

Integración de Aula Invertida y Moodle: Propuesta de Diseño Curricular con Foco en Analíticas de Aprendizaje para la Enseñanza de Anatomía Humana

Integration of Flipped Classroom and Moodle: Curriculum Design Proposal with a Focus on Learning Analytics for Teaching Human Anatomy

Néstor Nahuelcura-Millán¹

NAHUELCURA-MILLÁN, N. Integración de aula invertida y moodle: Propuesta de diseño curricular con foco en analíticas de aprendizaje para la enseñanza de anatomía humana. *Int. J. Morphol.*, 43(2):470-478, 2025.

RESUMEN: La implementación de estrategias de aprendizaje innovadoras, como el Aula Invertida, ha sido escasamente aplicada en la enseñanza de Anatomía Humana. El desarrollo exitoso de estos modelos requiere una planificación y uso intencionado de plataformas LMS, como Moodle. Sin embargo, a pesar de la incorporación de estas tecnologías, no se han descrito pautas que aseguren una implementación exitosa. Por tanto, el objetivo del estudio es describir un diseño curricular de Aula invertida en un curso de Anatomía humana, mediante la plataforma Moodle, considerando la extracción de analíticas del aprendizaje. Diseño cuantitativo observacional descriptivo. Se implementó Aula invertida en un curso de Anatomía, 1° año 2023, con 28 estudiantes universitarios. Con el apoyo de Moodle, se crearon actividades para cada momento de la estrategia, a saber, pre clase, clase y post clase, estableciendo un diseño curricular de implementación, que permitió extraer analíticas del aprendizaje de los recursos digitales. Esto fue complementado con las calificaciones obtenidas en cada unidad pedagógica y promedio final. Se obtuvo el registro de porcentaje de aciertos, cantidad de intentos, así como las calificaciones obtenidas en test, trabajo en equipo y post test. La media de calificación fue de $5,3 \pm 1,3$ y $6,1 \pm 0,4$, para post test y trabajo grupal, respectivamente. Hubo una correlación positiva media entre los post test y los promedios de Unidades ($p < 0,01$, $r = 0,60$). Un apropiado diseño curricular, con base en la estrategia Aula invertida, asegura la correcta implementación de la innovación, que junto al uso de las plataformas LMS como Moodle, contribuye al éxito de la estrategia, lo que además aporta interesantes datos, las analíticas del aprendizaje, que pueden ser utilizadas como monitoreo del desempeño de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Anatomía; Educación; Aula invertida; Analíticas del aprendizaje; LMS.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de Anatomía humana utiliza principalmente estrategias de enseñanza tradicionales. La formación en esta área ha sido abordada a través de clases magistrales, prácticas de laboratorios que ubican al estudiante en situaciones de simulación e identificación de estructuras (Stambuk-Castellano *et al.*, 2022). Esto, que sin duda aporta los fundamentos de la disciplina, puede no resultar óptimo para todos los estudiantes; suele ser memorístico y no profundiza en los aprendizajes (Cárdenas Barrientos & Otondo Briceño, 2018). Esto tiene como desventaja la inactividad, fatiga, y transmisión unidireccional de la información (Kazeminia *et al.*, 2022). De allí que se requiera el apoyo de otros medios, como las tecnologías de la información y comunicación (TICs). Hoy en día esto debe ser la norma, considerando que los estudiantes actuales son nativos digitales, tienen adherencia

a la tecnología y al mundo digital (Stambuk-Castellano *et al.*, 2022). Por esto, se requiere una estrategia de enseñanza en Anatomía que use los recursos tecnológicos como apoyo a los métodos tradicionales.

Aula invertida reporta beneficios debido a la estructura de diseño curricular de sus actividades. Al invertir los momentos de clase, esta estrategia de aprendizaje permite el desarrollo de procesos cognitivos superiores y de competencias deseables, como el trabajo en equipo (Nahuelcura-Millán & Garay-Cerda, 2024). Conjuntamente a esto, desenvuelve los procesos de aprendizaje a través de tecnologías digitales, articuladas por medio de sistemas de gestión de aprendizaje ("LMS" por sus siglas en inglés) como Moodle, Blackboard, Canvas entre otros (Escudero-Nahón & Mercado López, 2019).

