

**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS A TRAVÉS DE UN ENTORNO VIRTUAL,
UTILIZANDO EL APRENDIZAJE INVERTIDO, EN EL CURSO EIF – 203,
ESTRUCTURAS DISCRETAS PARA INFORMÁTICA.**

Eithel Eduardo Trigueros Rodríguez
eitheltr@gmail.com
Universidad Nacional, Costa Rica

Núcleo temático: La resolución de problemas en Matemática

Modalidad: CB

Nivel educativo: Educación de adultos

Palabras clave: Resolución de problemas, educación matemática, entorno virtual

Resumen

El presente trabajo corresponde al desarrollo de una propuesta metodológica para el curso Estructuras Discretas para Informática, elaborada en el marco del proyecto final de graduación de la Maestría en Tecnología e Innovación Educativa de la Universidad Nacional de Costa Rica, que utiliza el aprendizaje invertido como método para otorgar más valor a los momentos de aprendizaje que son presenciales, permitiendo que el estudiantado pueda dedicarse a resolver problemas aplicados a la temática que se desarrolla. En el aprendizaje invertido se recurre a un entorno virtual facilitado por la universidad en la plataforma MOODLE y se apoya con una página web creada por el autor. El origen de esta propuesta está en intentar resolver las dificultades de aprendizaje que presentan los estudiantes en algunos temas de este curso, en el que la cantidad de contenidos respecto al tiempo para desarrollarlos es muy corto.

Introducción

La propuesta realizada tiene como población meta los estudiantes del curso EIF-203 Estructuras Discretas para informática que forma parte de la carrera Ingeniería en Sistemas de la información de la Universidad Nacional de Costa Rica. Este curso se debe llevar en el primer semestre del segundo año de carrera y dentro de la malla curricular, los estudiantes necesitan tener aprobado el primer curso de programación (fundamentos de programación) y el primer curso de matemática, denominado matemática para informática (UNA, 2013). El curso tiene un valor de tres créditos y se imparte en 4 horas semanales que pueden darse en una sola sesión o en dos sesiones de dos horas.

La experiencia del autor de la propuesta impartiendo el curso, más los datos recolectados por la cátedra estiman que en total se tiene un 40% de aprobación. En el 60% restante siempre

existe al menos un 20% de deserción, y los estudiantes afirman que el curso es útil, aunque la cantidad de temas abordados es vasta y de un nivel de abstracción alto además de considerar el curso como difícil (Vílchez, 2016).

La realidad descrita establece un problema respecto a la cantidad de estudiantes aprobados, pero más importante, una dificultad para el aprendizaje que se convierte en un tema que provoca al análisis y la reflexión de las prácticas docentes utilizadas, las bases que presentan los estudiantes, la cantidad de contenidos e inclusive los objetivos del curso.

Es por esta razón que se plantea, como objetivo de la investigación, desarrollar una estrategia metodológica que favorezca el aprendizaje de los estudiantes, y a la vez promueva la aplicación de los contenidos mediante el uso de la resolución de problemas. Además, se pretende generar espacios que fortalezcan la comprensión de los temas abordados y les favorezcan a los estudiantes para interiorizar en los contenidos.

Para solventar el problema de la cantidad de contenidos descritos en el programa del curso versus el tiempo para abordarlos se hace uso del aprendizaje invertido, el cual está muy relacionado con el uso de las TIC, y por lo tanto se utilizó un entorno virtual para la gestión de la información y además se aprovechó para realizar grupos de trabajo, regular el avance del trabajo de los estudiantes y generar los espacios de evaluación. Como un soporte para el manejo de la información se utilizó una página web, en la que se alojaron todos los recursos para el aprendizaje invertido, en caso de que el entorno presentara algún inconveniente.

El producto que se desarrolló se denominó *Módulos de resolución de problemas con aprendizaje invertido* (Módulos RPI), y la presentación de los mismos es el objetivo principal de este trabajo. Los módulos se implementaron en las primeras cinco semanas del curso, mediante un proceso de investigación cualitativo e incluyeron los temas de recursividad, relaciones de recurrencia y análisis de algoritmos.

Marco de referencia.

Los conceptos de mayor importancia en el desarrollo del trabajo son los referentes a la resolución de problemas como técnica para potenciar el aprendizaje de los estudiantes, no centrada en construcción de conocimiento, sino en el fortalecimiento de los contenidos ya conocidos, el aprendizaje invertido y el uso de un entorno virtual, pero además se consideran

aspectos tales como aprendizaje autónomo, aprendizaje colaborativo, evaluación alternativa y evaluación auténtica los cuales únicamente se mencionaran en esta ocasión.

