

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE PARA LA MATERIA DE ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS

TEACHING - LEARNING ACTIVITIES FOR THE SUBJECT OF COMPUTER ARCHITECTURE

C. F. Hernández Farfán¹

RESUMEN

Considerando las situaciones problemáticas que se presentan comúnmente cuando se imparte una materia del área de ingeniería, tales como, extensión y complejidad del temario, infraestructura limitada de laboratorio y equipo, balance entre la teoría y la práctica, déficit de conocimientos previos o falta de hábitos de estudio, tiempo limitado del curso, mejora del índice de aprovechamiento; en este trabajo se presentan diferentes actividades de enseñanza – aprendizaje para la materia de Arquitectura de Computadoras del programa de estudios de Ingeniería en Sistemas Computacionales. También se consideró mantener la motivación por parte de los estudiantes, así como, tratar de evitar la saturación de actividades y el estrés estudiantil debido a las actividades del curso. Se seleccionaron diferentes actividades tales como, exposición por parte del profesor, el uso de diferentes simuladores, la realización de prácticas de laboratorio basadas en diferentes tecnologías, lecturas y uso de videos. Se aplicaron dos encuestas para conocer la opinión de los estudiantes respecto a la contribución al aprendizaje de las diferentes actividades. De acuerdo con la opinión de los estudiantes, se destaca que la aplicación de las diferentes actividades contribuye altamente al aprendizaje, el 70 % mencionó dedicarle 3 a 6 horas por semana dedicadas a las actividades del curso adicionales a las horas de clase, y una percepción de estrés medio.

ABSTRACT

Considering the problematic situations that commonly arise when a subject in the engineering area is taught, such as the extension and complexity of the syllabus, limited laboratory infrastructure and equipment, balance between theory and practice, prior knowledge deficit or lack of study habits, limited time of the course, improvement of the rate of achievement; In this paper, different teaching-learning activities are presented for the Computer Architecture subject of the Computer Systems Engineering study program. It was considered to maintain the motivation on the part of the students, as well as to try to avoid the saturation of activities and student stress due to the activities of the course. Different activities were selected such as presentation by the teacher, the use of different simulators, laboratory practices based on different technology, readings, and use of videos. Two surveys were applied to know the opinion of the students regarding the contribution to learning of the different activities. According to the opinion of the students, it stands out that the application of the different activities contributes highly to learning, 70% mentioned spending 3 to 6 hours per week dedicated to course activities, in addition to class hours, and an average stress perception.

ANTECEDENTES

Dentro del programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales se imparte la materia de Arquitectura de Computadoras, la cual incluye los siguientes temas: 1 Arquitecturas de cómputo, 2 Unidad central de procesamiento, 3 Ensamble de equipo de cómputo y 4 Procesamiento paralelo (Instituto Tecnológico Superior de Irapuato [ITESI], 2020). Cuando se imparte una materia del área de Ingeniería, se presentan diversas situaciones problemáticas que se deben de atender. Como la extensión y complejidad del temario, infraestructura de equipamiento y de laboratorio de prácticas limitada, necesidad de establecer un balance teórico – práctico del curso, déficit de conocimientos previos o falta de hábitos de estudio,

¹ Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. carlos.hf@irapuato.tecnm.mx

tiempo limitado para el curso, intensión de mejorar el aprovechamiento académico y disminuir los índices de reprobación y deserción; así como evitar saturar de actividades a los estudiantes previniendo el estrés estudiantil.

Aunado a la situación problemática mencionada, en el caso de la materia de Arquitectura de Computadoras, se puede identificar un problema de motivación en una parte los estudiantes, debido al enfoque de la materia (estudio del funcionamiento de los componentes internos de un microprocesador y lenguaje de ensamblador), contra el esperado por los estudiantes (ensamble y mantenimiento de equipo de cómputo). Por lo que, se plantea el objetivo de realizar una selección adecuada de actividades de enseñanza – aprendizaje que permitan atender la situación problemática mencionada, cubrir los temas del curso de forma teórica – práctica, empleando los recursos y tiempo disponibles. Se establece la siguiente pregunta de investigación, ¿es posible cubrir los temas del curso, mantener la motivación e interés de los estudiantes en el curso y mantener bajo el índice de reprobación?