¹ Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Chile.

De esta manera, se beneficia de la tecnología para proporcionar unidades didácticas individualizadas en un currículum estandarizado (Pozo-Sánchez *et al.*, 2022). Sin embargo, a pesar del creciente aumento en la implementación de Aula invertida a nivel universitario desde el 2014 (Rodríguez Jiménez *et al.*, 2021), esto no ha sido la tónica en Anatomía. Además no hay evidencia en la literatura consultada de un diseño curricular base, para la integración de Aula invertida y la tecnología de la que hace uso en este contexto.

Un diseño curricular apropiado consigue una implementación adecuada de las estrategias innovadoras e importantes datos. Aula invertida utiliza recursos audiovisuales como vídeos montados en YouTube y repositorios donde aloja contenido (Baig & Yadegaridehkordi, 2023). Para este fin, según la revisión de Gamage *et al.* (2022), una de las plataformas LMS más utilizadas es Moodle, en el 53 % de los casos, pero sólo el 4 % explica cómo se puede utilizar esta herramienta para el diseño del marco de trabajo de un curso. A esto se suma la importancia que tienen las interacciones de los estudiantes con los recursos que se montan en Moodle, cuya data podría facilitar el monitoreo y retroalimentación efectiva del alumnado (Bayazit *et al.*, 2022). De esto se infiere que es crucial que el docente acondicione los recursos, para que sigan la dinámica de Aula invertida, y además le permita obtener datos clave del curso, las analíticas del aprendizaje, que se ocupan en gran medida en mejorar el éxito de los estudiantes (Bayazit *et al.*, 2023). El logro de una innovación en un área típicamente tradicional, como es Anatomía, dependerá de estos factores.

Wang (2017), señaló que no existe una lista explícita de procedimientos asociados al diseño curricular de Aula invertida que asegure la eficacia. Por tanto esta investigación es pionera en explorar un diseño curricular de la estrategia, en el contexto de Anatomía, con el fin de aprovechar las analíticas del aprendizaje que se extraen de Moodle, lo que podría resultar beneficioso para el monitoreo, tasas de retención e identificación de bajos rendimientos, entre otros (Gamage *et al.*, 2022).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es describir el diseño curricular de Aula invertida en un curso de Anatomía humana, mediante la plataforma Moodle, considerando la extracción de analíticas del aprendizaje.

MATERIAL Y MÉTODO

El diseño de investigación fue cuantitativo observacional descriptivo. Para ello se intervino un curso de Anatomía humana de 28 estudiantes universitarios de

1º año, carrera de Terapia Ocupacional año 2023, de la Universidad de La Frontera. Se contó con la aprobación por parte de la Dirección de carrera para la implementación de Aula invertida. Además la base de datos creada fue anonimizada para salvaguardar los datos personales.

En primer lugar de determinaron las sesiones temáticas que serán intervenidas, que involucró un tema por cada unidad pedagógica (3 en total). El contenido de cada tema se organizó en 3 etapas según el diseño inherente a Aula invertida: pre clase, clase y post clase. Para cada fase se asignaron recursos digitales mediados por la plataforma “Campus Virtual” Moodle, de modo que tribute a la mecanización de las actividades, pero además permita la extracción de datos para analíticas del aprendizaje (Fig. 1).

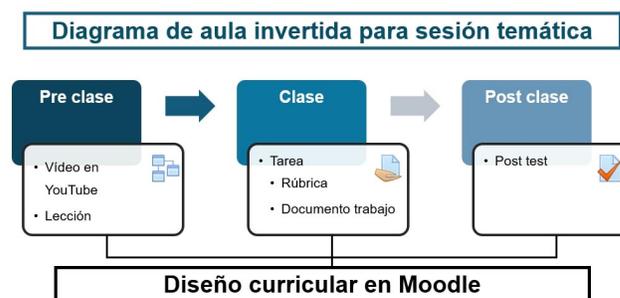


Fig. 1. Diagrama del diseño fases de Aula invertida para cada tema intervenido (cuadros azules), con el diseño curricular de las actividades de Moodle asociadas (cuadros negros). Se incluye el icono representativo de la plataforma Moodle.

