones futuras que se relacionan de algún modo con aquellas primeras situaciones que han producido el conjunto de respuestas o estrategias. Se puede pensar que el aprendizaje es complejo en la medida en que las nuevas estructuras de pensamiento que se van desarrollando cada vez son más elaboradas; es variante en el tiempo dado que no existe una duración establecida en el proceso y éste cambia a medida que los conceptos adquiridos por el aprendiz le permiten alcanzar algún tipo de mejoramiento o desarrollo³.

³ Tanto la construcción de conocimientos como la sola asociación de estímulos y respuestas se ven muy afectados por la secuencia en la que se realizan las actividades de aprendizaje, ya que los aprendizajes anteriores van siempre a condicionar los que vengan a continuación. Pozo Muncio, J. I. (1998) Aprendices y maestros.

De otro lado, dado que la representación de la realidad que ocurre en el interior del aprendiz, como resultado del proceso de aprendizaje, no es una copia exacta de la situación a la que fue sometido, se puede afirmar que el aprendizaje no es lineal y, finalmente, se puede decir que en algunas oportunidades parece irreversible como en el caso de los malos hábitos y los conceptos con errores, que son tan difíciles de desarraigar de las estructuras conceptuales y actitudinales de los aprendices.

El cambio, que ocurre como consecuencia del aprendizaje, solo puede ocurrir si las condiciones existen. Para que el aprendizaje ocurra de la manera esperada, es siempre necesaria una transformación de las estructuras cognitivas internas del aprendiz, requiriendo que la nueva información se relacione de manera eficaz con la estructura cognitiva existente. Además, como el hombre es un ser social, el aprendizaje es entonces también una actividad social, que implica que el alumno se apropie e interiorice los símbolos y signos de la cultura a la cual pertenece, mediante la relación con miembros más experimentados utilizando el lenguaje. Se puede afirmar que el aprendizaje es un proceso que asegura el cambio del docente, si en él existe una transformación interna y ésta se logra mediante la interrelación con miembros más experimentados de la sociedad. El conocimiento, son las experiencias que cada aprendiz reconstruye, luego no puede ser adquirido mediante la simple transmisión de información proveniente del docente.

Cuando los procesos de enseñanza y aprendizaje son exitosos, en el aprendiz existen características o actitudes que permiten detectar el éxito. De acuerdo con Pozo [1] se identifican tres rasgos del buen aprender que implicaría **un cambio duradero y transferible a nuevas situaciones como consecuencia directa de la práctica realizada**. Este cambio será duradero o estable en el tiempo, siempre que la experiencia a la que sea sometido el aprendiz logre integrar los nuevos conocimientos al conjunto de presaberes con los que él cuenta inicialmente, logrando así de esta forma que se construya un nuevo saber. Sin embargo, este

nuevo conocimiento debe ser dinámico en el sentido de su aplicabilidad y asociabilidad, es decir, esos nuevos saberes deben permitirle al aprendiz responder o afrontar nuevos retos de manera eficiente.

2.1.2 Teorías del aprendizaje

Para explicar cómo aprenden los estudiantes, se presenta una revisión de las teorías de Piaget, Ausubel y Vigotsky, cuyas propuestas son base de la reflexión de esta monografía puesto que en cierta forma sustentan o fundamentan el uso de las tecnologías de la información y la comunicación como apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje.

2.1.2.1 La Epistemología Genética de Piaget.

La teoría de Piaget [2] [3] se denomina Epistemología Genética y basa su estudio en el origen y desarrollo de las capacidades cognitivas desde fundamentos orgánicos, biológicos y genéticos y afirma que cada aprendiz se desarrolla a su propio ritmo. El autor sostiene que los procesos de pensamiento e inteligencia son cognitivos y se basan en una estructura orgánica biológica propia, que se desarrolla en forma paralela con la maduración y el crecimiento orgánico⁴.

Para Piaget, el aprendizaje ocurre cuando existe una reorganización de las estructuras cognitivas que es consecuencia del funcionamiento de procesos adaptativos al medio, que necesitan de la asimilación y acomodación de

⁴ El mecanismo general de formación del conocimiento según Piaget es el equilibrio, la resolución de los desequilibrios cognitivos a través de la organización más equilibrada a niveles superiores. El equilibrio implica dos procesos, la asimilación y la acomodación. A medida que los niños se desarrollan, van integrando diferentes patrones de conocimiento organizado que le permitirán construir una visión del mundo y de él mismo. Disponible en: <http://www.earlytechnicaleducation.org/Spainien/cap2lis2es.htm>

experiencias que deben estar en concordancia con las estructuras cognitivas previas de los aprendices. Desde esta teoría, se considera que ocurre el aprendizaje cuando la nueva experiencia entra en conflicto con los conocimientos previos generando un cambio y una reacomodación en las estructuras cognitivas del aprendiz. Al respecto se afirma que,

En cuanto al origen y al límite del conocimiento, hay que empezar diciendo que la epistemología piagetiana ha sido catalogada de "innatista". Si se toma de forma muy estricta esta acusación puede ser exagerada pero, contiene una buena parte de verdad. De acuerdo con las hipótesis epistemológicas de Piaget, la actividad cognoscitiva se desarrolla por el impulso a una "tendencia a la equilibración" de dos mecanismos de adaptación, la "asimilación" y la "acomodación" -que Piaget llama "invariantes funcionales" para destacar, primero que funcionan tanto en el plano biológico como en el intelectual y segundo que se encuentran presentes en todos los organismos, tanto animales como humanos. Luego en la concepción piagetiana el desarrollo del conocimiento tiene su origen en el funcionamiento de la propia vida y por tanto está inscrito de cierto modo en los genes o sea que tiene un carácter innato⁵.

En el proceso de aprendizaje la teoría define dos mecanismos denominados asimilación y acomodación que son fundamentales para la adaptación del aprendiz a su ambiente⁶. La asimilación se refiere al modo en que el aprendiz se enfrenta a un estímulo del entorno en términos de organización actual con la que cuenta, Piaget afirma que "*La asimilación mental consiste en la incorporación de los objetos dentro de los esquemas de comportamiento, esquemas que no son otra cosa sino el armazón de acciones que el hombre puede reproducir activamente en la realidad*" (Piaget, 1.948). De otro lado, la acomodación implica una modificación de la organización actual en respuesta a las exigencias del medio; es el proceso mediante el cual el aprendiz cambia de acuerdo con las condiciones externas, que aparece no sólo como necesidad de someterse al medio, sino se hace necesaria también para poder coordinar los diversos esquemas de asimilaciones.

En este contexto, la adaptación implica una labor cognoscitiva del aprendiz para

⁵ Disponible en : http://www.psicocentro.com/cgi-bin/articulo_s.asp?texto=art53001

⁶ Asimilación y acomodación son dos procesos invariantes a través del desarrollo cognitivo. Para PIAGET asimilación y acomodación interactúan mutuamente en un proceso de EQUILIBRACIÓN. El equilibrio puede considerarse cómo un proceso regulador, a un nivel más alto, que gobierna la relación entre la asimilación y la acomodación. Disponible en : <http://www.orientared.com/articulos/piaget.php>

lograr el equilibrio entre su ser y el ambiente que lo rodea. Valiéndose de la **asimilación**, el aprendiz incorpora nueva información en sus estructuras cognitivas previas permitiendo transformar el conocimiento inicial. La **acomodación** implica un ajuste o cambio en el aprendiz cuando las circunstancias externas así lo exigen y es de alguna manera un proceso conciente. Los mecanismos de asimilación y acomodación hacen parte de unidades de estructuras cognoscitivas que Piaget llama esquemas. Se afirma entonces que el esquema constituye un plan cognoscitivo que establece la secuencia de pasos que conducen a la solución de un problema.

A modo de conclusión podemos decir que la teoría de Piaget se puede resumir de la siguiente manera: El aprendizaje tiene lugar cuando existe un cambio en las estructuras cognitivas internas del aprendiz, en sus esquemas y estructuras mentales.

2.1.2.2 Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel

La teoría del Aprendizaje Significativo la plantea David Ausubel que afirma que el aprendizaje de un individuo depende de la estructura cognitiva previa que sea posible relacionar con la nueva información entrante. Se entiende por estructura cognitiva, al conjunto de conceptos e ideas, así como la organización de éstas, que el aprendiz posee en un determinado campo del saber.

La propuesta indica que el punto de partida de todo aprendizaje es la estructura cognitiva del alumno, lo cual implica que deben existir conceptos y proposiciones estables manejadas por el aprendiz para que ocurra un futuro aprendizaje y es justamente el estado inicial del aprendiz lo que el docente debe explorar para

ofrecer experiencias que permitan a los estudiantes vincularlos con la nueva información. David Ausubel, Joseph Novel y Helen Hanesian recalcan la importancia de esto en el epígrafe de su obra cuando dicen: "*Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente*"⁷.

