

---

## Un acercamiento al aprendizaje invertido en un curso universitario relacionado a la matemática discreta

---

MATIE. Eithel Eduardo Trigueros Rodríguez

Universidad Nacional, Costa Rica.

eitheltr@gmail.com

**Resumen:** El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto final de investigación de la Maestría en Tecnología e Innovación Educativa (MATIE) de la Universidad Nacional de Costa Rica. Se enfoca en divulgar el proceso de diseño, puesta en práctica, reflexiones personales y conclusiones sobre las actividades realizadas dentro del proyecto que tienen como base el aprendizaje invertido. Estas actividades fueron implementadas durante 5 semanas en un entorno virtual y en la clase presencial en el curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática.

**Palabras clave:** Aprendizaje invertido, entorno virtual, estructuras discretas.

### 1. Introducción

Según Corica y Dinerstein (2009) “en el pasado existió una correlación entre las etapas de la historia de la humanidad y las tecnologías de acceso cotidiano” (p.10). Sumado a ese detalle histórico se encuentra el hecho que estamos en la época en que el avance tecnológico sufre un cambio vertiginoso y casi diario. Es por esta razón que la educación se debe adaptar a las demandas y métodos actuales para la enseñanza y el aprendizaje, debido a que los estudiantes que tenemos en las aulas aprenden de manera muy distinta a los de hace unos años.

Debido a esta realidad se desarrolló un proyecto, que sirvió como trabajo final de graduación de la MATIE, en el que se pretendía modificar los roles del profesor y estudiante tradicionales, mediante el uso del aprendizaje invertido a través de un entorno virtual e, incluso, se abordó la resolución de problemas a partir de la base que brindaban tanto el

aprendizaje invertido como el entorno virtual. Pero en esta ocasión es de interés expresar la experiencia específica que se obtuvo con el aprendizaje invertido.

El proyecto se implementó con 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 (En adelante UNA).

La experiencia del autor impartiendo el curso demuestra que se tiene poco tiempo para el desarrollo de todos los temas, y datos recolectados por la cátedra estiman que en total se tiene un 40% de aprobación. Del 60% restante siempre existe al menos un 20% de deserción, y los estudiantes afirman que el curso es útil, aunque tiene mucha teoría y que se tiene un nivel de abstracción alto además de considerar el curso como difícil (Vílchez, 2016).

El poco tiempo que se presenta en el curso, más la realidad que evidencian los estudiantes supuso una oportunidad para aplicar el aprendizaje invertido, puesto que uno de los pilares de esta metodología es el aprovechamiento del tiempo presencial para profundizar en los temas del curso.

Debido al escenario brevemente expuesto y otros antecedentes investigados, es que dentro del proyecto final de graduación se plantea como objetivo general desarrollar una estrategia didáctica a partir de la técnica resolución de problemas y el aprendizaje invertido, a través de un entorno virtual, para los temas de recursividad, relaciones de recurrencia y análisis de algoritmos, del curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática, de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Nacional.

A su vez, se debe aclarar que para alcanzar dicho objetivo se planteó:

1. Identificar los recursos tecnológicos que favorecen el aprendizaje invertido.
2. Diseñar los recursos didácticos para los temas seleccionados a través de un proceso de mediación pedagógica que incorpora presencialidad y virtualidad.

3. Diseñar las estrategias didácticas el aprendizaje invertido para su aplicación desde lo presencial y lo virtual.
4. Implementar las estrategias didácticas para la respectiva validación desde lo presencial y lo virtual.

Además, la estrategia que se desarrolló fue el producto principal de la investigación y se denominó Módulos de resolución de problemas con aprendizaje invertido (Módulos RPI). 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.

## 2. Aspectos teóricos

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 debe contar con al menos cuatro elementos clave (Trends, 2014), a saber: ambientes flexibles, cultura de aprendizaje (la responsabilidad que tienen los estudiantes), contenido intencional y un docente profesional.

Una de las herramientas digitales más utilizadas en la implementación del aprendizaje invertido son los videos. En el área de matemática, los canales de videos de YouTube son

cada vez más visitados por los estudiantes cuando necesitan repasar los contenidos vistos en la clase. Sin embargo, el aprendizaje invertido no trata solamente de usar los videos, sino de cómo utilizar el tiempo en el aula de tal forma que se potencie el papel del estudiante como constructor de sus propios aprendizajes (Bergmann y Sams, 2013, p. 16). El profesor debe dedicar su esfuerzo a la planificación, diseño de los materiales (contenidos) y las actividades que se llevan a cabo dentro y fuera del aula.

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.

Por otra parte, es necesario definir lo que se entiende como **entorno virtual**. Este medio 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, está hospedado en la red, las aplicaciones o programas informáticos que lo conforman sirven de soporte para las actividades formativas de docentes y alumnos y finalmente la relación didáctica se produce 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 coinciden en el espacio o en el tiempo.