De esta manera para la pre clase se consignan dos elementos: vídeo, que constituye el acceso al contenido, que para esta ocasión fue creado por el docente. Debe ser montado en una plataforma ad hoc; se escogió YouTube por su facilidad de acceso y posibilidad de incrustado en Moodle. Así el segundo elemento corresponde a la actividad “Lección” de Moodle, donde se importa el vídeo montado previamente y se pueden agregar preguntas entre las secciones de la actividad. Adicionalmente se optó por complementar la “Lección” con la actividad “Cuestionario” que consiste en un quiz o test online que permite una variedad de tipos de pregunta (Figs. 2 y 3). Se optó por preguntas de verdadero/falso, selección única, completar frase e identificación de imágenes, todo con un máximo de 7 preguntas y un tiempo programado de 10 min.

La clase, que según la estrategia de Aula invertida, debe ser una actividad que permite la cooperación entre pares y donde el docente actúe como guía. Por esa razón se escogieron dos modalidades; la síntesis de contenido, donde se promueven 3 actividades, como mapas conceptuales, tablas de resumen y creación de preguntas

de la temática. La otra modalidad se trató de un caso clínico que involucraba un escenario ficticio y una patología vinculada al tema de interés. En ambos casos se trabajó por grupos, previamente designados por el docente, en un total de 6 miembros. Se dispuso de 45 min de trabajo, supervisado por el profesor, quien entrega las instrucciones y resuelve dudas durante el proceso. Esto fue apoyado por la actividad “Tarea” de Moodle, que permite organizar la entrega del trabajo por grupos y evaluar al equipo de forma conjunta, además le entrega al estudiante el documento de trabajo y la rúbrica de evaluación. Además se programó el tiempo máximo de subida del resultado del equipo (Fig. 4).

Para el post test, puede realizarse con la actividad “cuestionario” de Moodle, pero esta vez se escogió el formato físico de evaluación, esto es un quiz o test minimalista, que se constituyó por preguntas de formato verdadero/falso y completar frase, que fue ejecutado de forma presencial en sala, formato individual y con un tiempo de 8 minutos.

Estadística. Todos los datos fueron recopilados inicialmente en el software Microsoft Excel. Posteriormente al cribado de la variables de interés, se trasladaron a una base de datos creada en el IBM® SPSS® Statistics v25.

Se obtuvo la estadística descriptiva que consideró el valor promedio y la desviación estándar. Las variables descritas correspondieron a: porcentaje de logro de “Lección”, cantidad de intentos de “Lección”, calificación de “Cuestionario”, calificación de trabajo grupal, calificación post test, calificación de evaluación global por unidad y calificación final obtenida del curso. Todas las calificaciones utilizan una escala de evaluación de notas de 1,0 a 7,0. El detalle se resume en la Tabla I.

Para el análisis de estadística inferencial, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para determinar la naturaleza paramétrica o no de las variables analizadas. Posteriormente se aplicó la prueba de Correlación de Pearson, consignando el valor r y el valor p de la prueba, atendiendo a una significancia estadística $p < 0,05$.