En esta teoría se identifica el contraste entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje mecánico. El aprendizaje significativo se alcanza cuando los contenidos se relacionan de forma sustancial, no arbitraria, con la estructura cognitiva del alumno, lo que es posible porque los nuevos contenidos guardan una relación relevante con los conceptos previos de los estudiantes, que son la base para los futuros conceptos que el aprendiz puede obtener. El aprendizaje significativo, favorece la diferenciación, evolución y estabilidad de los conceptos relevantes preexistentes y, consecuentemente, de toda la estructura cognitiva. En cambio el aprendizaje mecánico, contrariamente al aprendizaje significativo, ocurre cuando no existen adecuados conceptos relevantes preexistentes, de tal forma que la nueva información es almacenada arbitrariamente, sin que se realice una relación con los conocimientos anteriores. Ausubel no establece una distinción entre aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico como dos situaciones totalmente excluyentes, sino como situaciones que se traslapan y afirma que ambos tipos de aprendizaje pueden ocurrir de manera simultánea en la misma tarea de aprendizaje.

En relación con la teoría del aprendizaje significativo es importante mencionar las tres condiciones mínimas que se deben cumplir y que siempre contribuyen con el aprendizaje significativo, que son "*la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, dependiendo también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender, así como de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje*"⁸

⁷ Ausubel [4], página 151

⁸ DIAZ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo [27], página 41

En cuanto a la disposición, el estudiante debe tener una actitud positiva, es decir, debe querer aprender y se debe interesar por lo que está por aprender. Para lograr este tipo de aprendizaje, es necesario que el docente inicie o diseñe las actividades de formación desde los preconceptos con los que cuenta el estudiante para lograr que ocurran las conexiones necesarias que produzcan un aprendizaje que sea duradero, útil y que tenga sentido, así mismo, es fundamental que tenga en cuenta los estilos de aprendizaje, las motivaciones y los intereses de los estudiantes. Ambos, el estudiante y el docente deben estar concientes de que el proceso es extenso y no se da de la noche a la mañana, debe transcurrir un tiempo suficiente que permita el intercambio de significados y la maduración de los conceptos.

2.1.2.3 Teoría del Aprendizaje Social de Vigotsky

De acuerdo con Vigotsky, el aprendizaje implica el entendimiento e internalización de los símbolos y signos de la cultura y grupo social al que se pertenece; los estudiantes se apropian de las prácticas y herramientas culturales a través de la interacción con miembros experimentados, utilizando sistemas simbólicos entre los que se destaca el lenguaje [5]. Vigotsky rechaza las corrientes de pensamiento que definen el aprendizaje como una colección de respuestas ante estímulos conocidos⁹. Para este autor, existen cinco aspectos fundamentales que describen el comportamiento del individuo: que son las funciones mentales inferiores y superiores, habilidades psicológicas, la zona de desarrollo próximo, herramientas psicológicas y la mediación.

⁹ Vigotsky rechaza totalmente los enfoques que reducen la Psicología y el aprendizaje a una simple acumulación de reflejos o asociaciones entre estímulos y respuestas. Existen rasgos específicamente humanos no reducibles a asociaciones, tales como la conciencia y el lenguaje, que no pueden ser ajenos a la Psicología. A diferencia de otras posiciones (Gestalt, Piagetiana), Vigotsky no niega la importancia del aprendizaje asociativo, pero lo considera claramente insuficiente. Vigotsky y teorías sobre el aprendizaje. Conceptos centrales perspectiva vygotskyana. Disponible en: http://www.ideasapiens.com/autores/Vygotsky/teorias_%20sobreeel%20aprendizaje%20en%20vygotsky.htm

Funciones Mentales Inferiores Y Superiores

Las funciones mentales inferiores son aquellas con las que nace el individuo, como es el caso de los instintos que han sido transmitidos genéticamente. El comportamiento que se deriva de estas funciones es limitado y está condicionado por las estructuras físicas del individuo. Un ejemplo de este tipo de funciones pueden ser los reflejos que involuntariamente hacen mover el cuerpo para evitar el choque con un objeto que se aproxima a una determinada velocidad.

Las funciones mentales superiores se adquieren y se desarrollan a través de la interacción social. Puesto que el individuo se encuentra en una sociedad específica con una cultura concreta, las funciones mentales superiores están determinadas por la forma de ser de la sociedad; el comportamiento derivado de las funciones mentales superiores está abierto a posibilidades de crecimiento y aprendizaje. Un ejemplo de este otro tipo de funciones puede ser los modales en la mesa, que definitivamente han cambiado a lo largo de la historia y que se requieren para una buena interacción social pero que se adquieren en la casa.

Para Vigotsky, el hombre definitivamente es un ser social, por lo que propone que a mayor interacción social, mayor será el grado de conocimiento que un individuo puede alcanzar y, por ende, sus funciones mentales tendrán un mayor desarrollo. Añade, además, que el individuo se relaciona con el ambiente no sólo de manera directa, sino lo hace a través de los otros. En el caso del uso de la simulación digital podría llegar a existir una relación que favorezca la creación de nuevos conocimientos.

Habilidades psicológicas:

Las funciones mentales superiores se desarrollan en dos etapas. En una primera etapa, las habilidades psicológicas se manifiestan en el ámbito social y en una segunda etapa en el ámbito individual. La atención, la memoria, la formulación de conceptos son primero un fenómeno social y después se transforman en una propiedad de la persona. Cada función mental superior, primero es social y después es individual; el paso de las habilidades manifestadas en el ámbito social a las habilidades en el ámbito individual es el concepto de interiorización. El desarrollo de la persona es máximo cuando se apropia de los conceptos que han sido vistos en su rol social

Zona De Desarrollo Próximo (ZDP):

El autor define este aspecto como el potencial de desarrollo que tiene la persona al interactuar con los otros miembros de la comunidad, está medido por la distancia entre el nivel actual de desarrollo con el que cuenta la persona, determinado por la capacidad de resolver un problema de forma independiente y el nivel de desarrollo potencial, determinado mediante la solución de un problema más complejo bajo la guía o supervisión de otro miembro de la comunidad que tiene más experiencia.¹⁰

La ZDP está condicionada socialmente pues es la posibilidad de los individuos de aprender en el ambiente social, al relacionarse con otros. El conocimiento y la experiencia de los otros es lo que posibilita el aprendizaje, por lo tanto, mientras

¹⁰ La zona proximal de desarrollo es la distancia entre el nivel actual de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz. Vigotsky, L. S., El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Grijalbo, Barcelona, 1988
Tomado de: <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/09/9riolugo.html>

más rica y frecuente sea la interacción con los demás, el conocimiento alcanzado, será más rico y amplio.

La ZDP consiste en la etapa de máxima potencialidad de aprendizaje con la ayuda de otros, puede verse como una etapa de desarrollo del ser humano, donde está la máxima posibilidad de aprendizaje. El nivel de desarrollo y aprendizaje que el estudiante puede alcanzar con la ayuda, guía o colaboración de sus profesores o compañeros, siempre será mayor que el nivel que pueda alcanzar por sí sólo, por lo tanto el desarrollo cognitivo completo requiere de la interacción social.

Herramientas Sicológicas:

Dentro de este enfoque de aprendizaje, los modelos, las pinturas, la escritura, los diagramas, los esquemas, los dibujos, los signos y los sistemas numéricos, son las herramientas sicológicas y se convierten en el puente entre las funciones mentales inferiores y las superiores. Estas herramientas median los pensamientos, sentimientos y las conductas. La capacidad que presenta el individuo de pensar, sentir y actuar depende de que utilice éstas herramientas psicológicas para desarrollar las funciones mentales superiores, sociales o internas.

En este sentido, la herramienta sicológica más importante es el lenguaje, que inicialmente se utiliza como medio de comunicación entre los individuos en las relaciones sociales. Con el paso del tiempo se convierte en una habilidad interna y, por consiguiente, en una habilidad con la que el individuo piensa y controla su propio comportamiento. En resumen, a través del lenguaje los individuos se conocen, se desarrollan y crean su propia realidad.

Mediación:

La actividad humana está socialmente mediada e históricamente condicionada, por lo que se dice que hay una mediación social. Al respecto se dice que,

El concepto Vygotskyano de mediador está más próximo al concepto piagetiano de adaptación como un equilibrio de asimilación y acomodación que al conductismo mediacional.. Al igual que Piaget se trata de una adaptación activa basada en la interacción del sujeto con su entorno. El desarrollo de la estructura cognoscitiva en el organismo es concebido como un producto de dos modalidades de interacción entre el organismo y su medio ambiente: la exposición directa a fuentes de estímulo y de aprendizaje mediado. La experiencia de Aprendizaje Mediado es la manera en la que los estímulos remitidos por el ambiente son transformados por un agente mediador. Este agente mediador guiado por sus intenciones, su cultura y su inversión emocional, selecciona y organiza el mundo de los estímulos. Los 3 componentes de la interacción mediada son: el organismo receptor, el estímulo y el mediador. El efecto de la experiencia de aprendizaje mediado es la creación en los receptores de una disposición, de una propensión actitudinal para beneficiarse de la exposición directa a los estímulos. Esto se puede traducir en mediar para enseñar a aprender. Vygotsky y teorías sobre el aprendizaje. Conceptos centrales perspectiva vygotskyana¹¹.