Hipótesis: Mediante la aplicación de diversas actividades tales como, uso de diferentes simuladores, uso de diferentes tecnologías para la realización de prácticas, estudio de videos, realización de lecturas, exposición de temas por parte del profesor y participaciones por parte de los alumnos, es posible cubrir los temas del curso, mantener la motivación de los estudiantes, y reducir el índice de reprobación.

METODOLOGÍA

Las actividades de enseñanza – aprendizaje propuestas en este trabajo para la materia de Arquitectura de Computadoras, se realizaron en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, dentro de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales durante el semestre agosto – diciembre 2022. Se trabajó directamente con un grupo de 39 estudiantes del quinto semestre de la carrera.

Se aplicó una estrategia didáctica que incluye diferentes actividades como la explicación por parte del profesor de los conceptos de cada tema, la explicación de ejemplos y procedimientos para la realización de simulaciones y prácticas de laboratorio. Se empleó el simulador Logisim de Burch (2011), para el estudio de los componentes internos y funcionamiento de una unidad central de procesamiento (CPU). Se empleó el simulador Proteus de LabCenter Electronics (2023), para el estudio de la programación en lenguaje ensamblador de un microcontrolador. Se realizaron prácticas de laboratorio empleando diferentes tecnologías de circuitos, tales como circuitos integrados TTL de mediana escala de integración; y se hizo uso de la tarjeta electrónica basada en microcontrolador de Arduino (2023), para su programación en lenguaje ensamblador.

También se realizó el estudio un curso en línea sobre instalación y reparación de equipo de cómputo, así como, el estudio de videos sobre programación en lenguaje ensamblador del microcontrolador de la tarjeta Arduino. Se procuró la participación de los estudiantes en clase y se realizó una exposición de un tópico específico del curso.

El curso se basó en una secuencia didáctica apegada al libro de Arquitectura de Computadoras de Mano (1994), debido a que, se cubren los temas de la materia y a que presenta los temas de una manera gradual en grado de complejidad. Se emplearon los

simuladores Logisim y Proteus, en referencia a que, en el artículo Uso del simulador Logisim como apoyo didáctico en la materia de Arquitectura de Computadoras de Hernández (2019), y en el artículo Aplicación de Proteus y Tinkercad en materias relacionadas con el internet de las cosas, de Almada et al. (2022), se muestra su grado de contribución al aprendizaje como herramientas de apoyo didáctico. La tarjeta electrónica basado en microcontrolador Arduino se empleó debido a su versatilidad y popularidad dentro del ámbito de proyectos escolares.

Así mismo, en el artículo de Silvestre (2021), se describe una estrategia de enseñanza para la materia de Arquitectura de Computadoras, que incluye simulaciones, exposiciones, prácticas de laboratorio, aunque aplicadas en otro contexto. En el artículo de Cano et al. (2016), se considera que las actividades de enseñanza – aprendizaje puedan mantener reducidos los factores de estrés académico en una institución de educación superior de ingeniería.

Para conocer la percepción por parte de los estudiantes acerca de las actividades de enseñanza – aprendizaje del curso, se aplicaron dos encuestas. Se aplicó una encuesta al inicio del curso para conocer la expectativa del curso por parte de los estudiantes, el nivel de conocimientos previos relacionados al curso, el interés de los estudiantes por uso de tarjetas electrónicas de bajo costo basadas en microcontrolador como la tarjeta Arduino, así como, su opinión acerca de uso del lenguaje ensamblador. La segunda encuesta se aplicó al final del curso, para conocer la opinión de los estudiantes acerca de la cobertura, aprendizaje de los temas y competencia del curso; su nivel de interés y motivación a lo largo del curso, el grado de contribución al aprendizaje de cada una de las actividades de enseñanza – aprendizaje, la cantidad de horas adicionales a la clase dedicadas al curso, su nivel de estrés relacionado con las actividades, y su opinión acerca del proceso de evaluación de los temas del curso.

Dentro de la secuencia didáctica del curso, se inició con el estudio de los componentes digitales básicos de la arquitectura de una computadora, tales como compuertas lógicas y flip-flops, con los cuales a su vez se conforman circuitos combinacionales, como sumadores, y circuitos secuenciales como contadores. A continuación, se realizó el estudio de componentes de mediana escala de integración tales como registros, multiplexores, decodificadores, memorias RAM y ROM, componentes de entrada y salida como teclado y monitor, y el estudio de la unidad aritmética-lógica y de corrimiento, ALU.

