

## Implementación del aula invertida en la carrera Ingeniería en Bioinformática: Estudio de caso

Implementation of the flipped classroom in the Engineering in Bioinformatics programs: Case study

Odiel Estrada Molina Correo <sup>1*</sup>	0000-0002-0918-418X
Dieter Reynaldo Fuentes Cancell <sup>1</sup>	0000-0002-2509-5400
Willian Simón Grass <sup>1</sup>	0000-0001-8683-680X
Anaibis Álvarez Morales <sup>1</sup>	0000-0001-7822-0829

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias y Tecnologías Computacionales de la Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba.

Autor para la correspondencia: [oestrada@uci.cu](mailto:oestrada@uci.cu)

### RESUMEN

El presente trabajo aborda una experiencia en la implementación del aula invertida. Se emplea como estrategia de investigación un estudio de caso efectuado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), de 16 estudiantes de Ingeniería en Bioinformática. En los resultados obtenidos, se confirma la relación entre la interactividad, motivación, trabajo y aprendizaje colaborativo y la evaluación formativa; además, que el diseño de actividades de aprendizaje y su evaluación en el modelo de aula invertida con el desarrollo de estrategias de estudiantes prosumidores de videos contribuye a que estos mejoren sus habilidades comunicativas e informáticas. Se concluye que la evaluación debe estimular el aprendizaje colaborativo, la interactividad, la tolerancia, la motivación y la responsabilidad en los entornos virtuales.

**Palabras claves:** aula invertida; estudio de caso; interactividad; interacción.

### ABSTRACT

This paper presents an experience in the flipped classroom teaching. A case study conducted at the University of Informatics Science (UCI, acronym in Spanish) with 16 Bioinformatics Engineering students. In the results obtained, the relationship between interactivity, motivation, work and collaborative learning and formative evaluation is confirmed; in addition, the design of learning activities and assessment in the flipped classroom model with the development of strategies for video prosumers students helps them to improve their communication and computer skills. It is concluded that evaluation should stimulate collaborative learning, interactivity, tolerance, motivation and responsibility in virtual environments.

**Keywords:** flipped classroom; case study; interactivity; interaction.

Recibido: 09/06/2020

Aprobado: 14/12/2020



## Introducción

El aula invertida (flipped classroom), es una alternativa didáctica que mejora la interacción entre los actores del proceso de enseñanza - aprendizaje. Entre sus potencialidades se encuentran: regulación del ritmo de aprendizaje <sup>(1),(2),(3)</sup>, permite al docente compartir la información y atender a la diversidad particular de los ritmos de aprendizaje <sup>(4)</sup>; potencia el aprendizaje activo y colaborativo, así como la creatividad y el pensamiento crítico <sup>(5),(6),(7)</sup> y puede ser aplicado en diversas modalidades: a distancia, presencial, semi presencial y en el e – learning <sup>(8)</sup>.

En la literatura consultada se evidencian modelos de aula invertida, ejemplo de ellos son: Instrucción entre pares <sup>(9)</sup>; modelo de aula invertida <sup>(10) (11)</sup>; Proyecto GLUP <sup>(12)</sup>; MAIN: Method for Applying Innovation in education <sup>(13)</sup>; Technology-Enabled Active Learning Inventory (TEAL) <sup>(14),(15)</sup> y el modelo de aula invertida con el desarrollo de estrategias de estudiantes prosumidores de videos <sup>(16)</sup>.

En este modelo <sup>(16)</sup> los estudiantes deben conocer previamente mediante el análisis de videos, el contenido a aprender accesible desde el entorno virtual para posteriormente, a través de preguntas y actividades en línea, potenciar un aprendizaje colaborativo. El profesor debe diseñar entornos basados en el estudiante considerando sus intereses, motivación, conocimientos previos y evaluación feedback.

En estos modelos, uno de los aspectos más complejos de lograr en un estudiante, es el grado de responsabilidad y autonomía que le permita dentro de los niveles didácticos adecuados, una correcta autocalificación, autoevaluación y coevaluación <sup>(17),(18),(19)</sup>.

Desde el aula invertida, la evaluación del aprendizaje es abordado desde diversas perspectivas, sin embargo, existe un consenso en la literatura científica a emplear: rúbricas <sup>(20)</sup>, e – portafolio <sup>(15)</sup>, cuestionarios y pruebas <sup>(21)</sup>, el e-feedback y la evaluación multi – informante <sup>(22)</sup>. A su vez, por regularidad, una evaluación se debe diseñar desde la Base Orientadora de la Acción <sup>(23)</sup>.

En la consulta bibliográfica realizada, se demuestra la existencia de diversidad de investigaciones educativas asociadas al éxito del empleo del aula invertida <sup>(16),(24)</sup>. Sin embargo, es necesario seguir estudiando cómo garantizar una adecuada evaluación. <sup>(25)</sup>

Ello motivó la realización de una experiencia educativa efectuada como estudio de caso en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), Cuba. El objetivo general de este artículo es valorar los resultados obtenidos en la aplicación de un curso virtual sustentado en el modelo de aula invertida <sup>(16)</sup>, como apoyo a la profundización de contenidos asociados a la usabilidad, en estudiantes de Ingeniería en Bioinformática.

Diversos autores han abordado el estudio de casos, detractores <sup>(26)</sup> y defensores <sup>(27)</sup> de la metodología cualitativa pues las particularidades en las ciencias sociales y humanísticas en general, apoyan y abogan por la importancia de este tipo de estrategia de investigación con base descriptiva, que, si bien no permite generalizar, si contribuye a entender, explicar, sistematizar o ratificar una teoría. Para lo cual también en este paradigma se garantizan los criterios de validez y fiabilidad de sus resultados.