Finalmente se afirma que una característica de los humanos es la utilización de instrumentos, los cuales abren la vía de aparición de los signos que regulan la conducta social, característica que se denomina mediación semiótica. Los instrumentos son los objetos con los que el hombre actúa de forma física sobre el medio que lo envuelve (lapicero, papel, computador). Por otra parte, los signos, actúan sobre la representación interna de la realidad, transforman la actividad mental de la persona que los utiliza (lenguaje, escritura), y de ese modo regulan su conducta social.

2.1.3 Componentes del aprendizaje

¹¹ En: http://www.ideasapiens.com/autores/Vygotsky/teorias_%20sobreeel%20aprendizaje%20en%20vygotsky.htm

Los tres componentes básicos del aprendizaje son los contenidos o resultados, los procesos o mecanismos y las condiciones que se deben cumplir para que ocurra el aprendizaje. En cada situación de aprendizaje se encuentran presentes los tres aspectos básicos que se relacionan de la manera particular y adecuada de acuerdo con la necesidad específica de aprender, de forma tal que los procesos y las condiciones sean adecuados y situados para que se logre el cambio que se pretende alcanzar.

Contenidos del Aprendizaje

En una cultura, los contenidos que son las cosas que se aprenden, son variados y dependen del desarrollo que ésta tenga. Por ejemplo, entre los contenidos están los conceptos, las conductas, los procedimientos, las normas y los valores. En virtud de que el hombre es un ser social por naturaleza, el individuo particular debe asimilar o manejar un conjunto de saberes que le permitan hacer parte del grupo social al que pertenece, lo que se logra, mediante un proceso de aprendizaje que favorezca su desarrollo integral y le permita aportar, de manera positiva, a la sociedad.

El hombre debe aprender a conocer, a hacer, a convivir y a ser y, desde luego, los mecanismos de enseñanza y aprendizaje así lo deben propiciar. El aprender a conocer requiere que el aprendiz vaya más allá del conocimiento y sea consciente de los nuevos retos sociales que se le imponen como el aprender a aprender. El aprender a hacer requiere que el aprendiz adquiera habilidades y competencias que lo preparen para producir soluciones en ambientes nuevos. El aprender a convivir requiere que aprenda habilidades de comunicación e interacción social, que le permita trabajar en equipos mediante el respeto, la solidaridad y la tolerancia. Finalmente, el aprender a ser implica que debe existir un desarrollo de las actitudes de responsabilidad personal, de la autonomía y de los valores éticos para de esta forma buscar la excelencia personal.

Los procesos de aprendizaje

En los momentos en los que el aprendiz se encuentra realizando alguna actividad, él está aprendiendo y una vez finaliza, también ha aprendido. Cuando el individuo aprende, lo que realmente hace es interiorizar la realidad a la que está sometido para favorecer de esta forma que exista un cambio en su estructura cognitiva.

Como esa realidad o estado al que se encuentra sometido el aprendiz no es individual, se convierte en una actividad no sólo cognitiva, sino también social, afectiva y valorativa, pero definitivamente comunitaria, entendiendo el término comunitaria no sólo con los demás individuos que conforman el núcleo, sino también incluye los objetos culturales realizados por el hombre y que lo afectan. Durante las primeras experiencias de aprendizaje, el proceso de alguna manera es regulado por los factores o actores externos, pero una vez que se alcanza la madurez suficiente la regulación se hace interna y es esto lo que permite dominar las habilidades y las estrategias para lograr aprender a aprender. El aprendizaje es un proceso que requiere casi siempre de la reestructuración y de la asociación, tal como lo expresa Pozo [1] cuando afirma que la construcción de conceptos puede ser estática o dinámica respectivamente.

Cuando son conductas simples las que se requieren, prima la asociación (memorizar el número del teléfono), mientras que en el caso de un proceso más complejo (encontrar la solución de un problema abierto), se requiere una reestructuración de los conceptos donde la nueva información interactúe con los conceptos antes adquiridos para desarrollar un nuevo conocimiento. Para que el aprendizaje sea duradero, debe ser del tipo significativo, el cual se logra partiendo de los conocimientos, las actitudes, los intereses y las experiencias previas, que en general son los presaberes e interactúan con el nuevo contenido y adquieren sentido en el aprendiz. En este tipo de aprendizaje se favorece la realización de relaciones entre conceptos ya adquiridos y los nuevos que se forman facilitando que sea un conocimiento general y aplicable a nuevas situaciones. Sin embargo, no sólo es suficiente partir de los presaberes del aprendiz para lograr el cambio esperado, también la motivación afecta la eficacia y la calidad del aprendizaje, motivación que puede ser intrínseca o extrínseca pero siempre afecta el proceso y debe ser analizada y fomentada durante el proceso.

Las condiciones del aprendizaje

El aprendizaje debe ser un proceso mediado, cooperativo y contextualizado. Es mediado por la comunidad -formada por los docentes, el grupo de estudio, el currículo y los demás miembros- mediante la utilización de la comunicación que es característica esencial del proceso. El actor que se supone ejerce la mayor fuerza en la mediación es el maestro, quien planea y ejecuta las actividades de aprendizaje y toma las decisiones en forma continua, de manera que orientan el proceso realizando constantemente una retroalimentación. Es cooperativo dado que implica que existe una comunicación e interacción con los otros miembros para soportarse conjuntamente y de esta forma complementar y perfeccionar los conocimientos llegando a producir concepciones autónomas pero siempre colaborativas.

Finalmente, se debe entender que el aprendizaje no ocurre en el individuo aislado, sino que ocurre en un grupo que hace parte de una institución con una forma de actuar y una dinámica propia que median y condicionan los procesos de aprendizaje del individuo que vive y se desenvuelve en una realidad.

2.1.4 ¿Por qué no aprenden los estudiantes?

Ya se han definido las condiciones que favorecen la creación de conceptos en el aprendiz. El docente, con su actividad favorecedora del aprendizaje, debe partir de los preconceptos con los que cuenta el estudiante, debe lograr presentar un material con el correcto potencial significativo y, finalmente, el aprendiz debe estar dispuesto a aprender. Si alguno de estos factores es inadecuado o falta es muy difícil que se alcance el nivel de transformación inicialmente buscado; en el momento de realizar la evaluación, entendida no solo como la medición de los resultados, sino como la verificación del proceso de cambio en las concepciones que tiene el aprendiz, es común que sólo se presente un estado, que no es aprendizaje¹², que no permite la aplicación de los conceptos a nuevas situaciones y que esté fuera del contexto adecuado.

¹² En esta misma época el filósofo y pedagogo norteamericano John Dewey (1859-1952), apartándose de los métodos disciplinares y rígidos de la escuela tradicional por entonces dominantes, desarrolló un enfoque de la doctrina pragmática basado en la experiencia: el instrumentalismo. Dewey consideraba que cada vez que se vive una experiencia, se experimenta un cambio que permite aprender la naturaleza de la realidad y el sentido de la vida, la experiencia era tanto la prueba como el conocimiento, estas dos dimensiones de la experiencia: hacer y experimentar, constituyen los factores esenciales de su método: aprender haciendo. Dewey considera que “Aprender, no es repetir lo que otros han dicho, hecho o escrito, aprender es emplear la información disponible y los procesos que otros utilizaron para descubrir, crear, innovar y hacer lo que los demás no han hecho” (Dewey 1898). El pensamiento estaría organizado para la formulación de planes o acciones directas, cuyo objetivo sería incrementar la experiencia y resolver los problemas de un modo satisfactorio; ideas y conocimiento serían procesos funcionales que actúan como mediadores útiles al servicio de la experiencia.

Francisco F. Bohórquez Gongora y Miguel H. Corchuelo Mora, Currículo y pedagogía en perspectiva: Un diálogo académico,

Grupo de Investigación SEPA: Seminario Permanente sobre Formación Avanzada

Universidad del Cauca Popayán – Colombia, <http://revista.iered.org/v1n3/html/fbymc.html>

Para lograr responder la pregunta ¿por qué no aprenden los estudiantes aquello que se les quiere enseñar?, se requiere hacer una catarsis del proceso de enseñanza que se está realizando. Es fundamental partir de los preconceptos y esto, en teoría, se puede lograr mediante una evaluación diagnóstica que permita detectar el estado cognitivo inicial del aprendiz para al final del proceso evidenciar y corroborar el cambio buscado. Si esta etapa se omite, es difícil que exista el aprendizaje o por lo menos del tipo buscado, que desde luego es el que tiene significado y trascendencia en el estudiante. La potencialidad de significados con los que cuenta el material al que se expone al aprendiz debe ser la adecuada y esto debe tener en cuenta que el estudiante se mueve o hace parte de un grupo social que es distinto al del docente, en particular la diferencia de edad implica todo un reto, dado que el grupo social al que pertenecen los jóvenes tiene construcciones muy distintas al de los mayores que no crecieron en un mundo tan influenciado por las tecnologías y los medios. Al respecto conviene aclarar que la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación – TICs, no asegura la potencialidad de los materiales de educación, pero definitivamente si puede ser un puente que permita establecer la comunicación entre las dos generaciones, la de los docentes y la de los aprendices, con sus contextos socioculturales distintos.