En la Figura 1, se muestran actividades empleando el simulador Logisim y Proteus, respectivamente. Mediante el uso del simulador Logisim, se realizaron simulaciones de componentes digitales básicos, circuitos combinacionales, circuitos secuenciales, circuitos de mediana escala de integración, memorias RAM y ROM, componentes de entrada y salida; y la construcción de una ALU, para concluir con la interconexión de componentes digitales que conforman un procesador básico y realizar la simulación de la ejecución de instrucciones en lenguaje ensamblador. Mediante el simulador Proteus, se realizó la simulación de componentes de mediana escala de integración como la ALU y la simulación de la ejecución de programas en ensamblador para el microcontrolador de la tarjeta Arduino.

Figura 1. *Uso del simulador Logisim y uso del simulador Proteus*



Dentro de las actividades de práctica de laboratorio, se realizaron prácticas de implementación de circuitos de mediana escala de integración. En la Figura 2, se muestra la realización de una práctica de laboratorio empleando circuitos integrados TTL de mediana escala de integración como sumadores, generadores de pulsos de reloj, registros, contadores y decodificadores, implementados en plantillas protoboard.

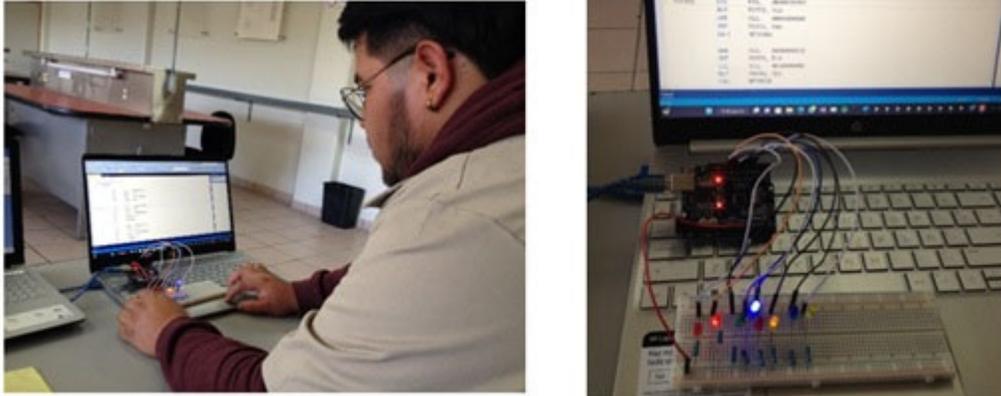
Figura 2. *Práctica de circuitos de mediana escala de integración*



Una vez que se realizó el estudio de los componentes básicos que conforman un procesador, mediante simulaciones y prácticas, se realizó el estudio de la arquitectura y funcionamiento de un microprocesador comercial. En este curso se empleó el microcontrolador Atmega328P que se encuentra en la tarjeta electrónica Arduino. Se estudiaron los componentes internos del microcontrolador y se relacionaron con los conceptos del curso. Se estudió el ciclo de instrucción del microcontrolador, así como, el conjunto de instrucciones en lenguaje de ensamblador que es capaz de ejecutar. Se realizaron programas para el manejo básico de entrada y salida de datos, operaciones aritméticas y ejecución de ciclos; y se realizó la implementación física para comprobar el funcionamiento del circuito.

En la Figura 3, se muestra una práctica de la ejecución de programas en ensamblador para el microcontrolador de la tarjeta Arduino.

Figura 3. *Práctica de programación del microcontrolador*



RESULTADOS

1. En lo que se refiere a la expectativa del curso, el 38.7 % de los estudiantes encuestados, consideró que el tema central del curso consiste en conocer los componentes que integran una computadora para realizar satisfactoriamente el proceso de selección de componentes para el ensamble, reparación y mantenimiento de equipo de cómputo. El 69.7 %, manifestó su interés por tomar un curso completo sobre ensamble, mantenimiento y reparación de equipo de cómputo. Sin embargo, el tema central del curso consiste en conocer los componentes internos de un microprocesador y el proceso realizado por el microprocesador para ejecutar instrucciones en lenguaje de ensamblador, así como conocer el funcionamiento básico de un microprocesador, situación que se considera que podría afectar la motivación e interés por parte de estudiantes sobre el curso.