Teniendo en cuenta la concepción de estudios de casos <sup>(27)</sup>, esta investigación se estructura de la siguiente manera:



1. Antecedentes: Se refiere al estudio de caso único intrínseco asociado a la aplicación de un curso de profundización de contenidos en la asignatura de Ingeniería de Software en la carrera Ingeniería en Bioinformática sustentado en el modelo de aula invertida <sup>(16)</sup>.
2. Principales tópicos por investigar: La evaluación aplicando el modelo de aula invertida <sup>(16)</sup> y la interactividad que logran los estudiantes y su relación con la evaluación.
3. Las proposiciones teóricas por confirmar son: que existe una relación entre la interactividad, la motivación, el trabajo y aprendizaje colaborativo y la evaluación; y que el diseño de actividades de aprendizaje y de evaluación en el modelo de aula invertida asumido, contribuye a que los estudiantes mejoren sus habilidades comunicativas e informáticas.

Teniendo esto en cuenta se plantean las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué criterios desde el aula invertida permiten concebir una adecuada evaluación?

¿Qué resultados se obtendrán en la aplicación del aula invertida mediante indicadores de interactividad y los principios fundamentales de la evaluación del aprendizaje en un curso virtual?

## Método

Un curso abierto en línea sustentado en un MOOC (Massive On-line Open Course) es una extensión del e-learning, en el cual se concibe la ubicuidad del aprendizaje y se transforman las interacciones estudiante–estudiante; estudiante–contenido y estudiante–profesor <sup>(25)</sup>.

El curso abierto en línea diseñado para profundizar en contenidos de Ingeniería de Software desde el aula invertida, se titula: Introducción a la evaluación de la usabilidad. Se impartió a estudiantes de Ingeniería en Bioinformática (febrero a marzo de 2020). Se empleó la herramienta Moodle v. 3.7 la cual permite crear cursos de calidad constituyéndose un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS). Puede accederse mediante la dirección electrónica (en fechas lectivas) <https://aulacened.uci.cu/>.

El estudio de caso es de tipo intrínseco <sup>(27)</sup> con el uso de instrumentos cuantitativos y cualitativos. Participaron 16 estudiantes, representando el 100% de la población estudiantil de tercer año de la carrera Ingeniería en Bioinformática, en la Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba.

Los datos e instrumentos del estudio de caso provienen de cuestionarios y entrevistas electrónicas; e-portafolio; e-feedback; resultados de la interactividad y las e-evaluaciones sistemáticas del estudiante, y las herramientas que provee el Moodle v. 3.7: Chat, Foros, Wikis, Paquete SCORM, lecciones, bases de datos y tareas.

A los instrumentos de cuestionarios y entrevistas, se les aplicó: la validez de contenido a través de expertos pertenecientes al Centro Nacional de Educación a Distancia de Cuba (CENED), obteniéndose un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.97 lo que indica una



confiabilidad adecuada <sup>(28)</sup>; la validez de constructo al emplear criterios ya validados <sup>(29),(30)</sup> y, en cuanto a la fiabilidad, se aplicó la validez interna, estableciendo una coherencia entre todos los ítems de una misma escala.

El diseño y proceder didáctico general del curso está basado en el modelo de aula invertida. El curso de profundización de contenidos tuvo como objetivo general: Argumentar los criterios, métodos y técnicas asociados a la evaluación de la usabilidad.

Se caracterizó por ser flexible, interactivo, crítico y reflexivo. Tomó como puntos de partida, los siguientes sistemas de conocimientos:

Fundamentos teórico–metodológicos relacionados con la definición de usabilidad y sus indicadores

Métodos, técnicas y criterios para la evaluación de la usabilidad.

## Resultados

El curso se concibió desde el constructivismo social, el aprendizaje situado y fundamentado en el diseño didáctico basado en patrones. Un curso sustentado en un MOOC's debe concebirse por cinco etapas <sup>(31)</sup>:

1. Minería de patrones: Recopilación de ideas sobre experiencias y buenas prácticas de cursos on-line afines.
2. Especificación de patrones: Se trata de extraer y analizar la esencia de la solución a los problemas comunes en el diseño de cursos.
3. Catálogo de patrones: Los patrones desarrollados se hacen accesibles mediante la publicación de un catálogo de patrones.
4. Creación de plantillas: Los patrones seleccionados serán implementados mediante la creación de plantillas de diseño.
5. Evaluación de patrones: Evaluación y uso del patrón y además de los resultados obtenidos.

Los 10 patrones de diseño <sup>(31)</sup> que se emplearon fueron: pantalla principal; recursos educativos digitales; glosario, e–tareas; foro, e–evaluaciones; objetos SCROM (Sharable Content Object Reference Model); Wiki, Chat y el de Juego del curso on–line.

Se emplearon como plantillas las establecidas por el CENED. Dicho centro es la institución que gestiona la plataforma AulaCened (<https://aulacened.uci.cu/>). Además, estos fundamentos se integraron bajo la perspectiva del Modelo ADDIE aplicando una Prototipización Rápida <sup>(30)</sup>, que, en esencia, permite obtener un prototipo del diseño instruccional y coherencia con el bucle de interacción de feedback o retroalimentación <sup>(21)</sup>. (Ver Tabla 1).



**Tabla 1-** Relación entre las Fases de ADDIE aplicando una Prototipización Rápida y su relación con la aplicación de los patrones.