De otro lado, la motivación tiene dos factores, los internos del aprendiz y los externos que favorece o construye el docente, si estos últimos no son los adecuados, no se logrará la motivación adecuada. Sin embargo, también deben ser monitoreados los factores internos del estudiante para contribuir con ellos siempre que sea posible.

Finalmente, se puede afirmar que el éxito en la empresa de lograr un aprendizaje adecuado en el estudiante no es una responsabilidad total del docente, pero éste si tiene la obligación de hacer o proponer las condiciones adecuadas desde las teorías presentadas. Si el profesor no cumple con su parte del trabajo difícilmente el estudiante aprenderá.

3. LAS TECNOLOGÍAS COMO APOYO A LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA INGENIERÍA

La ingeniería es el arte de aplicar los principios físicos y matemáticos, la experiencia, el buen juicio y el sentido común para hacer cosas que beneficien a las personas; la ingeniería esta orientada a la generación de un producto técnico o un sistema que supla una necesidad específica dentro de la sociedad. La educación en las ingenieras se hace en la Universidad por medio de la construcción del conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales, seguido por un proceso de auto educación que dura toda la vida y en donde el ingeniero se enriquece con la práctica. Las cuatro palabras clave: matemáticas, física, experiencia y práctica son intocables en la educación inegenieril.

La ingeniería está fundamentada en los pequeños detalles que se adquieren en las prácticas que son desarrolladas en los laboratorios durante la educación universitaria. Sin embargo, de forma paralela al aumento en la complejidad de las tecnologías y los dispositivos, el costo y las características de los equipos requeridos en los laboratorios para completar los requerimientos mínimos de un laboratorio de hoy, son imposibles de pagar. La proliferación de equipos electrónicos como computadores, robots, dispositivos de electromedicina, sistemas de control etc. hacen que la educación en ingeniería sea compleja y además interdisciplinaria. El costo de la realización de un laboratorio para la formación de ingenieros puede resultar considerablemente más elevado que simplemente encender un PC donde se encuentre corriendo un programa de laboratorio virtual.

Es por esto que la E3T constantemente se enfrenta al dilema de establecer un balance entre los laboratorios reales o los virtuales para lograr graduar ingenieros

sofisticados con un nivel suficiente de práctica. El impacto de la experimentación virtual y la simulación computacional son buenas opciones como estrategias de aprendizaje pues hoy los estudiantes están mejor adaptados para entender y utilizar expresiones matemáticas y representaciones gráficas de manera eficiente.

El desarrollo de nuevas tecnologías computacionales, lenguajes de programación interactivos (Java por ejemplo) y la Internet, hace posible simular prácticamente cualquier problema de ingeniería en un computador. Un estudiante con acceso a Internet puede contar en su currículo con un simulador virtual o a un paquete de multimedia. Se ha evidenciado que la efectividad general del modelamiento y la simulación computacional dentro de los procesos educativos es muy positiva y se esta expandiendo [7].

Decimos que es muy positivo el uso de las tecnologías porque los computadores, por ejemplo, pueden entre otras cosas: extender el acceso a los recursos educativos, favorecer un entendimiento mas profundo permitiendo hacer visibles conceptos abstractos, apoyar en la organización y el análisis de la información, magnificar las formas de expresión de los estudiantes, promover el aprendizaje colaborativo, incentivar a los estudiantes a desarrollar productos terminados mediante la aplicación de ciclos iterativos. Sin embargo, hacer efectivo el uso de las nuevas tecnologías no es simple. Algunas veces el proyecto educativo es claro al respecto, pero la contribución potencial de las nuevas tecnologías no lo es. Otras veces la herramienta parece atractiva, pero la forma exacta de integrarla en el programa educativo es incierta. Se requiere entonces promover estructuras organizacionales que integren las nuevas tecnologías a los procesos de enseñanza aprendizaje y de alguna manera se espera que este trabajo monográfico contribuya con esa tarea.

Por otra parte, los desafíos que hoy en día existen en la ingeniería, impuestos por la complejidad de los sistemas existentes, requieren entre otras cosas del manejo de

un rango de varias disciplinas, comprensión de los fenómenos físicos, problemas situados y habilidades computacionales, que no necesariamente están cubiertos en los currículos convencionales. La integración de las disciplinas que forman la ingeniería puede apreciarse desde la invención del transistor. Al desarrollarse la electrónica, el control de los sistemas físicos y los procesos químicos se hizo más eficiente y fácil de lograr mediante el uso de los computadores. Hoy en día es difícil encontrar en el mercado un proceso o producto tecnológico que sea comercial y que no utilice algún sistema de control electrónico. Es por esto que resulta insuficiente solo enfrentar al estudiante a su disciplina primaria sin mostrarle las potencialidades que esta puede tener al unirse con la ingeniería de los sistemas electrónicos y las tecnologías computacionales.

Como una respuesta a lo señalado en los párrafos anteriores, el modelamiento basado en los fenómenos físicos, parametrización obtenida de la observación, simulaciones basadas en computadores, experimentación utilizando los laboratorios virtuales, verificación de modelos y verificación de datos mediante la utilización de comparaciones y pruebas establecidas, son estrategias importantes de la actual educación en ingeniería. Es importante también mencionar que las prioridades de enseñanza tecnológica han venido cambiando rápidamente, inicialmente los sistemas analógicos eran dominantes, ahora se evidencia una situación en donde la utilización de los sistemas digitales es generalizada dado el bajo costo, la robustez y la proliferación que han tenido.

Un ejemplo de esta situación se evidencia en la figura 1, donde se presenta un receptor perteneciente a un sistema de comunicación típico. La señal captada por la antena receptora fluye a través de una serie de procesos electrónicos antes de que la información sea extraída; inicialmente es amplificada y transferida a una frecuencia intermedia (IF) por medio de un mezclador de microondas, posteriormente es filtrada y amplificada. Luego, una segunda etapa de mezclado seguida por otra etapa de filtrado, del tipo pasa bajos, entrega la información en

audio o video que se desea procesar a un computador utilizando una tarjeta de adquisición de datos. En este ejemplo, el ingeniero debe contar con una fundamentación en la teoría de comunicaciones, y debe ser hábil en la operación este tipo de sistemas. La fundamentación y la experticia en la operación se pueden lograr con una propuesta de currículo tradicional, donde se presentan actividades teóricas y prácticas que favorezcan la conceptualización necesaria.

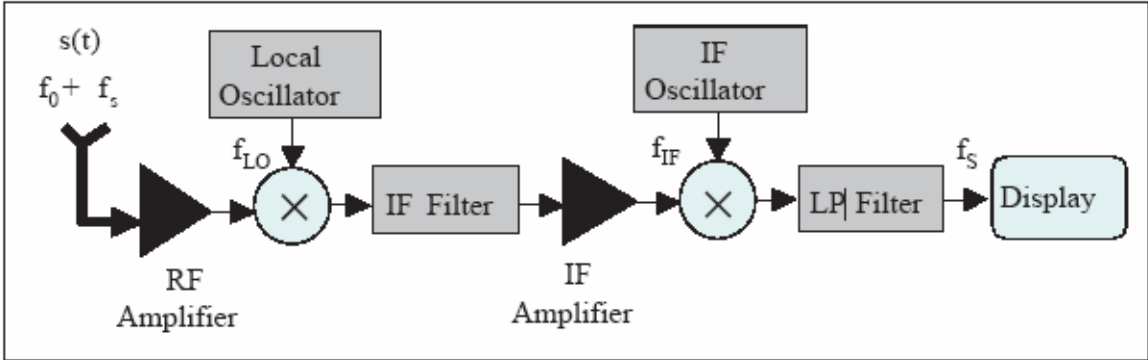


Figura 1. Receptor de comunicaciones de microondas.