Respecto a **resolución de problemas**, es importante brindar una definición de problema y establecer a qué se refiere cuando se habla de esta actividad. Según Schoenfeld (1985) un problema se define como un trabajo difícil para quién lo intenta resolver, por esta razón se hace necesario la búsqueda de una estrategia para encontrar su solución. Para Polya (1981) un problema es aquella situación que requiere la búsqueda consciente de una acción apropiada para el logro de un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable de forma inmediata. García (2009) haciendo referencia al trabajo de Krulik y Rudnik (1980) esclarece aún más el concepto de problema al definirlo como “una situación cuantitativa o de otra clase, a la que se enfrenta un individuo o un grupo, que requiere solución y para la cual no se vislumbra un medio o camino aparente y obvio que conduzca a la misma” (p.2).

A partir de esta definición, es claro que las situaciones presentadas en los Módulos RPI, debían suponer un reto para el estudiante, en cuando a que, aunque tuviera alguna o toda la información necesaria para encontrar la solución, la situación le representaba un reto que no se podía resolver de manera directa.

Además, se consideraron los aspectos más importantes que impulsa Polya, para la resolución de un problema, los cuáles son los de dividir el proceso de resolución en cuatro pasos a destacar (Polya, 1965, p.29-37): comprensión del problema, concepción de un plan, ejecución del plan y visión retrospectiva.

A partir de los procesos que expone Polya, se proponen una serie de pasos, que tomen en cuenta las heurísticas que desarrolla el estudiante, que se adaptaron de acuerdo a cada tema.

Para el tema de recurrencia, se ponen de manifiesto los siguientes pasos (elaboración propia):

1. Comprensión del problema: analice y escriba en sus propias palabras qué es lo que se le está solicitando y además aquellos datos que considere son importantes para responder a lo que le preguntan. Esta etapa puede ser la más importante, pues de no entender qué es lo que debe responder no logrará una solución adecuada.

2. Explorar soluciones: realice una búsqueda y escriba las estrategias de resolución que considere que son adecuadas para el problema.

3. Escoger una solución: de todas las estrategias que encontró, determine e implemente la que considere es la más adecuada para resolver el problema. Escriba en lenguaje matemático dicha solución.

4. Verificación de la solución: la etapa final consiste en verificar que la solución sea adecuada. Hay varias formas para tener certeza de que la solución es correcta, una forma es implementarla en un lenguaje de programación determinado, (puede construir un pseudocódigo para guiarse). En caso de que la solución no sea adecuada regrese al paso 3 buscando otra forma de resolver el problema.

Los pasos para la solución de los problemas se ajustaron según cada tema abordado, pero generalmente tuvieron una estructura similar.

Por otra parte, era necesario abordar cada tema optimizando la cantidad de tiempo invertido. Por esta razón para obtener provecho de la facilidad que brinda la tecnología para visualizar los contenidos por diversos medios, así como la inmediata conectividad que se genera a partir de los dispositivos móviles, se fomentó el **aprendizaje invertido**. El aprendizaje invertido es un enfoque pedagógico centrado en el estudiante, que utiliza activamente la tecnología, modificando los roles habituales de la clase magistral, entregando la responsabilidad al estudiante de la adquisición de conocimientos y utilizando el salón de clase para el análisis, discusión, resolución de problemas, etc. Con lo que el profesor ya no es mediador de conocimiento sino un facilitador y guía en el proceso de aprendizaje, y el estudiante no es un receptor de contenidos, sino un actor activo.

Los principales pioneros de este enfoque son Jonathan Bergmann y Aaron Sams (Driscoll III, 2012, p. 2) así como Salman Khan con su charla TED Let's use video to reinvent education, en marzo del 2011.

El aprendizaje invertido se puede implementar de formas variadas, pero se considera que contar con al menos cuatro elementos clave, a saber: ambientes flexibles, cultura de aprendizaje, contenido intencional y un docente profesional que pueda delegar la responsabilidad de adquisición de los contenidos (Trends, 2014).