Fases	Acciones principales	Patrones
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio y evaluación de necesidades didácticas.</li> <li>Identificar y evaluar las características de los participantes del curso, sus estilos de aprendizaje, el contenido, los recursos educativos multimedia, el entorno e infraestructura tecnológica y el recurso humano y financiero.</li> </ul>	Minería de Patrones Especificación de patrones
Diseño	Concepción del diseño instruccional	Catálogo de Patrones
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redacción del contenido del módulo didáctico y todos sus componentes.</li> <li>Desarrollo de todas las actividades de aprendizaje de interacción social.</li> <li>Revisión y aprobación final de la propuesta.</li> </ul>	Creación de Plantillas
Implementación	Aplicación del curso.	Implementación de los patrones (no es un patrón, sino que representa la acción de su implementación)
Evaluación	Evaluación del aprendizaje de los estudiantes, de la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje y del diseño del curso	Evaluación de Patrones

Fuente: Elaboración propia, adaptado <sup>(30)</sup>.

En cuanto a la interacción se asumen las siguientes: estudiante–estudiante, estudiante–profesor y estudiante–contenido. Si bien no existe un acuerdo en la comunidad científica internacional, en cuanto a la interactividad <sup>(32)</sup>, se asumen las regularidades establecidas: equifinidad, solidaridad, retroalimentación y circularidad y, por último, simetría y complementariedad, los cuales contribuyen al desarrollo de los procesos cognitivos y generan espacios de interacción social. Estos son fundamentos didácticos esenciales para una correcta gestión de la evaluación desde este contexto educativo.

A continuación, se muestra el diseño general del curso (Ver Fig1).

La consulta de los videos se orientaba antes de cada clase virtual, a su vez el análisis colaborativo de los mismos y su realización se basó en los principios del constructivismo social de aprender haciendo, el aprendizaje activo y el diseño de ambientes flexibles. En la Fig. 2, puede observarse la pantalla principal del curso diseñado



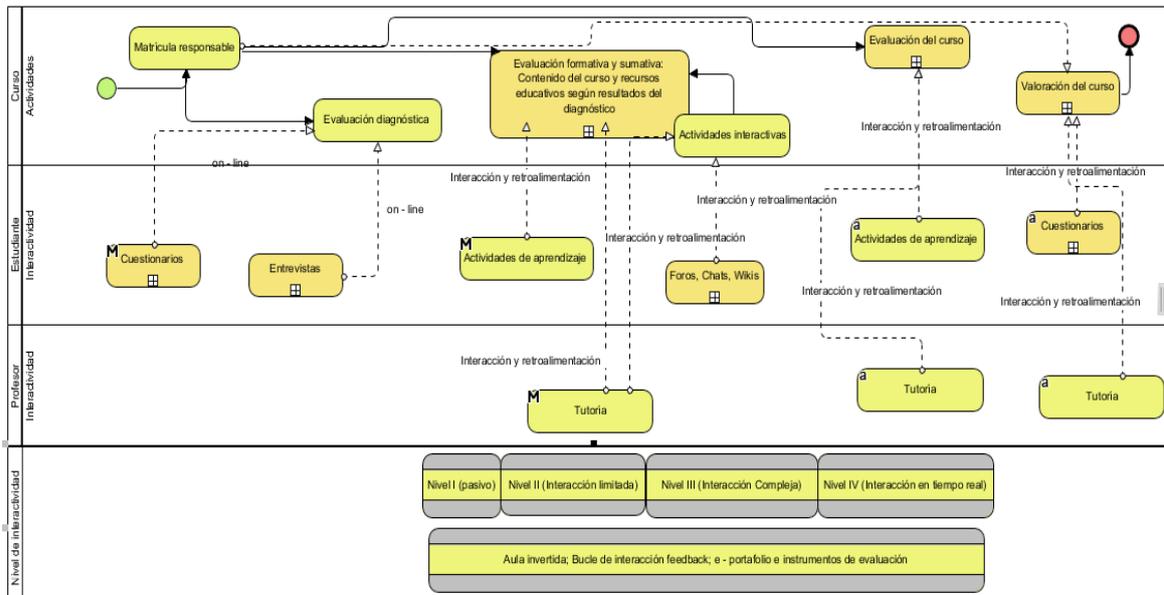


Fig. 1- Diseño general según la relación evaluación e interactividad. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 2- Pantalla inicial del curso Introducción a la evaluación de la usabilidad.

En la Tabla 2, se muestra cómo se concibió la evaluación del curso. Como guía general para la evaluación formativa, se empleó la parametrización asumiendo los criterios actuales de la taxonomía de Bloom<sup>(35)</sup>. (Tabla 3 y Tabla 4) así como los niveles de interactividad (Nivel I al IV) y su interpretación<sup>(36)</sup>.



**Tabla 2-** Evaluación diagnóstica y formativa del curso *Introducción a la evaluación de la usabilidad*.

Evaluación diagnóstica	Instrumentos <sup>(33)</sup>	Interactividad <sup>(34)</sup>	Niveles
Evaluación diagnóstica:	Prueba adaptativa y autoadaptada Lista de verificación Cuestionarios Prueba adaptativa y autoadaptada Lista de verificación	Se exige un Nivel I y Nivel II	Cognitivo, metacognitivo y motivación
Evaluación formativa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoevaluación</li> <li>• Coevaluación</li> <li>• Heteroevaluación</li> <li>• Evaluación sistemática</li> <li>• Evaluación cuantitativa y cualitativa</li> </ul>	Prueba adaptativa y autoadaptada	Se exige un Nivel II al IV	Cognitivo
	Lista de verificación		Cognitivo
	Cuestionarios		Cognitivo y metacognitivo
	Chat, foros, Wikis, Paquete SCORM, examen, lecciones, bases de datos y tareas E – portafolio Ensayo Mapa conceptual		Cognitivo, metacognitivo

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.** Parametrización de la evaluación de Mal y Regular.