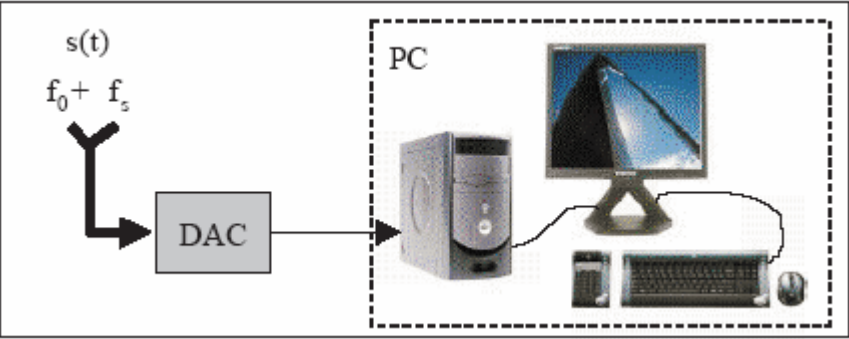


Figura 2. Sistema de radar conceptual.

Por otra parte, en la figura 2 se aprecia un sistema de radar que utiliza tecnología de punta, en el cual un convertidor de datos del tipo analógico digital se encuentra conectado justo después de la antena. El resto del procesamiento en este caso se

realiza en el interior del computador mediante la utilización de diferentes algoritmos de filtrado, amplificación y detección. En este otro ejemplo todos los sistemas son digitales excepto la antena, luego para comprender el funcionamiento de este otro ejemplo el ingeniero debe contar con un dominio de la teoría del procesamiento de señales, para aplicar estos conceptos y lograr comprender el proceso que está ocurriendo en el interior del computador. Es claro que el currículo debe ofrecer las mismas experiencias que se requieren en el caso del primer ejemplo, pero además debe contar con otras complementarias que le permitan al estudiante interiorizar conceptos más abstractos como es el caso del procesamiento de señales discretas en tiempo real. En este último sistema, la infraestructura necesaria se limita a la utilización del computador y alguna herramienta de simulación electrónica.

Así puede verse que se requiere que ambas fundamentaciones, tanto la analógica como la digital, sean cubiertas en el currículo. Por lo anterior es importante que en el transcurso normal de la carrera los estudiantes adquieran experticia en ambos campos, tanto en el de los sistemas de comunicaciones como en el del procesamiento de señales y en ambos existe la posibilidad de simular un número interminable de veces los problemas que sean necesarios. Se pueden proponer ejemplos más dramáticos, donde sea posible observar que la utilización de la simulación electrónica es una herramienta integradora. Por ejemplo, un sistema de control de tracción de un vehículo, en donde se deben reunir los Ingenieros Mecánicos, los Ingenieros Electrónicos y los Ingenieros de Control para generar una solución al problema y, dados los costos que implicaría la realización iterativa de prototipos, la utilización de las herramientas de simulación electrónica es mandataria.

Ciencia computacional: Modelamiento y Simulación

La ciencia computacional es un área de investigación básica y aplicada en computación de alto desempeño, matemáticas aplicadas, sistemas inteligentes y tecnologías de la información. El propósito general es vincular personas de las

universidades, industria y entidades gubernamentales y habilitarlos para que trabajando de forma cooperativa y utilizando recursos computacionales avanzados puedan generar diseños eficientes donde los costos sean competitivos y ensaya un mejoramiento de las ciencias. Esta es una nueva forma de resolver los problemas de manera económica más allá del alcance habitual de la mayoría de los computadores, donde el resultado son poderosas herramientas de software para los estudiantes, docentes, investigadores y científicos institucionales.

En este punto conviene aclarar que las ciencias computacionales requieren de un entendimiento de conceptos fundamentales como el modelamiento, las soluciones analíticas, las soluciones numéricas, el modelamiento basado en operaciones numéricas y analíticas, la simulación, validación de modelos, verificación de códigos por medio de pruebas canónicas etc. La solución analítica está basada en la utilización del modelo matemático que generalmente está formado por ecuaciones íntegro diferenciales, que describen el problema físico en términos de funciones fácilmente computables como el seno, el coseno, las funciones de Bessel y Hankel etc. La solución numérica está basada en la discretización directa de las representaciones matemáticas utilizando integración y diferenciación numérica.

El modelamiento basado en operaciones numéricas y analíticas se encuentra en el medio de los dos tipos de soluciones antes mencionadas. Un modelo, es una abstracción de un proceso dispositivo o concepto del mundo real. Podríamos afirmar que la simulación está destinada al modelamiento de los problemas del mundo real en primera instancia. En ingeniería, la simulación generalmente se refiere al proceso de representar el comportamiento dinámico de un sistema real en términos de un comportamiento idealizado de un sistema mas manejable, implementado mediante los cálculos realizados por un computador, el cual ejecuta el código de un simulador.

Generalmente la utilización del modelamiento y la simulación es la manera más efectiva o casi la única forma de resolver problemas complejos en ingeniería, cuyas soluciones analíticas no pueden ser obtenidas o son desconocidas hasta el

momento. Un simulador, es un programa o una serie de éstos desarrollados para implementar y ejecutar simulaciones con unas relaciones bien definidas entre los objetos que forman el modelo; las relaciones por definición son matemáticas, numéricas o lógicas. El modelamiento y la simulación son extremadamente importantes en ingeniería si están basados en la física y la parametrización observable.

Por otra parte, algunas disciplinas ya han alcanzado alguna etapa de madurez lo que les ha permitido establecer teorías, como es el caso de la teoría del campo y de los circuitos eléctricos, también conocidas como las leyes de Maxwell que establecen los principios físicos de la Ingeniería Eléctrica y definen la interacción de las ondas electromagnéticas con la materia y de esta forma se alcanza el entendimiento real de los problemas y sus soluciones. Adicionalmente, el modelamiento y la simulación de un problema real a través de los modelos conceptuales en ambientes discretos se conocen como modelo computacional. En su implementación y uso, la interfase gráfica del usuario (Graphical user interface GUI) es la parte del sistema computacional encargada de comunicarse con el usuario, mientras que las rutinas de optimización y otras herramientas como la integración y diferenciación numérica, interpolación, búsqueda de raíces, solución de conjuntos de ecuaciones etc. forman la parte del análisis numérico que debe llevarse a cabo.

Sin importar si el modelo utilizado en un simulador, es numérico o analítico siempre debe ser codificado para que los cálculos numéricos puedan ser ejecutados en el computador; sin embargo, el modelo utilizado en las soluciones analíticas se construye de acuerdo con un ambiente específico, mientras que el modelo numérico es más general. Esto quiere decir que el ambiente o las condiciones iniciales de la solución del problema que se resuelve con el modelo numérico son establecidos exteriormente, así como también los parámetros operacionales. Una vez cumplidas

las especificaciones, las simulaciones son corridas y se obtiene un conjunto de parámetros o respuestas que corresponden a otro conjunto de parámetros o entradas particulares. La simulación computacional, basada tanto en modelos analíticos como en modelos numéricos, comienza siempre con la discretización de las ecuaciones, situación que puede acarrear un cambio total en el problema inicial como es el caso de una transformada de Fourier cuando es calculada por medio de un computador, donde al resolver el algoritmo de la transformada rápida de Fourier FFT, el resultado presenta una periodicidad que no aparece en la formulación inicial.

Dos tipos de aproximaciones se pueden utilizar en las simulaciones numéricas. Se pueden representar las ecuaciones mediante sistemas de matrices de orden $N \times N$, lo cual implica la utilización de algoritmos de inversión, que generalmente son incondicionalmente estables, pero requieren importante capacidad de cálculo a medida que la matriz crece. También existe la representación abierta que está basada en un número más pequeño de ecuaciones iterativas, lo cual reduce la necesidad de grandes cantidades de operaciones en el computador, pero que no siempre producen una respuesta estable. Los bloques fundamentales de una simulación comprometen el problema del mundo real que está siendo simulado, su modelo conceptual y la implementación en el computador [9].

Una vez definidas las características con las que debe contar la educación en ingeniería, las potencialidades de los procesos de modelamiento y simulación y explicados brevemente los tipos de modelos y su utilización en la búsqueda de soluciones a los problemas comúnmente encontrados en la ingeniería, se puede también afirmar que esta actividad puede convertirse en una herramienta que promueva y favorezca el aprendizaje significativo, dado que su utilización en muchos casos no es opcional sino que es mandataria.

En particular, en la enseñanza de las Ingenierías Eléctrica y Electrónica, aquellos cursos en donde se estudian los dispositivos semiconductores, amplificadores y los circuitos no lineales es altamente ventajoso el utilizar la simulación electrónica. Dado que los modelos matemáticos que describen las relaciones entre el voltaje y la corriente, que son de uso obligatorio para el análisis y la síntesis de los sistemas electrónicos, son complejos y elaborados, es realmente complicada la tarea de diseñar y proponer actividades que tengan el potencial significativo adecuado, aun si existe la motivación en el alumno. La abstracción y la utilización de un álgebra densa en muchos casos dificultan la concentración por parte de alumno en los conceptos realmente importantes y muchas veces los lleva a situaciones de fracaso en el proceso de aprendizaje. La simulación electrónica se convierte en una herramienta que, bien utilizada, tiene un potencial muy grande en la generación de actividades de aprendizaje con alto potencial significativo.