Dos aspectos que se deben aclarar con el aprendizaje invertido son los medios que se utilicen para la transmisión de los contenidos y la mediación que haga el profesor para poder utilizar esos contenidos en la resolución de problemas. En ambos casos, se debe tener muy claro que el objetivo del aprendizaje invertido es cómo mejor el uso del tiempo en el aula (Bergmann

y Sams, 2013). El profesor deberá dedicar su esfuerzo en la planificación y diseño de los materiales, las actividades y cómo aprovechar adecuadamente los espacios en el aula. Es muy importante que el docente determine en qué momento del aprendizaje es necesaria la explicación cara a cara, y que parte de la instrucción se puede impartir con el uso de la tecnología.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente, el aprendizaje invertido se centra en el estudiante. Bergmann y Sams (2013) afirman, que los estudiantes tienen beneficios como aprender a aprender, o identificar la manera en la que aprenden mejor, promover la colaboración, un mayor compromiso con su propio aprendizaje y hasta tener más tiempo para resolver sus dudas en interacción con el docente. Sin embargo, según Simpson (2014) al aplicar el modelo algunos estudiantes se sientan incómodos pues, por naturaleza la modificación de las prácticas, produce cierta molestia. Esto indica que el método debe ser utilizado previniendo un posible rechazo por parte de los estudiantes, aunque en la mayoría de ocasiones se garantiza un mejor aprendizaje.

Otro aspecto que es de importancia para la implementación de los Módulos RPI es el del **entorno virtual**, pues este fue el medio que se utilizó tanto para facilitar el aprendizaje invertido como para evidenciar los procesos en la resolución de los problemas, realizados presencialmente y a distancia. Los entornos virtuales, también llamados entornos virtuales de aprendizaje (EVA) son los escenarios que propician la construcción del conocimiento en un espacio alojado en la Web, conformado por un conjunto de herramientas informáticas o sistema de software y que presenta dos dimensiones, tecnológica y la educativa, las cuales se interrelacionan y potencian entre sí. Los EVA responden a las siguientes cuestiones: trabajar en un entorno activo y colaborativo, simulando un campus físico tradicional, pero con todas las ventajas que ofrecen las TIC.

Salinas (2011) manifiesta que un entorno virtual de aprendizaje posee cuatro características básicas:

- Es un entorno electrónico, no material en sentido físico, creado y constituido por tecnologías digitales.
- Está hospedado en la red y se puede tener acceso remoto a sus contenidos a través de algún tipo de dispositivo con conexión a Internet.

- Las aplicaciones o programas informáticos que lo conforman sirven de soporte para las actividades formativas de docentes y alumnos.
- La relación didáctica no se produce en ellos “cara a cara” (como en la enseñanza presencial), sino mediada por tecnologías digitales.

A partir de estas características se puede decir que los EVA permiten el desarrollo de acciones educativas sin necesidad de que docentes y alumnos coincidan en el espacio o en el tiempo. Esto se conoce como espacios asincrónicos.

Para el desarrollo de los Módulos RPI es de importancia este detalle, pues se pretendía que los estudiantes realizaran trabajos de forma independiente, y en algunas ocasiones este debe desarrollarse fuera del aula.

Descripción de los Módulos RPI.

Es importante destacar que la mayoría de cursos relacionados con la matemática presentan metodologías de tipo magistral, por lo que se debía ser cuidadoso en la forma de introducir las modificaciones en la metodología de trabajo, para que el cambio no fuera un elemento negativo. Por esta razón, y para describir de manera general la estructura y modo de trabajo de las cinco semanas en que se utilizarían los Módulos RPI, se generó un documento que contenía los principales lineamientos de la estrategia de aprendizaje que se iba a utilizar (Ver anexo). Este documento se colocó en el entorno virtual y se discutió en la primera clase junto con la carta al estudiante. Además, se explicaban los componentes de cada módulo que son los siguientes:

1. Ruta de aprendizaje: Este documento era el primero con el que se encontraban los estudiantes en el entorno virtual y era el que guiaba las actividades a realizar en el tiempo estimado. Cada ruta contenía el objetivo de aprendizaje, los recursos necesarios, la descripción de las actividades y la evaluación que se iba a aplicar. Es importante mencionar que la estrategia de evaluación debía ser distinta a la que se implementa en las clases tradicionales. Por lo tanto, se elaboró una tabla de cotejo para autoevaluación, una rúbrica para co-evaluación y una escala de calificación para la evaluación que realizaba en profesor. Los tres instrumentos se incorporaban en la ruta de aprendizaje.

2. Recursos de cada módulo: Luego de la ruta de aprendizaje, se les facilitaba a los estudiantes los recursos que estaban descritos en la ruta de aprendizaje, que eran necesarios para aprovechar el aprendizaje invertido. Entre los recursos más utilizados estaban los vídeos tutoriales originales que se subieron en YouTube y se embebían en una página web dentro del entorno virtual. Otros de los recursos presentados fueron un resumen sobre los contenidos a abordar, también elaborado por el autor de la propuesta que incluían los contenidos de manera formal, ejemplos resueltos, y los problemas que debían resolver los estudiantes. Además, según el tema, se les entregaban a los estudiantes algunos artículos o capítulos de libros que contenían otros ejemplos resueltos y otros ejercicios para trabajo que se podían consultar en caso de querer profundizar en los temas.
3. Actividades: Cada actividad era descrita de manera específica en la ruta de aprendizaje. Se relacionan con trabajos individuales para la revisión de los contenidos, las indicaciones para resolver los problemas y las estrategias de evaluación.