Evaluación	Interactividad	Calidad del aprendizaje	Actitud y valores	Nivel Cognoscitivo (Taxonomía de Bloom)
Evaluación de Mal	Nivel I o solo del Nivel II.	La calidad de las respuestas es insuficiente.	-Realiza menos de 65% de las tareas.	Recordar Comprender
	Falta de sistematicidad en los tres tipos de interacción.	Su permanencia en el entorno virtual es intermitente.	-Irresponsabilidad en la realización de las actividades.	
		No se profundiza en el sistema de conocimientos.	-Baja autoevaluación y coevaluación. -No se interesa por la retroalimentación. -Baja autonomía. -La entrega de las tareas y realización de las actividades planificadas no se efectúa en el tiempo establecido.	
Evaluación de Regular	Mayoría es Nivel II y en ocasiones logra el Nivel III.  Muestra sistematicidad en los tres tipos de interacción.	La calidad de las respuestas a las tareas es suficiente.  Profundiza en el sistema de conocimientos.	-Realiza del 65 % al 85% de las tareas y actividades de aprendizaje. -Es responsable -Autoevaluación adecuada y participa en la coevaluación. -Promueve la retroalimentación. -Es autónomo -Entrega las tareas y realiza las actividades planificadas en el tiempo establecido.	Recordar Comprender Aplicar

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 4-** Parametrización de la evaluación de Bien y Excelente.

<i>Evaluación</i>	<i>Interactividad</i>	<i>Calidad del aprendizaje</i>	<i>Actitud y valores</i>	<i>Nivel Cognoscitivo (Taxonomía Bloom)</i>
<b>Evaluación de Bien</b>	Nivel III.  Muestra sistematicidad en los tres tipos de interacción.	La calidad de las respuestas a las tareas es suficiente.  Profundiza en el sistema de conocimientos.  El nivel cognoscitivo es reproductivo y aplicativo.	-Realiza el 95 % de las tareas y actividades de aprendizaje. -Muestra alta responsabilidad. -Promueve la autoevaluación y la coevaluación. -Se interesa por la retroalimentación. -Es autónomo.  -Aprovecha y emplea el e – portafolio. -La entrega de las tareas y realización de las actividades planificadas se efectúa en el tiempo establecido.	Recordar Comprender Aplicar Analizar Evaluar
<b>Evaluación de Excelente</b>	Nivel IV.  Muestra sistematicidad en los tres tipos de interacción.	Excelente calidad de las respuestas.  Profundiza en el sistema de conocimientos.	-Realiza todas las tareas y actividades de aprendizaje. -Es responsable autónomo y colaborativo. -Muestra niveles satisfactorios de coevaluación -Se interesa por la retroalimentación. -Aprovecha y emplea el e– portafolio. -Entrega las tareas y realiza las actividades planificadas en el tiempo establecido.	Recordar Comprender Aplicar Analizar Evaluar Crear

Fuente: Elaboración propia.

Es válido acotar que, desde lo formativo, las evaluaciones en su sentido integral, incluyeron diversos aspectos, tales como:

1. La autoevaluación (incluye la autocalificación), coevaluación y heteroevaluación.

La autoevaluación comprendió el brindar la posibilidad de valorar y reflexionar su desempeño en la evaluación formativa (en las actividades de aprendizaje y tareas) y en la evaluación sumativa. Los docentes nos apoyamos en la plataforma Moodle para registrar y ordenar las actividades efectuadas por los estudiantes.

La coevaluación, estuvo dirigida a valorar los siguientes criterios: el nivel cognoscitivo logrado por sus compañeros y la profundización en el sistema de conocimientos; la interactividad, responsabilidad, motivación y la entrega en tiempo de las actividades de aprendizaje.

En cuanto a la heteroevaluación, se valoraron los siguientes criterios: cumplimiento del objetivo, nivel cognoscitivo y de dominio del contenido de cada actividad planificada; la interactividad; valores y actitudes; el empleo de e–portafolio; un adecuado e–feedback (retroalimentación) del aprendizaje; motivación; nivel de compromiso ante la autonomía y el trabajo y aprendizaje



colaborativo; dominio de habilidades sociales e informáticas medidas por los recursos educativos digitales diseñados.

2. Calificación de la realización paulatina de un ensayo, el cual se iba completando a medida que el estudiante iba venciendo cada tema. Para ello la evaluación final era la presentación y defensa en línea del ensayo final, asociado a una valoración crítico-reflexiva acerca de la definición de la usabilidad, sus métodos y técnicas para su evaluación.

3. Calificación de la calidad de las respuestas en la discusión en línea; del trabajo grupal y de la calidad de las conversaciones sincrónicas en línea.

4. Valoración de la responsabilidad del estudiante y su motivación y la profundización del aprendizaje.

El proceso valorativo y subjetivo de la evaluación dependió de las características del estudiante (estilos de aprendizaje; dominio del contenido y cumplimiento de los objetivos); del diagnóstico inicial realizado; de la evaluación continua de las tareas y e-actividades realizadas ofreciendo *feedback* y del empleo adecuado de e-Portafolio.

En cuanto a la responsabilidad del estudiante en el entorno virtual se emplearon los siguientes criterios:

1. Entrega en tiempo de las tareas.
2. Cantidad de actividades de aprendizaje realizadas, su calidad y su relación con el nivel de interactividad.
3. Autogestión del aprendizaje empleando los recursos educativos diseñados y otros propios de su entorno personal de aprendizaje.
4. Valoración reflexiva del proceso que empleó para aprender y solucionar las tareas y su resultado.
5. Consciencia de su desempeño cognitivo.

Para valorar la motivación por el aprendizaje se aplicaron los siguientes criterios:

1. Esfuerzo del estudiante en la realización de las actividades y las tareas.
2. Calidad del desempeño estudiantil.
3. Esfuerzo del estudiante en mejorar su desempeño tanto en lo cognitivo como en lo estético.
4. Empleo de las recomendaciones realizadas por sus compañeros de curso y por el profesor.