Además, la posibilidad de utilizar las GUI de los simuladores, que contribuyen con la apropiación de muchos conceptos, la opción de cambiar los parámetros de los modelos con simples líneas de comandos inclusive haciéndolos ideales o reales, les proporcionan a los estudiantes diversas situaciones que pueden contribuir con los procesos de creación de nuevos conceptos, los procedimientos iterativos les permite observar procesos de optimización de los diseños en poco tiempo y una cantidad adicional de actividades académicas e inclusive lúdicas definitivamente convierten la simulación en una herramienta muy poderosa, si es bien utilizada y las actividades son bien diseñadas. Un aspecto básico que se debe considerar a la hora de realizar cualquier actividad, es hacerle ver al estudiante que el simulador es una herramienta que le permite representar un comportamiento aproximado del sistema que está simulando, pero que en ningún caso produce respuestas iguales a las que produciría un sistema real, dicho en otras palabras, siempre es necesario hacerle ver al estudiante que no está trabajando con un sistema físico, sino, con uno virtual y el debe ser consciente en todo momento, de las limitaciones que esto impone. Tal vez sea este el aspecto mas importante a la hora de diseñar y proponer

estrategias de enseñanza aprendizaje basadas en la simulación electrónica, y es que se le debe hacer ver al estudiante que se está trabajando en un ambiente virtual que tiene limitaciones pero que le sirve, en las condiciones adecuadas, como herramienta de estudio y comprensión de los nuevos conceptos.

Como se ha mostrado anteriormente el aprendizaje es social y requiere de la existencia de condicionantes que lo hagan duradero y eficaz. La misión del docente es convertir esta actividad en una con una alta potencialidad significativa y evitar que tan solo sea una actividad demostrativa sin mucho valor adicional, recordando siempre que existen limitaciones y que éstas deban ser reconocidas por ambos, el estudiante y el maestro.

4. PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA BASADA EN SIMULACIÓN QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LOS CURSOS DE ELECTRÓNICA

En este capítulo se muestran las características de la herramienta de simulación seleccionada, el simulador SPICE, se presentan los supuestos teóricos de la propuesta de la monografía, se definen los actores de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Finalmente, se proponen algunas actividades para que los docentes y estudiantes que consulten este documento pueden encontrar una opción del uso de la simulación como estrategia de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje.

4.1 El SPICE Como Herramienta De Aplicación De La Simulación Electrónica.

La herramienta básica seleccionada para la realización de esta propuesta, es SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) que fue introducida en mayo de 1972 por la universidad de Berkeley en California. Poco tiempo después de su aparición se convierte en un estándar para la simulación de circuitos integrados y discretos tanto en la industria como en la academia. La mayor potencialidad de SPICE es que permite trabajar con modelos complejos de los dispositivos de las tecnologías disponibles en la actualidad. La extensa complejidad de los modelos utilizados permite refinamientos interesantes como el ajuste del modelo de acuerdo con las observaciones experimentales realizadas en el dispositivo en cuestión.

Para el correcto funcionamiento del programa se requiere introducirle un archivo donde se describan todos los elementos que hacen parte del circuito y su respectiva conexión, también es necesario especificar el modelo que debe utilizarse en cada

elemento y el tipo de análisis que se quiere realizar. Cuando el programa se ejecuta, realiza la solución simultánea de los sistemas de ecuaciones que describen el funcionamiento del circuito mediante la utilización de un método numérico (Newton Rapson de paso variable). Una vez finalizada la ejecución del programa, este proporciona un archivo de salida con la información solicitada.

Desde luego es necesario un conjunto de conocimientos básicos para la correcta utilización de la herramienta. En primer lugar, se requiere un manejo básico del computador y las funciones mas comunes del sistema operativo, situación que desde luego todo estudiante que pretenda utilizar la herramienta ha alcanzado dado que al menos ha cursado y aprobado una asignatura anterior de Programación. Se requiere también una familiarización con la teoría de los circuitos eléctricos y sus soluciones que se adquiere en el curso de Circuitos 1; finalmente, el estudiante necesita manejar la sencilla sintaxis que se utiliza en el proceso de programación del simulador, que se adquiere con la lectura del correspondiente apéndice que aparece hoy en día en prácticamente cualquier texto guía de algún curso de Circuitos, Electrónica o Dispositivos Electrónicos.

El código fuente del programa, está escrito en C, es libre y puede ser descargado del sitio Web de la universidad de Berkeley. Sin embargo, desde hace varios años, diferentes compañías han creado ambientes gráficos amigables y han realizado la labor de recolección y empaquetamiento de los modelos de diversos elementos disponibles en el mercado, ofreciendo paquetes de software completos. Buscando posicionar sus productos en el mercado, prácticamente todas las compañías, ofrecen versiones estudiantiles a precios económicos o sin costo para que los estudiantes de este tipo de disciplinas se familiaricen con sus aplicaciones y posteriormente las elijan.

Después de haber realizado una valoración de algunos paquetes (Circuit Maker,

Protel, Micro Sim, Hspice y Orcad) que utilizan como núcleo de código SPICE se ha seleccionado la versión estudiantil de Orcad 9.2 ya que su programación en un ambiente de ventanas, así como la cantidad de elementos que conforman sus librerías y el número de elementos que permite simular, lo hacen ideal para utilizarse en el salón de clases o el laboratorio como herramienta pedagógica.

4.2 Supuestos Teóricos De La Propuesta

Una vez finalizada la revisión bibliográfica para la realización de este trabajo, se evidencia que las potencialidades pedagógicas de la utilización de recursos informáticos son muy amplias y no han sido exploradas en su totalidad. Definitivamente, el aprendizaje es una actividad social y se pueden identificar tres corrientes que apuntan hacia la posibilidad de la existencia del aprendizaje en un medio sociocultural que involucre la utilización de los computadores y éstas son: la teoría computacional de la cognición, el constructivismo y la teoría socio-cultural.

Con base en las teorías señaladas se puede afirmar que el aprendizaje es un conjunto de sistemas funcionales situados en torno a actividades sociales en las cuales está involucrado el aprendiz. Uno de los aspectos clave es la utilización de instrumentos de comunicación como el lenguaje, que es mediado como una forma de negociación social que utiliza el aprendiz para interactuar con su contexto social y no sólo como la transmisión individual de la información. Desde siempre el hombre ha construido instrumentos como parte de su adaptación socio-cultural los cuales al final permiten transformar su propia cultura ya que al difundirse se crea una vinculación social entre la persona, el medio y el ambiente cultural, como es el caso de la televisión y luego los computadores después de la aparición del IBM PC. Esto implica que los inventos creados por el hombre se convierten en algo más que cosas, que no están vivas, pero que definitivamente afectan, de manera positiva o no, la forma de actuar de la sociedad convirtiéndose de esta manera en mediadores del accionar humano. En este nuevo contexto, hombre - máquina - hombre, existen

las condiciones necesarias para que ocurra el aprendizaje dado que en esa trilogía todos los miembros pueden aportar de manera conciente o no al desarrollo o aprendizaje del otro y se puede entonces decir que la máquina, el computador, permita al docente favorecer el trabajo en la Zona de Desarrollo Próximo de los estudiantes.

Una vez aceptada la posibilidad de que el computador se convierta en un instrumento para favorecer la actividad de la ZDP se puede comenzar a buscar optimizar los usos y las aplicaciones del trabajo con este tipo de herramientas dado que los avances tecnológicos y la proliferación del Internet trazan los caminos que permiten encontrar las respuestas a la pregunta de cuál es la mejor forma de utilización del computador como herramienta mediadora¹³.

4.3 Actores Del Proceso

El proceso de aprendizaje mediado utilizando la simulación electrónica en Spice, exige tener en cuenta tres actores:

- En primer lugar, el docente que construye las actividades con el adecuado potencial significativo, que parte de los preconceptos del grupo para realizar la transformación y que tiene en cuenta el contexto en el que se desenvuelve el estudiante.
- El segundo actor, es el estudiante que se compromete con su proceso de aprendizaje y asocia y asimila la información adecuada para que la herramienta de simulación sea mediadora en el proceso de aprendizaje.

13

"Estos ambientes proporcionan a los estudiantes más poder y responsabilidad y una gran oportunidad de aprender sabiamente con su uso y de desarrollar sus propios métodos para realizar sus metas", no obstante también es cierto que la introducción de estos instrumentos mediadores tienden a "desorganizar las estructuras formales de la educación tradicional y, de todos modos, exige una transición delicada desde la situación actual a la soñada". Paz Baeza Bischoffshausen, Angélica M^a Cabrera Carrasco, M^a Teresa Castañeda Díaz, José M. Garrido Miranda, Ana María Ortega Vargas , "Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador: La Esencia Interactiva" <http://contexto-educativo.com.ar/1999/12/nota-8.htm#autores>

- El tercer actor es el grupo con el cual se está utilizando la estrategia, dado que mediante el intercambio de observaciones y experiencias contribuye al desarrollo y perfeccionamiento de los otros dos actores.