2. En la encuesta inicial, el 60.6 % de los estudiantes consideró muy difícil de aprender el lenguaje ensamblador, el 36.4 lo consideró de dificultad media y, solo el 3 % lo consideró fácil de aprender. El 51.5 % de los estudiantes manifestó tener alto interés y el 48.5 % interés medio, por el uso en proyectos escolares de la tarjeta electrónica Arduino. El 100 % consideró la tarjeta Arduino popular o muy popular en el ámbito escolar, versátil o muy versátil de aplicar y fácil o muy fácil de usar. El 75.8 % la consideró de precio accesible. Sin embargo, 87.9 % de los estudiantes no conocían la posibilidad de programar en lenguaje ensamblador la tarjeta Arduino. De esta manera, a partir del grado de aceptación por parte de los estudiantes de la tarjeta Arduino y la dificultad que representa el lenguaje de ensamblador para los estudiantes, se decidió incluir el uso de la tarjeta como apoyo didáctico en el estudio introductorio al lenguaje ensamblador del curso de Arquitectura de Computadoras.

3. En la encuesta final, se preguntó a los estudiantes su percepción acerca del grado de contribución al aprendizaje de las diferentes actividades del curso. En la Tabla 1, se muestran los resultados para cada actividad de enseñanza – aprendizaje.

Tabla 1. *Actividades de enseñanza – aprendizaje del curso*

APOYO DIDÁCTICO	Contribuye altamente al aprendizaje	Contribuye parcialmente al aprendizaje	Contribuye poco al aprendizaje
Explicación del profesor de los conceptos, ejemplos y procedimientos de simulaciones y prácticas.	97 %	3 %	0 %
Lecturas del tema.	41.2 %	52.9 %	5.9 %
Simulaciones de los componentes y funcionamiento de la CPU mediante el simulador Logisim.	100 %	0 %	0 %
Simulaciones de los componentes y funcionamiento de la CPU mediante el simulador Proteus.	91.2 %	8.8 %	0 %
Realización de prácticas empleando componentes en plantilla protoboard.	91.2 %	8.8 %	0 %
Uso de videos de apoyo didáctico.	76.5 %	23.5 %	0 %
Realización de prácticas con tarjeta basada en microcontrolador.	85.3 %	14.7 %	0 %
Participación mediante exposición por parte del alumno.	44.1 %	44.1 %	11.8 %

Se puede observar en la Tabla 1, que los estudiantes consideraron el uso del simulador Logisim como la actividad de enseñanza – aprendizaje que mejor contribuye al aprendizaje de los temas del curso; que contribuye altamente al aprendizaje el uso del simulador Proteus y la realización de prácticas empleando circuitos integrados de mediana escala en integración. También se destaca que la explicación por parte del profesor de los conceptos de cada tema, la explicación de ejemplos y la explicación de procedimientos para la realización de simulaciones y prácticas de laboratorio, contribuye altamente al aprendizaje. Se puede observar que el uso de tarjeta Arduino como apoyo didáctico para la introducción al lenguaje ensamblador tuvo una buena aceptación. De acuerdo con el resultado de la encuesta, se considera que las actividades de lectura y participación mediante exposición por parte de los alumnos deben reforzarse para lograr una mayor contribución al aprendizaje.

4. Mediante una estrategia didáctica que incluyó el uso de diferentes tipos de apoyos didácticos, el 88.2 % de los estudiantes consideraron que se cubrió la competencia del curso; el 97 % consideró que se cubrió totalmente el tema 1 Arquitecturas de cómputo; el 97 % consideró que se cubrió totalmente el tema 2 Estructura y funcionamiento de la CPU; el 47 % consideró que se cubrió totalmente el tema 3 Ensamble de equipo de cómputo y el 53 % que se cubrió parcialmente; el 35.3 % consideró que se cubrió totalmente el tema 4

Procesamiento paralelo y el 58.8 % que se cubrió parcialmente. De acuerdo con estos resultados, se puede mencionar que, se cubren los temas centrales del curso. Respecto a la cobertura del tema 3, el resultado de la encuesta coincide con la expectativa inicial del curso por parte de los estudiantes en contraparte con el enfoque real del curso. El tema 4 es un tema avanzado que requiere de un mejor diseño de actividades de aprendizaje para poderse cubrir en el tiempo y con los recursos disponibles del curso.