En el caso del trabajo colaborativo, se aplicaron técnicas de aprendizaje colaborativo, de enseñanza recíproca, tutoría de compañeros y estrategia colaborativa. Desde esta perspectiva, en el aprendizaje colaborativo se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

1. Participación colectiva en los intercambios en foros, chats y wikis.

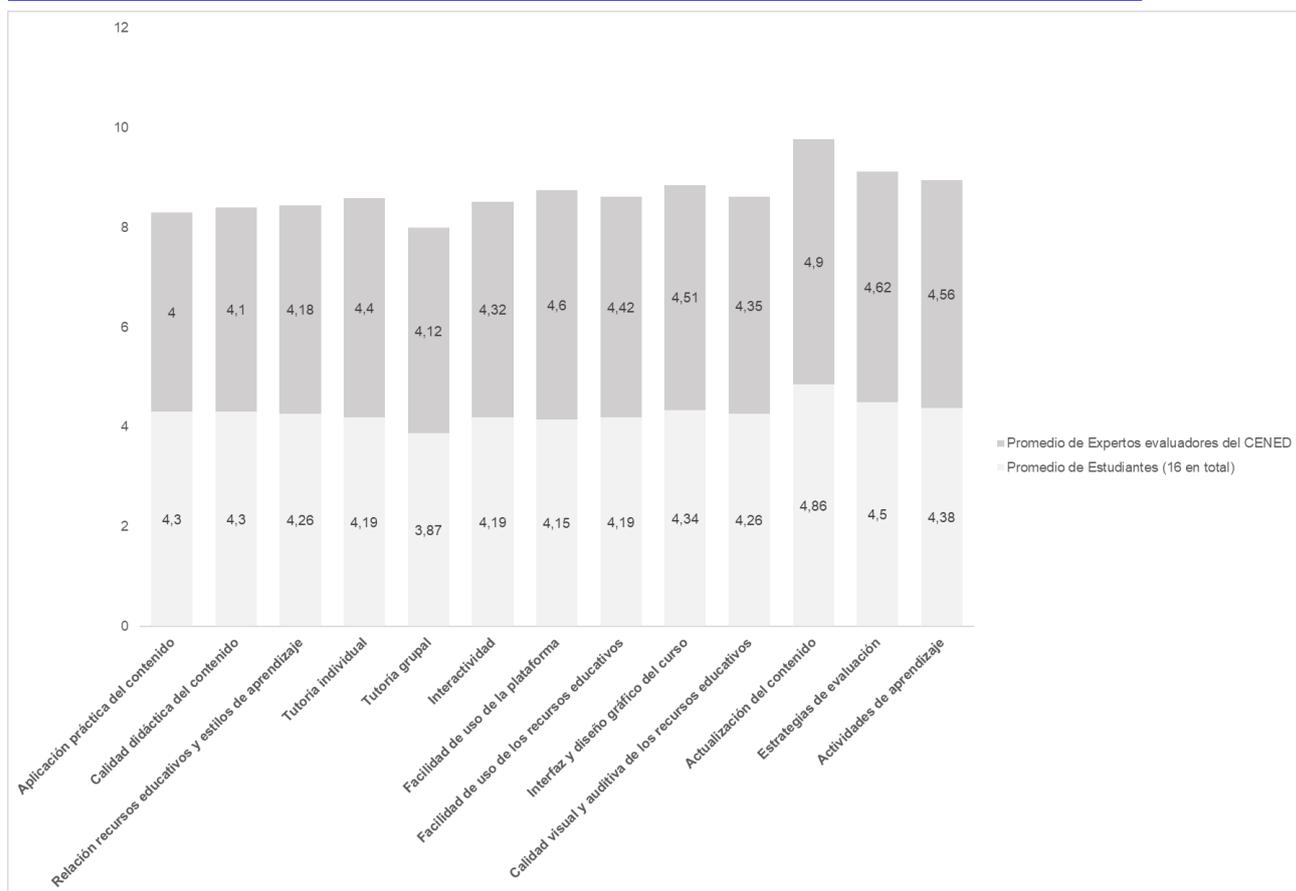


2. Valoración reflexiva de los resultados obtenidos por sus compañeros.
3. Construcción colectiva de conocimientos y responsabilidad compartida.
4. Intercambio de conocimientos y experiencias a partir de espacios colaborativos de aprendizaje tanto dentro de la plataforma del curso como exterior.
5. La transformación pedagógica del estudiante y del grupo.
6. La tolerancia.
7. Establecimiento de niveles de ayuda colectiva.

Es válido destacar que el proceso evaluativo estuvo marcado por la tolerancia tanto por parte del profesor como del estudiante, respetando la diferencia y la aceptación de la ambigüedad y del error en el aprendizaje. En la aplicación del curso, se observó que 75% de los estudiantes mostraron una interactividad nivel IV, y que coinciden con aquellos cuya actitud y valores muestran altos índices de autonomía, motivación, responsabilidad, retroalimentación y colaboración.

Los estudiantes en el empleo del e–portafolio lograron una flexibilidad y adecuación a sus necesidades e intereses, donde sus valoraciones y reflexiones del proceso de aprendizaje fue el aspecto fundamental. En este sentido, los estudiantes consultaban la información general del curso y su información personal para el correcto autoestudio, reflexión y autonomía del aprendizaje. La interactividad, tolerancia y el trabajo colaborativo evidenciado en los participantes del curso contribuyeron al desarrollo de sus habilidades comunicativas e informáticas. En el caso de la evaluación sumativa se empleó el cuestionario. En la Fig. 3, se observan los criterios y los promedios obtenidos. Se aplicó la escala Likert de 1 a 5, en la cual el 1 representa un “Totalmente en desacuerdo” y el 5 un “Totalmente de acuerdo”. Participaron los 16 estudiantes y seis expertos en educación a distancia del CENED. Se escogieron estos criterios pues están en coherencia con los resultados de la revisión teórica a 25 modelos publicados <sup>(29)</sup>.