### **3. Metodología utilizada.**

El paradigma utilizado en la investigación es el naturalista, pues en este “debe aceptarse que la realidad es dinámica, múltiple y holística” (Barrantes, 2007, p. 61). Este es un principio básico en el desarrollo de las actividades y estrategias de enseñanza propuestas para el aprendizaje invertido, debido a que dependen de la realidad que se vive en el aula y de la respuesta e interacción que tengan los estudiantes con las situaciones presentadas, así como la instrucción fuera de clase.

Por otra parte, los procesos de investigación y de desarrollo que se llevaron a cabo para cumplir con los objetivos, son acciones orientadas al proceso y que se hacen desde adentro de la situación estudiada, con lo que se garantiza que el enfoque es cualitativo. (Barrantes, 2007, p.72). Respecto al tipo de investigación, se escogió el diseño fenomenológico hermenéutico, pues este se concentra en la interpretación de la experiencia humana, considerando esta como el producto de la interacción. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

La población que se beneficia principalmente de este proyecto es la de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Nacional. La muestra que se utilizó es un grupo del Campus Sarapiquí, en el primer semestre del 2017. La cantidad de estudiantes matriculados en el curso fue en total de 23 (18 hombres y 5 mujeres), todos con edades entre 18 y 23 años, y sus lugares de procedencia en la mayor parte corresponde a la zona Huetar Norte y Caribe del país. Respecto a la cantidad de veces que los estudiantes han llevado el curso EIF-203, 9 estudiantes estaban llevándolo por segunda vez y para 14 era la primera vez que lo matriculaban.

Con fin de lograr los objetivos se propusieron etapas de investigación que involucran dos grandes aspectos: el desarrollo de las actividades y recursos para el aprendizaje invertido y la puesta en práctica de estas.

Tal como se mencionó el producto realizado se denominó Módulos RPI e incluye toda una estrategia metodológica para el curso EIF-203. Pero las partes de los módulos que tenían que ver con el aprendizaje invertido constaban de un resumen de los contenidos, vídeos donde se explicaban algunos ejemplos resueltos y luego las actividades que podían estar planeadas para realizarse desde el entorno o bien en el momento presencial, también podían ser de manera grupal o individual.

Tanto los recursos como las actividades fueron desarrolladas por el autor a partir de la investigación realizada sobre el aprendizaje invertido y los conceptos que se necesitaba abordar. Luego, se validaron con la ayuda de profesores expertos, para finalmente ponerlos en práctica con el grupo.

Este último paso contó con varios métodos para recolectar la información, entre ellos se utilizó la observación participante (realizada por el autor de la propuesta), la observación no participante (la realizaron los dos estudiantes asistentes), algunas fotografías y vídeos de la clase presencial, una encuesta para los asistentes y una para los estudiantes participantes, así como el análisis de las respuestas que daban los estudiantes a las actividades propuestas.

En la imagen 1 se muestra el aspecto del entorno virtual (Aula virtual de la UNA) con uno de los vídeos para el estudio independiente de los estudiantes.

Esta información recolectada permitió mejorar el producto para una segunda implementación o bien dar énfasis a algunos temas dependiendo del avance que mostraban los estudiantes, tanto en las actividades de aprendizaje invertido como en la resolución de problemas. Para el análisis de la información, esta se clasificó en relacionada con ambientes flexibles, cultura de aprendizaje, contenido intencional y e impacto del docente.

#### 4. Actividades y materiales

Todas las actividades y materiales que se crearon tienen en común que buscan que el estudiante pueda comprender los conceptos, acercándose por diversos medios a los contenidos antes de la clase presencial, y utilizar el tiempo de la clase presencial para profundizar, aclarar dudas, retroalimentar y por supuesto resolver problemas.

Este proceso se puede dividir en tres momentos:

*a. Antes de la clase:*

En Imagen 1 se muestra un vídeo incrustado en el aula virtual. Este vídeo junto con el material de texto digital debía ser consultado por los estudiantes antes de la clase. En algunas ocasiones solo se les solicitó una captura de pantalla para verificar que lo hayan consultado, pero en otras unidades se dejaban algunas tareas como crear algún tipo de relación en específico que le permitiera al profesor evidenciar que los estudiantes no solo abrieron los archivos, sino que les dedicaron tiempo para analizarlos.

*b. Durante la clase:*

El principal aspecto que se buscó durante la clase fue la de lograr mayor profundidad en los temas abordados. En este momento jugó un papel muy importante el trabajo en grupo, y el uso de la estrategia de resolución de problemas, así como el entorno virtual como el medio para que los estudiantes pudieran evidenciar su avance y la forma en que se organizaron para resolver el problema estudiado.