4.4 Acciones De La Propuesta.

Para que las experiencias de simulación, se conviertan en actividades facilitadoras del aprendizaje significativo y contribuyan con la eliminación de las causas que generan la situación problema descrita en el capítulo 1 de este trabajo monográfico, es necesario tener en cuenta lo que se propone en los siguientes párrafos.

- **Sobre la herramienta de simulación.**

En primer lugar se propone una explicación del funcionamiento y de la utilización de la herramienta seleccionada. Es importante que el estudiante entienda y asimile el contexto en el cual va a desarrollar la simulación. Deben estar claras las limitaciones y potencialidades de las herramientas, por lo que el estudiante ha de comprender que el simulador, proporciona una visión limitada del comportamiento real del sistema, pero que, sin embargo, la visión que da es mas amplia que la obtenida en la solución de los problemas en el papel. La gran mayoría de textos de electrónica contienen un apéndice sobre la utilización de la herramienta de simulación Pspice, por lo que la revisión de esta parte del texto, es de obligatorio cumplimiento de parte de los estudiantes. Una vez realizada esta actividad, se sugiere una medición del manejo de la sintaxis empleada en la utilización de la herramienta.

En esta parte de la metodología es importante que el docente recuerde y tenga en cuenta que existen distintos estilos de aprendizaje a la hora de hacer la presentación de la herramienta, y en muchos casos es útil mostrar que mediante el seguimiento de unos pocos pasos se logra el éxito en la utilización de la misma.

Se aborda entonces la primera etapa que se ha llamado Presentación de la herramienta, donde se exponen algunas potencialidades del simulador al estudiante y se realiza un ejemplo que le permite al docente evaluar algunos presaberes y al mismo tiempo le permite al estudiante tener éxito en la utilización de la herramienta.

a) Presentación de la herramienta

En esta parte el docente puede hacer una introducción a la herramienta en donde se haga una revisión histórica de la evolución y utilización del programa seleccionado, en los ámbitos industrial y académico. Se puede sugerir la visita a distintos portales Web seleccionados por su contenido que muestren los productos disponibles y sus potencialidades para que el estudiante se convenza por sus propios medios de la utilidad y globalidad de la herramienta seleccionada.

En esta primera etapa, es útil y tiene un importante potencial significativo mostrar cómo se pueden resolver algunos problemas que implican algún grado de dificultad y ya han sido resueltos mediante la utilización del lápiz y del papel en el curso de Circuitos Eléctricos, requisito de la asignatura de Electrónica I.

Como un primer ejemplo se puede mostrar la forma de resolver un circuito RC que está siendo alimentado mediante una onda cuadrada sin retorno a cero y con valor medio nulo; este problema necesariamente no pertenece al conjunto de problemas estándar al que están, hasta el momento, acostumbrados a resolver los estudiantes en el nivel en el que se encuentran, sin embargo, ellos cuentan con todas las herramientas conceptuales para abordarlo.

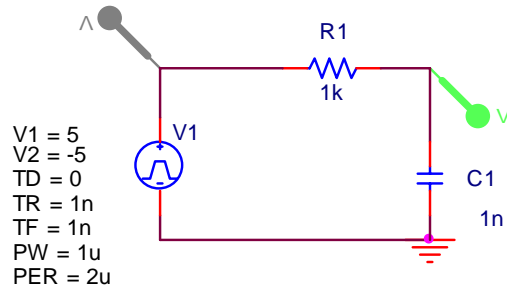


Figura 3. Circuito RC alimentado por una onda cuadrada

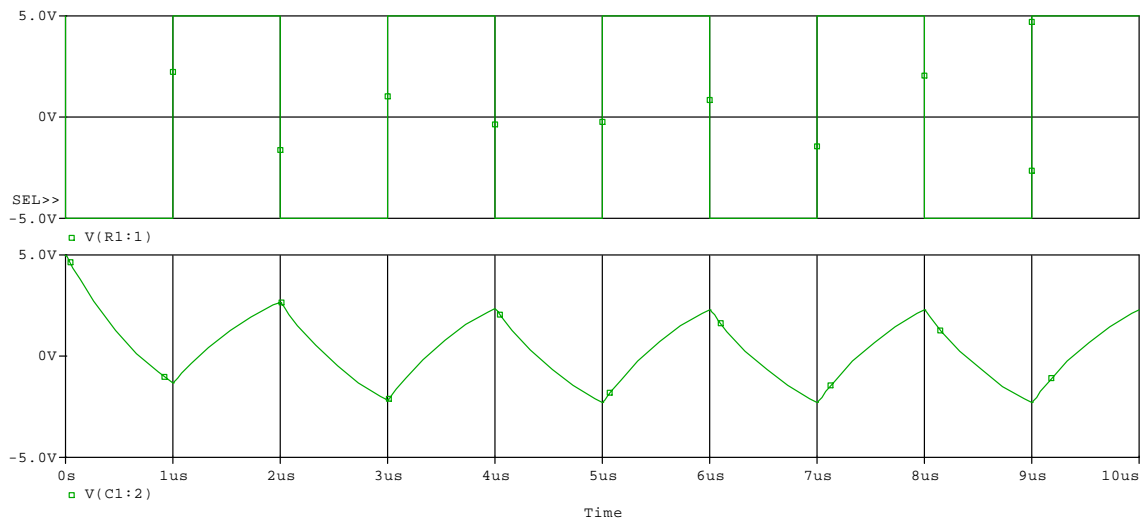


Figura 4. Señales de Entrada y Salida del circuito de la Figura 3

Con este primer ejemplo se busca de manera intencional generar un conflicto cognitivo y activar los presaberes de los estudiantes, dado que de manera general ellos han mecanizado la solución del problema cuando la entrada es una onda senoidal. Para ellos todo sistema formado por fuentes, resistencias y condensadores, se debe resolver desde las técnicas que han aprendido en el curso de circuitos, pero muchas veces no relacionan estos conceptos con los que ya han trabajado en otras asignaturas, como es el caso del curso de ecuaciones diferenciales, que presenta los conceptos clave para obtener la solución de este nuevo problema.

En este punto el docente puede invitar al grupo a escribir las ecuaciones que

describen el funcionamiento del circuito y es casi seguro que ellos lo harán para el régimen estacionario, de manera mecánica y errónea suponiendo que la excitación es senoidal y olvidarán el régimen transitorio. Este simple problema, compuesto por tan solo tres elementos brinda la posibilidad de revisar los presaberes del grupo y, a su vez, permite la presentación de los sistemas no lineales que son los que se estudian en el curso de Electrónica pero que se analizan mediante la utilización de las herramientas utilizadas en los sistemas lineales.

Desde luego que en esta etapa puede existir la propuesta que esto mismo se puede hacer en el tablero sin la utilización de la herramienta de simulación, lo que es perfectamente válido, pero hay que resaltar que este tipo de solución no tiene el impacto visual (que desde luego será muy valioso en aquellos discípulos donde su estilo de aprendizaje es visual), que se alcanza con un problema tan “simple” como el que se acaba de presentar y resolver. Además, vale la pena resaltar, que la solución grafica que se muestra en la figura 4 permite introducir otra discusión relacionada con la respuesta natural del circuito que determina la evolución de la envolvente de la tensión en el condensador. Al estudiante se le viene diciendo y preguntando desde hace por lo menos dos semestres como están conformadas las respuestas de los sistemas de primero y segundo orden y ambos, los docentes y los estudiantes, de manera mecánica casi siempre contestan que existe una respuesta natural y otra forzada y que ellos conocen o saben dónde encontrar las formas canónicas para expresarlas; con este pequeño ejemplo existe la posibilidad de evaluar ese cambio que debió sufrir el estudiante al identificar la situación en la que se aprecia una respuesta natural o de producir ese cambio así sea fuera del tiempo en el cual supuestamente debió ocurrir.

En este momento ambos actores de los procesos de enseñanza y aprendizaje, deben entender que la herramienta de simulación, es un tercer actor, que bajo la directa supervisión del docente está mediando entre los presaberes del estudiante

y los objetivos de aprendizaje o competencias que busca el docente desarrollar con la actividad propuesta.

b) Presensación del problema inicial

Una vez confirmado que la totalidad del grupo maneja los conceptos mínimos para la utilización de la herramienta, se determina un conjunto de problemas cuya solución involucre la utilización de los conceptos claves que se desea que el grupo maneje. En todos los casos, se motiva a los estudiantes que para cada problema formulen hipótesis sobre el comportamiento de posibles soluciones a estos problemas; esta actividad es muy importante dado que por la complejidad de los modelos de los dispositivos, en muchos casos en esta parte del proceso de aprendizaje no han podido determinar el concepto clave que permite generar la mejor solución y ese choque que genera la respuesta del simulador con la hipótesis incorrecta se convierte en una situación que sacude el conjunto de saberes previos y que antecede al aprendizaje duradero, con significado y que será aplicable en el futuro cuándo así lo requiera.