**Fig. 3-** Evaluación sumativa según los encuestados.

**Fuente:** Elaboración propia, Adaptado <sup>(30)</sup>.

Entre los resultados obtenidos en la evaluación sumativa, se encuentra que las e-actividades apoyaron a los estudiantes en la interacción con sus compañeros, y que su diseño y evaluación contribuyó a la aplicación de estos conocimientos a las situaciones de la vida profesional en la que laboraban. En la misma dirección, la interactividad lograda en las e-actividad y el trabajo y aprendizaje colaborativo en las tareas estimularon el pensamiento crítico y reflexivo.

En promedio, al analizar los resultados de la evaluación formativa y sumativa, se coincide que la facilidad de la plataforma y de los recursos educativos digitales diseñados y su forma de evaluación, potenciando la autonomía, el trabajo colaborativo y la interactividad, contribuyó a elevar la motivación, responsabilidad, coevaluación y el aprendizaje colaborativo.

Se observa una percepción adecuada al uso de videos en casa, lo cual contribuyó a la integración de conocimientos teóricos que previamente debían aprender para luego interactuar con el contenido y los materiales creados para cada clase virtual. La realización de videos y mapas conceptuales como alternativas para sistematizar su aprendizaje fue bien recibido por los estudiantes.



## Discusión y conclusiones

El estudio de caso realizado permite conocer alternativas didácticas asociadas a la evaluación desde el aula invertida, teniendo en cuenta los diversos criterios o dimensiones establecidas para los entornos virtuales de enseñanza–aprendizaje <sup>(37),(38),(39)</sup>.

Debido a los resultados no favorables obtenidos en el modelo <sup>(16)</sup> y para cumplir con sus recomendaciones, las actividades prácticas que debían realizar los estudiantes estuvieron en relación con el contenido expresado en los videos, para así potenciar la relación entre los conocimientos teóricos y prácticos. Ejemplo de ello es que la aplicación de los criterios para evaluar la usabilidad como parte de unas de las tareas del curso, fue abordada previamente por videos y sistematizadas con el ejercicio profesional a través de evaluación real a plataformas web.

Se defiende la idea de fortalecer la evaluación en un curso virtual teniendo en cuenta, la autoevaluación <sup>(21)</sup>; el proceso de aprendizaje colaborativo y participativo mediado por las interacciones electrónicas y los niveles de interactividad <sup>(36)</sup> y la reflexión evaluativa. Una correcta evaluación desde el pregrado involucra las tres funciones: diagnóstico, formativa y sumativa, así como los niveles de ayuda necesarios en correspondencia a las particularidades del estudiante.

En la cotidianidad, la evaluación en un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, se observa desde diversas aristas, sin embargo, se carece de experiencias didácticas <sup>(21), (25)</sup> asociadas a como potenciar la autoevaluación y la autocalificación pues por tendencia están asociadas a la heteroevaluación y la coevaluación y su relación con la interactividad. Sin embargo es necesario seguir investigando el efecto del aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes en la educación superior <sup>(25)</sup>.

Se destacan las potencialidades del aula invertida en el aumento de la motivación y el rendimiento del estudiante; las limitaciones que se observaron en cuanto al rechazo por parte del estudiantado, fueron debido al número de horas destinadas al aprendizaje <sup>(18),(19),(25)</sup>. Los resultados del presente estudio de caso, defienden la hipótesis de que existe una relación entre la interactividad, la motivación, el trabajo y aprendizaje colaborativos y la evaluación formativa <sup>(14), (15)</sup>.

El intercambio de conocimientos y experiencias internas y externas a la plataforma del curso, permitió que los estudiantes, en sentido general, desarrollaran un talento intercreativo. En este sentido, se logra avanzar de un simple MOOC (Massive Open Online Course) a un tMOOC (Transfer Massive Open Online Course) que tiene como objetivo la transferencia del aprendizaje y la transformación pedagógica mediante la interacción profesional. En este sentido, juegan un papel fundamental las tareas, la transferencia del aprendizaje hacia la profesión, la transformación pedagógica, la temporalidad abierta, el talento intercreativo, el trabajo colaborativo y la tolerancia. Las actividades interactivas en las cuales los estudiantes participaron en mayor medida fueron: foro, e-portafolio, e-feedback y chat, la prueba adaptativa y autoadaptada, cuestionario y entrevistas <sup>(14),(15)</sup>.

El diseño de tareas vinculadas a la aplicación a situaciones de la vida real y desde la transferencia del aprendizaje hacia la profesión, permitió ratificar que se impulsa el pensamiento crítico, la autorregulación y la creación de espacios de análisis–síntesis–reflexión–acción.



La evaluación mediante el aula invertida, no significa transferir los métodos tradicionales o meramente emplear las tecnologías como apoyo al proceso de enseñanza–aprendizaje, sino sobre todo, aplicar los fundamentos psicopedagógicos a un contexto para el cual no siempre los estudiantes y el profesor están preparados.

Conocer la perspectiva del estudiante en el proceso evaluativo desde las tres funciones: diagnóstico, formativo y sumativo, permitió entender sus estilos de aprendizaje y la orientación adecuada de las tareas y las actividades diseñadas.

Si bien no se han encontrado en la literatura científica aspectos puntuales asociados a cómo evaluar en los entornos virtuales <sup>(37)</sup> se considera que generalmente se aplican patrones <sup>(31)</sup> o se transfiere la didáctica tradicional a los ambientes virtuales. Por tal motivo, esta propuesta que se realiza pudiera ser una posible alternativa a emplear o al menos suscitar ideas para investigaciones experimentales.