Conclusiones.

Los Módulos RPI, constituyen un producto educativo que involucra la tecnología, como medio para comunicación eficiente de información y como herramienta de apoyo para la resolución de problemas matemáticos. Pero además, se incorpora en los módulos un componente didáctico que se espera facilite el aprendizaje de las estructuras discretas.

Con el desarrollo e implementación, de dicho producto se cumplió el objetivo principal de la investigación que se planteó, pues además de desarrollar recursos tecnológicos y problemas matemáticos, se cuenta con un proceso de mediación que guía al estudiante en el proceso de enseñanza.

El desarrollo de toda metodología permite obtener las siguientes conclusiones:

1. Al desarrollar una metodología con material didáctico tecnológico para espacios virtuales, el docente debe procurar brindar indicaciones claras y específicas sobre lo se espera del estudiante.
2. El tiempo requerido para la preparación de clases en las que se utilizaron los Módulos RPI es considerablemente mayor al que se requiere para una clase con metodología tradicional.

3. En el proceso de desarrollo de la metodología, el docente debe asumir una posición distinta en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues todas las actividades (problemas, actividades de mediación, entorno virtual, recursos tecnológicos y evaluación) están en función de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Bergmann, J. y Sams, A. (2013). Flip Your Students' Learning. *Educational Leadership*, 70(6), 16-20.
- Driscoll III, T., F. (2012). Flipped Learning & Democratic Education. Teacher College, Columbia University [Graduate Thesis]. Recuperado de: <http://www.flipped-history.com/2012/12/flipped-learningdemocratic-education.html>
- García, M. (2009). Importancia de la resolución de problemas. Estrategias y recursos. *Revista digital, renovación y experiencias educativas*, 20, sp. Recuperado de: http://www.csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_20/M_CARMEN_GARCIA_1.pdf
- Polya, G (1965). Cómo plantear y resolver problemas. Primera Edición en español. México: Trillas.
- Polya, G (1981). *Mathematical Discovery*. Tercera Edición. John Willey & Sons, INC.
- Salinas, M. (2011) Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipo, modelo didáctico y rol del docente. Pontificio Universidad Católica de Argentina. Recuperado en octubre 2016 de: www.uca.edu.ar
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press, INC.
- Simpson, K. (2014). Flipped classroom – a model for the future? UNMC NEWSROOM. Recuperado de: <http://www.unmc.edu/news.cfm?match=12626>

-Trends, R. E. (2014). Aprendizaje invertido. *Observatorio de Innovación Educativa. Tecnológico de Monterrey*, 1-29.

-Universidad Nacional (2013). *Plan de estudios: Ingeniería en sistemas de información con grado de bachillerato y salida lateral de diplomado en programación de aplicaciones informáticas*. [En línea, fecha de consulta: 16 de abril de 2017] Recuperado de:

<http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/2793/24.pdf?sequence=1>

-Vílchez, E. (2016) Uso de Wolfram Mathematica como apoyo para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática discreta. *10 Festival Internacional de Matemática*, 198.



Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela De Informática
Prof. Eithel Eduardo Trigueros Rodríguez

MÓDULOS DE RESOLUCIÓN COLABORATIVA DE PROBLEMAS (MÓDULOS RPI)

OBJETIVO GENERAL

Conocer y aplicar las teorías básicas de recursividad, relaciones de recurrencia y análisis de algoritmos, en la resolución de problemas que enfrentan situaciones vinculadas con las ciencias de la computación.

DESCRIPCION

Este documento explica cómo se trabajará la primera parte del curso EIF-203 antes del primer parcial, utilizando el aprendizaje invertido e incorporando una dinámica participativa que tiene como fin la resolución de problemas apoyado en el recurso digital del aula virtual. Es importante que para esta parte del curso usted no considere al profesor como el dueño del conocimiento, sino como un mediador que aprenderá y llegará con usted al aprendizaje.

Para efectos del trabajo a realizar en el aula virtual, vale la pena resaltar que estará enfocado solamente en la primera parte del curso la cual corresponde a los siguientes contenidos: Recursividad, relaciones de recurrencia y análisis de algoritmos. Esta primera etapa del curso es de naturaleza teórico práctica y tendrá una duración de 5 semanas, en que usted debe dedicar al menos 4 horas por semana.