5. En la Tabla 2, se muestra el nivel de conocimientos sobre tópicos específicos considerado por los estudiantes, al iniciar y al finalizar el curso. Se puede observar que los estudiantes manifestaron un buen aprendizaje sobre los conceptos centrales del curso de Arquitectura de Computadoras.

Tabla 2. *Percepción de aprendizaje por tópico específico*

TEMA	INICIO DEL CURSO	FIN DEL CURSO
	Poco a muy bajo	Bueno o muy bueno
Conozco los componentes internos básicos de un microprocesador.	87.8 %	97 %
Conozco instrucciones en lenguaje de ensamblador de un microprocesador.	93.9 %	55.8 %
Conozco el proceso realizado por el microprocesador para ejecutar instrucciones de un programa en lenguaje ensamblador.	94 %	82.3 %

6. Respecto al nivel de interés y motivación en el curso, el 73.5 % de los estudiantes, manifestaron que se despertó el interés y se mantuvo a lo largo del curso y, el 26.5 % indicó que se inició con interés y bajo conforme avanzó el curso. En relación con la cantidad de horas por semana dedicadas a las actividades del curso adicionales a las horas de clase, el 70 % mencionó dedicarle 3 a 6 horas, el 11.8 % mencionó dedicarle 10 horas adicionales y el 17.7 % menos de 2 horas. Así mismo, el 85.3 % indicó que las actividades del curso les permitieron realizar otro tipo de actividades académicas, deportivas o recreativas. En relación con el nivel de estrés relacionado con las actividades del curso, el 58.8 % mencionó una percepción de un nivel de estrés medio, un 14.7 % un nivel de estrés bajo y el 26.5 % un nivel de estrés alto.

7. Finalmente, respecto a la opinión por parte de los estudiantes respecto al proceso de evaluación, 85.3 % consideró que el proceso es justo y refleja el grado de aprendizaje de los temas del curso. El porcentaje de aprobación del curso fue del 94 %.

CONCLUSIONES

Mediante una estrategia didáctica que incluye la aplicación de diferentes actividades de enseñanza – aprendizaje para el curso de Arquitectura de Computadoras y en consideración de las situaciones problemáticas planteadas, se puede concluir que el uso de los simuladores, la realización de prácticas de laboratorio, empleando diferentes tecnologías y la explicación por parte del profesor, contribuyen altamente al aprendizaje; que se pueden cubrir la competencia y temas del curso, y mantener la motivación e interés por parte de los estudiantes

sin saturarlos de actividades manteniendo un nivel de estrés medio. El empleo de esta estrategia didáctica permitió un nivel aprovechamiento y aprobación alto del curso.

BIBLIOGRAFÍA

Almada, L., Ibarra, E. y Lozoya, F. (2022). Aplicación de Proteus y Tinkercad en materias relacionadas con el internet de las cosas. *Revista Electrónica ANFEI Digital* (14). <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/834>

Arduino (2023). *What is Arduino?* <https://www.arduino.cc/>

Burch, C. (2011). *Logisim, una herramienta de diseño y simulación de circuitos lógicos*. <http://www.cburch.com/logisim/es/index.html>

Cano, S., Medina, M., Ramos, J. (2016). Análisis del estrés académico en estudiantes de Ingeniería como estrategia para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica ANFEI Digital* (5). <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/280>

Hernández, C. (2019). Uso del simulador Logisim como apoyo didáctico en la materia de Arquitectura de Computadoras. *Pistas Educativas*, vol. 41(133), pp. 55-69. <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2127>

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (2020). *Ingeniería en Sistemas Computacionales*. <https://irapuato.tecnm.mx/moferta/sistcomputacionales/carrera.html>

LabCenter Electronics (2023). *Proteus (version 8.0)*. <https://www.labcenter.com/>

Mano, M. (1994). *Arquitectura de Computadoras* (3ª Edición). Prentice Hall

Silvestre, J. (2021). Estrategia de enseñanza en línea de Arquitectura de Computadoras en tiempos de pandemia. *Revista Electrónica ANFEI Digital* (13). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/712>