Una deficiencia del estudio consiste en que no se pueden generalizar sus resultados debido a su carácter de estudio de caso único intrínseco, para lo cual es necesario su replicación. Es la aspiración de sus autores, reproducir el curso y así comparar los resultados obtenidos.

## Referencias

1. Osman A, Jalal SR, Azizi S. Flipped learning: should it replace didactic learning? Adv Med Educ Pract [Internet]. 2017 [citado 20 May 2019];8:707-8. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2147%2FAMEP.S149533>.
2. Hernández Silva C, Tecpan S. Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. Estudios pedagógicos [Internet]. 2017 [citado 20 May 2019];43(3):93-204. Disponible en: <http://revistas.uach.cl/index.php/estped/article/view/1241>.
3. Rivero Guerra AO. Práctica de Laboratorio de granos de Almidón en un Curso de botánica general: una Experiencia de Clase Invertida. Formación Universitaria [Internet]. 2018 [citado 20 May 2019];11(1):87-104. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100087>.
4. Tourón J, Santiago R. El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. Revista de Educación [Internet]. 2015 [citado 20 May 2019];368:196-231. Disponible en: <https://bit.ly/36XoxOx>.
5. Manrique Arribas JC. El Flipped Classroom, un modelo pedagógico ideal para aplicar la evaluación formativa y compartida. En: Pérez Pueyo A, Díez Fernández Á, Gutiérrez García C, Hortiguela Alcalá D, coordinadores. I Jornadas de Buenas Prácticas en Evaluación Formativa en Docencia Universitaria [Internet]. España: Universidad León; 2016 [citado 20 May 2019]. p. 259-95. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5925552>.
6. González D, Jeong JS, Gallego A. La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo «flipped»: Propuesta de instrucción para estudiantes del grado de Educación Primaria. Enseñanza de las Ciencias [Internet]. 2017 [citado 20 May 2019];35(2):71-87. Disponible en: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2233>.
7. Basso M, Bravo M, Castro, Moraga C. Propuesta de modelo tecnológico para flipped Classroom (T-fliC) en educación superior. Revista Electrónica Educare [Internet]. 2018 [citado 20 May 2019];22(2):1-17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.22-2.2>.



8. Webb R, Watson D, Shepherd C, Cook S. Flipping the classroom: is it the type of flipping that adds value? *Studies in Higher Education* [Internet]. 2019 [cited 2020 Sep 2020];34:1-15. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03075079.2019.1698535?scroll=top&needAccess=true>.
9. Catherine H, Mazur E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*. 2001;69(9):970-7.
10. Lage MJ, Platt GJ, Treglia M. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education* [Internet]. 2010;31(1):30-43.
11. Calvillo A. El modelo Flipped Learning aplicado a la materia de música en el cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria: una investigación-acción para la mejora de la práctica docente y del rendimiento académico del alumnado [tesis doctor]. España:Universidad de Valladolid; 2014.
12. Espinosa A, Prieto B, Pino B. Una experiencia Flipped Classroom, *Actas de las XXII Jenui*. Almería, España: Universidad de Granada; 2016. p. 237 – 44.
13. Fidalgo Blanco Á, Sein Echaluze M, García Peñalvo F. Method for Applying Innovation in education (MAIN). Technical Report Grial -TR-2018-008 September 2018 [cited 2019 jul 9]. Salamanca. Available from: <https://zenodo.org/record/1439134>.
14. Hassan N, Puteh S, Muhamad Sanusi A. Fleiss's kappa: assessing the concept of technology enabled active learning (TEAL). *Journal of Technical Education and Training* [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 20];11(1):10-20. Available from: <https://bit.ly/3gE8NUW>.
15. Homi R, Sze F, Hung W. Development and validation of an instrument to measure students perceptions of technology-enabled active learning. *Australasian Journal of Educational Technology* [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 20]; 35(4):109-20. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/268562022.pdf>.
16. González M, Huerta P. Experiencia del aula invertida para promover estudiantes prosumidores del nivel superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* [Internet]. 2019 [citado 20 Nov 2020];22(2):245-63. Disponible en: <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23065>.
17. Sicilia A. Libertad, autonomía y libertad en el proceso de autoevaluación y autocalificación. En: Sicilia A (Ed.), *La evaluación y calificación en la Universidad: relatos autobiográficos durante la búsqueda de alternativas*. Barcelona: Hipatia; 2010. p. 1 – 14.
18. Aguilera C, Manzano A, Martínez I, Lozano M, Casiano C. El modelo flipped classroom. *International Journal of developmental and Educational Psychology* [Internet]. 2017 [cited 2020 Nov 20];4(1):261-6. Available from: <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>.
19. Luis JC, Muros B. La Auto calificación como Instrumento de Aprendizaje en una Asignatura Universitaria Inversa. *Estudios Pedagógicos* [Internet]. 2018 [citado 20 Nov 2020];44(2):79-91. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052018000200079>.
20. Menéndez Pidal S, Díaz Cruzado R. La rúbrica como herramienta de autoevaluación, proceso permanente, participativo y reflexivo para la mejora continua en la formación del alumno: un caso práctico. *Arte, Individuo y Sociedad* [Internet]. 2018 [citado 20 Nov 2020];30(3):657-72. Disponible en: <https://doi.org/10.5209/ARIS.60725>.
21. Sáiz MC, Queiruga MA, Marticorena R, Escolar M, Arnaiz A. Cuestionarios de e-autoevaluación y e-feedback: una aplicación en Moodle. *European Journal of Health Research* [Internet]. 2018 [cited 2020 Nov 20];4(3):135-48. Available from: <https://doi.org/10.30552/ejhr.v4i3.116>.
22. Morales A, Orgilés M. Cuanto más practiques, mejor lo harás: evaluación multi-informante en el contexto de un curso e-learning. En: *IN-RED 2018. IV Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red* [Internet]. España: Editorial Universitat Politècnica de València. 2018 [citado 20 May 2019].p. 1024-33. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8856>.