Campus Virtual UFRO

...	...	<input type="checkbox"/> 60% domingo, 10 de diciembre de 2023, 23:51, (1 minutos 24 segundos)	60%
...	...	<input type="checkbox"/> 40% domingo, 26 de noviembre de 2023, 17:53, (1 día 23 horas)	40%
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar viernes, 24 de noviembre de 2023, 10:38	0%
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar domingo, 10 de diciembre de 2023, 11:28	0%
...	...	<input type="checkbox"/> 100% lunes, 20 de noviembre de 2023, 23:47, (15 horas 41 minutos)	100%
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar domingo, 10 de diciembre de 2023, 18:54	
...	...	<input type="checkbox"/> 100% jueves, 7 de diciembre de 2023, 15:26, (29 minutos 22 segundos)	100%
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar	
...	...	<input type="checkbox"/> 80% miércoles, 22 de noviembre de 2023, 11:31, (ahora)	80%
...	...	<input type="checkbox"/> domingo, 3 de diciembre de 2023, 20:34, (35 minutos 24 segundos)	
...	...	<input type="checkbox"/> 80% miércoles, 6 de diciembre de 2023, 22:27, (17 horas 21 minutos)	80%
...	...	<input type="checkbox"/> 60% domingo, 10 de diciembre de 2023, 17:40, (11 minutos 41 segundos)	
...	...	<input type="checkbox"/> 100% viernes, 24 de noviembre de 2023, 21:50, (50 minutos 47 segundos)	100%
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar viernes, 1 de diciembre de 2023, 06:47	0%
...	...	<input type="checkbox"/> 80% miércoles, 22 de noviembre de 2023, 00:00, (ahora)	80%
...	...	<input type="checkbox"/> miércoles, 22 de noviembre de 2023, 16:26, (19 horas)	
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar jueves, 30 de noviembre de 2023, 01:34	
...	...	<input type="checkbox"/> 60% lunes, 20 de noviembre de 2023, 18:24, (ahora)	60%
...	...	<input type="checkbox"/> jueves, 7 de diciembre de 2023, 14:21, (1 hora 14 minutos)	
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar domingo, 10 de diciembre de 2023, 00:36	
...	...	<input type="checkbox"/> 60% lunes, 4 de diciembre de 2023, 00:40, (56 minutos 57 segundos)	60%
...	...	<input type="checkbox"/> 40% lunes, 4 de diciembre de 2023, 01:37, (43 segundos)	
...	...	<input type="checkbox"/> 40% jueves, 7 de diciembre de 2023, 12:31, (19 minutos 6 segundos)	
...	...	<input type="checkbox"/> 80% jueves, 23 de noviembre de 2023, 13:41, (1 hora 4 minutos)	100%
...	...	<input type="checkbox"/> 100% jueves, 23 de noviembre de 2023, 14:47, (ahora)	
...	...	<input type="checkbox"/> 100% lunes, 4 de diciembre de 2023, 00:29, (14 minutos 43 segundos)	
...	...	<input type="checkbox"/> jueves, 7 de diciembre de 2023, 12:48, (18 minutos 23 segundos)	
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar lunes, 11 de diciembre de 2023, 23:57	
...	...	<input type="checkbox"/> Sin finalizar martes, 12 de diciembre de 2023, 19:55	

Fig. 2. Actividad “Lección” de Moodle (Campus Virtual). Nótese el registro de la cantidad de intentos (Lec_int) y porcentaje de logro (Lec_porc) individual de los estudiantes. También se registra el tiempo de permanencia en la actividad.

Pregunta 7
Correcta

Se puntúa 1,0 sobre 1,0

✓ Editar pregunta

El nervio facial (VII par) es aquel que se puede apreciar su origen aparente a nivel de la unión del surco dorsolateral con el surco bulbopontino.

Seleccione una:

Verdadero

Falso ✓

En la zona de unión del surco bulbopontino y el dorsolateral, se describe la emergencia del VIII par, que corresponde al nervio vestibulococlear. Por lo tanto esta aseveración es falsa (Respuesta correcta)

La respuesta correcta es 'Falso'

Escribir comentario o corregir la calificación

Historial de respuestas

Paso	Hora	Acción	Estado	Puntos
1	10/11/2023 00:51	Iniciado/a	Sin responder aún	
2	10/11/2023 01:03	Guardada: Falso	Respuesta guardada	
3	10/11/2023 01:31	Intento finalizado	Correcta	1,0

Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Estado	Comenzado el	Finalizado	tiempo requerido	Calificación(7,0)
[Avatar]	[Email]	Finalizado	8 de octubre de 2023 23:55	9 de octubre de 2023 00:13	18 minutos 19 segundos	6,4
[Avatar]	[Email]	Finalizado	10 de octubre de 2023 23:42	10 de octubre de 2023 23:55	12 minutos 29 segundos	4,2
[Avatar]	[Email]	Finalizado	11 de octubre de 2023 17:07	11 de octubre de 2023 17:17	10 minutos 3 segundos	5,3
[Avatar]	[Email]	Finalizado	11 de octubre de 2023 17:21	11 de octubre de 2023 17:25	3 minutos 40 segundos	6,4
[Avatar]	[Email]	Finalizado	12 de octubre de 2023 17:27	12 de octubre de 2023 17:39	12 minutos 4 segundos	5,3
[Avatar]	[Email]	Finalizado	19 de octubre de 2023 16:54	19 de octubre de 2023 22:32	5 horas 38 minutos	0,0
[Avatar]	[Email]	Finalizado	21 de octubre de 2023 20:44	21 de octubre de 2023 21:04	20 minutos 1 segundos	6,4
[Avatar]	[Email]	Finalizado	28 de octubre de 2023 21:45	28 de octubre de 2023 21:52	6 minutos 39 segundos	4,1
[Avatar]	[Email]	Finalizado	8 de noviembre de 2023 17:25	8 de noviembre de 2023 17:35	10 minutos 25 segundos	2,9
[Avatar]	[Email]	Finalizado	8 de noviembre de 2023 18:32	8 de noviembre de 2023 18:35	2 minutos 29 segundos	4,2
[Avatar]	[Email]	Finalizado	9 de noviembre de 2023 02:13	9 de noviembre de 2023 02:22	9 minutos 4 segundos	7,0
[Avatar]	[Email]	Finalizado	9 de noviembre de 2023 21:19	9 de noviembre de 2023 21:26	6 minutos 44 segundos	2,3
[Avatar]	[Email]	Finalizado	10 de noviembre de 2023 00:51	10 de noviembre de 2023 01:31	39 minutos 34 segundos	2,3

Fig. 3. Actividad “Cuestionario” de Moodle (Campus Virtual). a) Nótese el registro del tiempo de respuesta, así como la retroalimentación automática y b) la duración del intento y calificación.

[Avatar]	Enviado para calificar Calificado	Grupo 01	Calificación 6.4	jueves, 31 de agosto de 2023, 19:05	Grupo 1.pdf	Según revisión de su trabajo con la pauta de valoración, la nota obtenida por el grupo es: 6,4 (43 puntos) Si quieres saber más ...	6.4
[Avatar]	Enviado para calificar Calificado	Grupo 01	Calificación 6.4	jueves, 31 de agosto de 2023, 19:05	Grupo 1.pdf	Según revisión de su trabajo con la pauta de valoración, la nota obtenida por el grupo es: 6,4 (43 puntos) Si quieres saber más ...	6.4
[Avatar]	Enviado para calificar 22 minutos 33 segundos después Calificado	Grupo 04	Calificación 6.0	jueves, 31 de agosto de 2023, 19:32	Guía miembro superior I.pdf	Según revisión de su trabajo con la pauta de valoración, la nota obtenida por el grupo es: 6,0 (40 puntos) Si quieres saber más ...	6.0
[Avatar]	Enviado para calificar 22 minutos 33 segundos después Calificado	Grupo 04	Calificación 6.0	jueves, 31 de agosto de 2023, 19:32	Guía miembro superior I.pdf	Según revisión de su trabajo con la pauta de valoración, la nota obtenida por el grupo es: 6,0 (40 puntos) Si quieres saber más ...	6.0

Fig. 4. Actividad “Tarea” de Moodle (Campus Virtual). Se encuentra registro por grupos, con el documento de entrega, tiempo de subida del documento, posibilidad de retroalimentación y otorgar una calificación directa.

Tabla I. Variables consignadas por actividad en Moodle según esquema Aula invertida. Además se incluyó a los promedios individuales por unidad y final. Se indica la distribución de la muestra según prueba Shapiro-Wilk.