**UNA**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
CENTRO UNIVERSITARIO  
SISTEMAS COMPUTACIONALES

## Solución



*Sol del sistema* →  $A = 3 \quad y \quad B = 2$

*Solución* →  $a_n = 3(-1)^n + 2 \cdot 3^n$

*Relación Inicial* →  $\begin{cases} a_n = 2a_{n-1} + 3a_{n-2} \\ a_1 = 3 \\ a_2 = 21 \end{cases}$

Última modificación: sábado, 11 de febrero de 2017, 15:25

Universidad Nacional

*Imagen 1*



## 5. Análisis de la información

La cantidad de información obtenida fue considerable y el proceso de sistematización de la misma fue una labor que tomó bastante tiempo, pero muy provechosa. A modo de resumen se preguntan los principales resultados que se obtuvieron según cada categoría:

Ambientes flexibles: los estudiantes afirman que al tener un material que presenta una mediación pedagógica más cercana a ellos, que lo se presentado en un libro por ejemplo, se sienten más a gusto.

Cultura de aprendizaje: Aquellas actividades donde debían consultar los contenidos e iniciar con el aprendizaje fueron exitosas. No así aquellas actividades que buscaban una mayor profundización y análisis de los contenidos. A modo de ejemplo, si los estudiantes tenían que agregar unas capturas de pantalla donde evidenciaran la consulta de los contenidos lo hacían a tiempo y correctamente, pero al solicitarles que resolvieran algún problema o respondieran preguntas de los compañeros los resultados no eran los esperados.

Contenido intencional: Los estudiantes afirman que los textos de resumen les servían, pero que eran más efectivos los videos pues complementaban la teoría y sentían que comprendían y que avanzaban más en su aprendizaje. También se debe mencionar que al consultarles sobre lo que más les gustó respecto a todos los Módulos RPI, ellos indicaron que fueron los videos pues ayudaban al aprendizaje.

Papel del docente: Los estudiantes afirman que el papel del docente es más de guía, pues el trabajo recae en ellos, es decir, si ellos no consultaban los recursos que se encontraban en el entorno virtual y realizaban las actividades no avanzaban de manera adecuada. Este resultado está muy relacionado a la cultura de aprendizaje que se comenzó a generar en ellos.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

Al finalizar la implementación del proyecto final, se cumplió el objetivo principal de la investigación que se planteó, pero además se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Con la elaboración de los recursos y las actividades dentro de los Módulos RPI que involucran el aprendizaje invertido, a través del entorno virtual, se genera una metodología de aprendizaje distinta a la tradicional que prueba ser efectiva a partir de las opiniones de los estudiantes participantes y del autor.
2. El proceso de desarrollo de los recursos y actividades que incluyen el aprendizaje invertido dejan una experiencia única en el autor, motivando a generar otros estudios similares para otros cursos relacionados con la matemática.
3. Con la aplicación del aprendizaje invertido se utiliza el tiempo en el aula de mejor manera, pero no se puede omitir que es necesario la constante evaluación en los estudiantes para verificar que las actividades se están completando y cumpliendo con su propósito. Si eso no ocurre es responsabilidad del docente adaptar el tiempo restante para abordar los temas de manera adecuada.
4. Los estudiantes prefieren tener ejemplos resueltos en videos que en un texto. Sin embargo, el texto complementa al video y viceversa. Además, el aprendizaje invertido no requiere únicamente de los recursos, sino de la mediación que planee el docente tanto para utilizarla fuera del aula como dentro de ella.
5. Un entorno virtual como el aula virtual de la UNA, es eficiente para implementar el aprendizaje invertido.

Además se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda a la UNA, específicamente al Campus Sarapiquí abrir espacios para aplicar este tipo de propuestas en otros cursos relacionados a la matemática, específicamente en Matemática General, Matemática para informática y Cálculo I.
2. Se recomienda a los profesores generar recursos que le sirvan para implementar en primer lugar el aula invertida y luego el aprendizaje invertido.

3. Se recomienda a los estudiantes que tomen mayor responsabilidad sobre las actividades relacionadas con el aprendizaje invertido, pues esta es clave para garantizar el aprendizaje de los contenidos.

## 7. Referencias bibliográficas

Barrantes, R. (2007). Investigación: un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo y cuantitativo. Costa Rica: EUNED.

Bergmann, J. y Sams, A. (2013). Flip Your Students' Learning. Educational Leadership, 70(6), 16-20.

Córica, J., y Dinerstein, P. (2009). Diseño curricular y nuevas generaciones. Incorporando a la generación. net. Mendoza: Editorial Virtual Argentina.

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>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, p. (2014) Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

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](http://www.uca.edu.ar)

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.

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.