En la solución de estos problemas, el docente debe tener en cuenta que su intervención es fundamental cuando se genera el conflicto cognitivo por la comparación entre la respuesta del simulador y la planteada en la hipótesis que ellos hicieron sobre lo que podría ser la respuesta. Estas soluciones deben originarse del análisis de la situación mediante la utilización de las herramientas antes presentadas y son indicadores del grado dominio del tema que los estudiantes tienen en el momento.

c) Selección de Acciones

Una vez valoradas las soluciones propuestas, se procede a determinar las acciones que pueden optimizar la interacción de los estudiantes con la realidad que se pretende simular. De acuerdo con los errores encontrados en las posibles soluciones proporcionadas por los estudiantes, se pueden tomar acciones que permitan definitivamente establecer el conjunto de saberes necesarios para que se logre el aprendizaje de los conceptos que debe apropiarse el estudiante. Desde luego que no siempre la solución se encontrará en la simulación y la respuesta obtenida mediante ésta no puede ser camisa de fuerza; en este sentido, si el docente encuentra que la actividad de simulación no está aportando en la consolidación del conocimiento siempre es válido, y algunas veces necesario, regresar al lápiz y al papel y diseñar otra actividad que favorezca el éxito.

4.5 Recursos y condiciones institucionales para la implementación de la propuesta.

Los recursos y las condiciones institucionales que se requieren para la implementación de la propuesta en teoría existen. La E3T cuenta con centros de cómputo donde se puede instalar la herramienta de simulación seleccionada y que tienen la capacidad física necesaria para recibir a los grupos que normalmente conforman los cursos. Tal vez el principal problema de la implementación de la propuesta pueda ser el desconocimiento y la aceptación de las bondades de este tipo de prácticas por parte de algunos profesores de la Escuela que ven la simulación como una actividad sin mucho potencial significativo. Desde luego esto requiere de la discusión y fomento hacia el interior de la Escuela.

4.6 Evaluación de la efectividad de la simulación

Como ya es conocido, el proceso de evaluación no solo implica la medición de los conceptos que se espera adquieran los estudiantes cuando se aplica la

metodología diseñada. Lo que realmente importa y es lo que se pretende con la aplicación de la metodología es contribuir de manera directa en la calidad del aprendizaje que adquieran los estudiantes, que en todos los casos se espera sea duradero, debe poderse aplicar en nuevas situaciones y posibilitar el desarrollo de competencias que favorezcan el aprendizaje durante toda la vida.

¿Cómo evaluar la efectividad de la propuesta? Definitivamente es una pregunta que requiere una respuesta muy seria y que no se va a responder en este trabajo monográfico. Esto implica la realización de nuevos trabajos que complementen lo que aquí se ha propuesto y que le den continuidad. Sin embargo, se mencionan algunos factores que pueden mostrar que el cambio conceptual si está ocurriendo en el interior de los estudiantes.

La evaluación de la efectividad de la propuesta exige las siguientes acciones:

- Definición de los propósitos de la aplicación de la simulación como estrategia de enseñanza y aprendizaje, en términos de las competencias que se quieren lograr en los estudiantes, así como de los indicadores de logro que permitan evidenciar el desarrollo de las competencias. Estas competencias e indicadores de logros deben darse a conocer a los estudiantes antes de iniciar las actividades de uso del simulador.
- Identificación de concepciones y competencias previas de los estudiantes con los cuales se va aplicar la simulación como estrategia de enseñanza.
- Desarrollo de la experiencia de aplicación de la simulación como estrategia de enseñanza con el grupo de estudiantes. En todas las actividades que oriente el docente sobre la aplicación del simulador como estrategia de enseñanza, será necesario el registro ordenado de parte del profesor de todos los alcances de los estudiantes en cuanto al nivel de logro de las competencias, tomando como referencia los indicadores de logro definidos. Igualmente, será importante que una vez finalizado cada grupo de ejercicios, los estudiantes realicen una

autovaloración del trabajo realizado en función de los logros alcanzados y la participación de cada uno en las actividades propuestas por el docente.

- Análisis de los resultados obtenidos y comparación de éstos con la evaluación diagnóstica realizada al iniciar el uso de la simulación como estrategia. Los resultados deberán sistematizarse de manera que se vayan construyendo argumentos que permitan fundamentar el uso de la simulación por computador como apoyo a los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pozo Municio, J. I, (1998) Aprendices y maestros. Alianza. Madrid.
- [2] DE ZUBIRIA, Julián. Tratado de Pedagogía Conceptual: Los modelos pedagógicos. Santafé de Bogotá: Fundación Merani. Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera Merino, 1994
- [3] LABINOWICZ, ED. Introducción A Piaget; Pensamiento, Aprendizaje, México: Fondo Educativo Interamericano, 1982
- [4] AUSUBEL, DAVID PAUL, Psicología Educativa: Un Punto De Vista Cognoscitivo 2ed, México: Trillas, 1989.
- [5] MOLL, L: Vigotsky Y La Educación CONNOTACIONES Y APLICACIONES DE LA PSICOLOGIA SOCIOHISTORICA EN LA EDUCACION / Compilado Por Luis C. Moll , Buenos Aires : Aique, 1998
- [6] L. Sevgi, C. Ulusk, F. Akleman, "A Matlab-based Two-dimensional Parabolic Equation Radiowave Propagation Package", IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 47, No. 4, pp. 184-195, Aug. 2005.
- [7] L.B. Felsen (ed.), "Engineering Education in the 21st Century: Issues and Perspectives," IEEE Antennas and Propagation Magazine, 43 (6), pp. 111-121, 2001.
- [8] G.B. Lu M. Oveissi D. Eckard G.W. Rubloff, "Education in Semiconductor Manufacturing Processes through Physically-Based Dynamic Simulation"
- [9] G. Cakr, S. Gunduz, L. Sevgi, "Broadband Filter Design using the Analogy Between Wave and circuit theories", CCN Complex Computing Networks, Springer Proceedings in Physics, Vol. 104, pp. 141-148, Feb. 2006.

- [10] BAQUERO, L. "Vigotsky y el aprendizaje escolar". Ed Aiqué. Bs. As. 1996.
- [11] Crook, Ch. "Ordenadores y aprendizaje colaborativo". Madrid: Morata. 1998.
- [12] VIGOTSKI, L. S. PENSAMIENTO Y LENGUAJE Barcelona: Paidos, 1995
- [13] QUESADA C, R. Estrategias Para El Aprendizaje Significativo: Guías Del Estudiante, México: Limusa, c2004
- [14] SOLOMON, C. Entornos De Aprendizaje Con Ordenadores: Una Reflexión Sobre Las Teorías Del Aprendizaje Y La Educación, Barcelona : Paidos : M.E.C., 1987
- [15] Harasim, Linda M, Redes De Aprendizaje: Guía Para La Enseñanza Y El Aprendizaje En Red Barcelona: EDIUOC: Gedisa, 2000
- [16] Monereo Font, Carles, Estrategias De Aprendizaje Madrid; Visor, 2000
- [17] TAPIA, JESUS ALONSO, Motivación Y Aprendizaje En El Aula: Como Enseñar A Pensar, Madrid: Santillán, 2000
- [18] Maldonado Granados, Luis Facundo, Relación Simuladores Y Aprendizaje En Problemas De Descubrimiento, Bogota : Universidad Pedagógica Nacional. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, 2001
- [19] ROBERTS, NANCY, Introduction To Computer Simulation: The System Dynamics Approach, Reading, MA. : Addison-Wesley, 1983
- [20] BOHÓRQUEZ, Francisco y CORCHUELO, Miguel. Currículo y Pedagogía en Perspectiva: un Diálogo Académico. En: Revista ieRed: Revista Electrónica de la

Red de Investigación Educativa [en línea]. Vol.1, No.3 (Julio - Diciembre de 2005).
Disponibile en Internet: <<http://revista.iered.org>>. ISSN 1794-8061

[21]

<http://www.sepbcs.gob.mx/comunicacion/Noticias%20educacion/ENERO%2006/Las%20materias.htm>

[22] <http://www.spjc.edu/SPG/Science/Lancraft/cmapping/cmapping.html>

[23] <http://www.earlytechnicaleducation.org/Spain/cap2lis2es.htm>

[24] http://www.psicocentro.com/cgi-bin/articulo_s.asp?texto=art53001

[25] <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/09/9riolugo.html>

[26]

www.ideasapiens.com/autores/Vygotsky/teorias_%20sobreel%20aprendizaje%20en%20vygotsky.htm

[27] DIAZ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista. México: Mc Graw Hill. 2002, 465 p.