En todo momento, usted contará con el acompañamiento del profesor, el cual realizará la función de retroalimentar el progreso y el proceso de aprendizaje. En ese sentido, cada uno deberá asumir el reto, el privilegio y el compromiso de evaluar constantemente sus propios conocimientos y habilidades, de tal forma que, con sus construcciones potencien también el aprendizaje de sus compañeros y compañeras.

METODOLOGÍA

Se propone una metodología participativa, que permita compartir experiencias, percepciones y propuestas de solución para los problemas planteados en las diferentes estrategias de aprendizaje. Debido a esto usted es corresponsable del aprendizaje y debe comprometerse a:

1. Realizar la lectura completa del programa de curso.
2. Revisar detenidamente las rutas de aprendizaje que guiarán el trabajo durante las semanas.
3. Revisar las lecturas los videos y demás materiales que se indican en esa ruta de aprendizaje.
4. Llevar a cabo la resolución de los problemas planteados para cada semana.
5. Realizar los procesos de autoevaluación y coevaluación que se indican en las rutas de aprendizaje.
6. Realizar o presentar todas las evidencias del proceso de aprendizaje dentro de las herramientas habilitadas en el aula virtual.
7. Revisar constantemente el aula virtual.

CRONOGRAMA BÁSICO.

Unidades	Objetivos específicos	Contenidos
Módulo 1. Recursividad: Sesión presencial 13 de febrero. 5 pm-9 pm Aula virtual: 13 de febrero desde las 12 pm hasta el 19 de febrero a las 12 am.	Comprender las aplicaciones de la recursividad dentro de la programación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definiciones recursivas. 2. Principio de demostración por recursividad. 3. Aplicaciones de la recursividad a la programación.
Módulo 2. Relaciones de recurrencia: Sesión presencial 20 y 27 de febrero. 5 pm-9 pm Aula virtual: 20 de febrero desde las 12 pm hasta el 05 de marzo a las 12 am.	Conocer distintos métodos de resolución de relaciones de recurrencia.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definiciones básicas de relaciones de recurrencia. 2. Resolución de relaciones lineales homogéneas. 3. Método iterativo.
Módulo 3. Análisis de algoritmos Sesión presencial 6 y 13 de marzo. 5 pm-9 pm Aula virtual: 6 de marzo desde las 12 pm hasta el 19 de marzo a las 12 am.	Utilizar los principios de las notaciones asintóticas para el análisis de la complejidad de un algoritmo Desarrollar capacidades para el diseño de un material digital teórico-práctico que demuestre	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición y ejemplos de algoritmos. 2. Notaciones asintóticas. 3. Análisis de gráfico de las notaciones asintóticas. 4. Propiedades de las notaciones asintóticas. 5. Aplicación de las notaciones asintóticas

	el dominio del tema de complejidad de algoritmos	
--	--	--

EVALUACIÓN.

La evaluación se llevará a cabo tanto por parte del profesor como los estudiantes. De tal forma que la autoevaluación y la coevaluación serán fundamentales dentro del proceso de aprendizaje individual y colectivo. Esto significa que la evaluación se llevará a cabo cualitativa y cuantitativamente a través de diferentes actividades e instrumentos, estos últimos le permitirán generar un proceso de autorregulación, es decir, el estudiante podrá utilizarlos como una guía de lo que debe realizar en cada unidad y la calidad que se espera del proceso y del producto a presentar en el aula virtual.

La evaluación está organizada de la siguiente manera:

MÓDULOS	ACTIVIDADES	PORCENTAJE
Módulo 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lectura de la ruta de aprendizaje 1 2. Revisión de los materiales. 3. Resolución de las situaciones problemática. 4. Elaboración de la autoevaluación. 5. Elaboración de la coevaluación. 	Heteroevaluación 2% (Evaluación del profesor, Escala de calificación) 1% (Lista de cotejo) 2% (Rúbrica)
Módulo 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lectura de la ruta de aprendizaje 2. 2. Revisión de los materiales. 3. Resolución de las situaciones problemática. 4. Elaboración de la autoevaluación. 5. Elaboración de la coevaluación. 	Heteroevaluación 2% (Evaluación del profesor, Escala de calificación) 1% (Lista de cotejo) 2% (Rúbrica)

Módulo 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lectura de la ruta de aprendizaje 3. 2. Revisión de los materiales. 3. Resolución de las situaciones problemática. 4. Elaboración de la autoevaluación. 5. Elaboración de la coevaluación. 	<p>Heteroevaluación 2% (Evaluación del profesor, Escala de calificación)</p> <p>1% (Lista de cotejo)</p> <p>2% (Rúbrica)</p>
-----------------	---	--