23. Martín Agüero O, Montero Quesada J. Bases orientadoras de la instrucción como herramienta metodológica para la formación profesional. Revista Pertinencia Académica [Internet]. 2018 [citado 20 Nov 2020];(6):107-18. Disponible en: <http://revista-academica.utb.edu.ec/index.php/pertacade/article/view/99>.
24. Fortanet C, Díaz CG, Pastor EM, Ramón JL. Aprendizaje cooperativo y flipped classroom. Ensayos y resultados de la metodología docente. En: XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Retos de futuro en la enseñanza superior: Docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica. Instituto de Ciencias de la Educación; 2013. p. 1151-62.
25. Hinojo F, Aznar I, Romero J, Marín JA. Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. Campus Virtuales [Internet]. 2019 [citado 20 Nov 2019];8(1):9-18. Disponible en: <https://bit.ly/2zD8iKg>.
26. Rossi PH, Freeman HE. Evaluation: A Systematic Approach. 5th ed. New-bury Park, CA, Sage; 1993.
27. Soto ER, Escribano E. El método estudio de caso y su significado en la investigación educativa. En: Arzola Franco DM (coord.). Procesos formativos en la investigación educativa. Diálogos, reflexiones, convergencias y divergencias. Chihuahua, México: Red de Investigadores Educativos Chihuahua; 2019. p. 203-21.
28. George D, Mallery P. IBM SPSS Statistics 23 Step by Step: A Simple Guide and Reference. Estados Unidos: Routledge; 2016.
29. Marciniak R, Gairín Sallán J. Dimensiones de evaluación de calidad de educación virtual: revisión de modelos referentes. RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia [Internet]. 2018 [citado 20 Nov 2020]; 21(1):217-38. Disponible en: <https://bit.ly/2MePDXR>.
30. Espinal LM, Garza G, Beltrán MJ, Marcué P, Salinas V. Curso en línea basado en modalidad instruccional ADDIE y Prototipización rápida. Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación [Internet]. 2019 [citado 20 Nov 2020];9(18):2-9. Disponible en: <https://bit.ly/36NjnVd>.
31. Pástor D, Jiménez A, Romero M, Urquizo L. Patrones de diseño para la construcción de cursos on-line en un entorno virtual de aprendizaje. Ingeniare, Revista chilena de ingeniería [Internet]. 2018 [citado 20 Nov 2020];26(1):157-71. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052018000100157&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052018000100157&lng=en&nrm=iso&tlng=en).
32. Aretio, LG. Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia [Internet]. 2017 [citado 20 Nov 2020];20(2). <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/18737>.
33. González Segura CM, García García M, Menéndez Domínguez VH. Análisis de la evaluación de competencias y su aplicación en un Sistema de Gestión del Aprendizaje. Un caso de estudio. Revista de Educación a Distancia [Internet]. 2018 [citado 20 Nov 2020];18(58):1-20. Disponible en: <https://bit.ly/3eC7zI4>.
34. Escobar M. Influencia de la interacción alumno-docente en el proceso enseñanza-aprendizaje. Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad [Internet]. 2015 [citado 20 Nov 2020];5(8):1-7. Disponible en: <https://bit.ly/2XSoxey>.
35. Waldemarin MM. A utilização da taxonomia de Bloom no processo de ensino –aprendizado para alunos do ensino superior. Revista Eletrônica Calafiori [Internet]. 2019 [citado 20 Nov 2020];3(1):32-8. Disponible en: <https://bit.ly/2TVkTPT>.
36. Uribe R, Duque N, Moreno J. Propuesta para la medición de la interactividad en ambientes de enseñanza-aprendizaje. Revista Espacios [Internet]. 2019 [citado 20 Nov 2020];39(53):12-30. Disponible en: <https://bit.ly/3gGKIN1>.



37. Flores Guerrero, López de la Madrid MC. Evaluación de cursos en línea desde la perspectiva del estudiante: un análisis de métodos mixtos. Perspectiva Educativa [Internet]. 2019 [citado 20 May 2019];58(1):92-114. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4151/07189729-vol.58-iss.1-art.813>.
38. Estrada Molina O, Blanco Hernández S, Ciudad Ricardo F. Exigencias didácticas en diseño didáctico de tareas para el desarrollo de las habilidades investigativas. Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica [Internet]. 2015 Dic [citado 1 Jun 2020];33(2):191-211. Disponible en: <https://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/13715>.
39. Estrada Molina O, Fernández F, Zambrano J. Reflexiones sobre la virtualización de la formación de habilidades investigativas en los estudiantes vinculados al desarrollo de software. Rev Cubana Edu Superior [Internet] . 2017 [citado 20 May 2019];36(3):27-37. Disponible en: <https://bit.ly/3eBVHWr>.

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

### **Declaración de autoría**

Dr. C. Odiel Estrada Molina. Diseño e implementación del estudio de caso en la asignatura y redacción del documento.

Lic. Dieter Reynaldo Fuentes Cancell. Análisis de los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos y redacción del documento.

Ing. Willian Simón Grass. Sistematización teórica de los fundamentos didácticos e ingenieriles del estudio de caso y redacción del documento.

Ing. Anaibis Alvarez Morales. Verificación de la calidad de los datos obtenidos y su análisis empírico. Diseño de recursos educativos digitales de apoyo al estudio de caso.