Variable	Acrónimo	Escala	Shapiro-Wilk*
Lección: cantidad de intentos individual	Lec_int	Infinitesimal	No normalidad*
Lección: porcentaje logro individual	Lec_porc	Porcentaje	Normalidad
Cuestionario: calificación individual	Test		Normalidad
Tarea: calificación grupal	Tgrup		Normalidad
Post test: calificación individual	P_test	Notas 1,0 a 7,0	Normalidad
Promedio Unidad: calificación individual unidad pedagógica	Prom_U		Normalidad
Promedio final: calificación final obtenida en la asignatura	Prom_F		Normalidad

*Shapiro-Wilk $p < 0,05$ = no hay normalidad

RESULTADOS

Pre clase: lección y cuestionario

En la Figura 2 se muestra el porcentaje de participación y número de intentos de una parte de los estudiantes, para la actividad “Lección” de Moodle para la sesión 03 de Aula invertida.

El recurso da cuenta de las fecha de ingreso, tiempo de permanencia, número de intentos e inclusive si el estudiante llegó a finalizar o no. Se aprecia un porcentaje asociado, que se vincula al logro de aciertos en relación a las preguntas vinculadas a cada capítulo de vídeo.

Asimismo, la actividad “Cuestionario” reporta conjuntamente al tiempo de duración que le tomó al estudiante y finalización efectiva de la actividad, una calificación automática. Tener presente que se debe configurar previamente la escala de calificación, así como si esto será visible para el estudiante o no. La actividad además permite otorgar una retroalimentación automática a cada pregunta, e inclusive re corregir la puntuación de ser necesario por parte del docente (Fig. 3).

Clase: trabajo grupal

La Figura 4 resume la información que maneja la actividad “Tarea”. Se visualiza al grupo de forma completa, con independencia de quien haya sido el miembro que realizó la entrega del documento final. Además se permite calificar y retroalimentar directamente, aplicando la calificación a todos los miembros del grupo con sólo evaluar a 1 estudiante.

En esta ocasión se aplicó un tiempo máximo de entrega, por lo que se registra si el grupo cumplió o no con ese ítem. Por último, se optó por hacer la evaluación con una rúbrica que es adjuntada a la calificación como un documento visible para el grupo.

Calificaciones trabajo grupal y post test

La Tabla II resumen los resultados promedio obtenidos en los trabajos grupales de la clase y los post test de cada sesión de Aula invertida, considerando una escala de notas 1,0 a 7,0.

Para los trabajos de grupo se obtuvo un promedio de $6,1 \pm 0,4$ para las 3 sesiones intervenidas. Eso sí, se observa que la menor calificación corresponde a la sesión 03, que involucró la resolución de un caso clínico.

Con respecto a los post test, el promedio de las sesiones fue un $5,3 \pm 1,3$. Hubo una mejora de las calificaciones de forma creciente desde la sesión 01 a la 03, lo que podría estar asociado a familiarizarse con el esquema de la estrategia.

Correlación entre actividad y calificaciones

Al aplicar la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para los porcentajes de logro, número de intentos, calificación post test, calificación unidad pedagógica y calificación

Tabla II. Calificaciones obtenidas para las 3 sesiones de Aula invertida. P_Test: post test (post clase); Tgrup: Trabajo grupal (clase).

	Sesión 01		Sesión 02		Sesión 03		PROMEDIO	
	–	DS	–	DS	–	DS	–	DS
P_Test	4,8	1,4	5,5	1,2	5,6	1,2	5,3	1,3
Tgrup	6,1	0,4	6,7	0,4	5,5	0,6	6,1	0,4

semestral, se consignó que existe una distribución normal para las variables analizadas, con excepción de la “cantidad de intentos” en la Lección de cada sesión (Tabla I); por ello se aplicó la prueba r de Pearson, y r de Spearman, respectivamente (Tabla III).

En cuanto a los intentos (Lec_int) que realiza el estudiante, en ninguno de los casos existió una correlación con el resultado que se obtiene en el post test (P_test), así que esta variable no parece influir en el desempeño individual. Mismo caso aplica para los trabajos grupales (Tgrup) y post test (P_test), que no guardan una correlación entre sí.

El porcentaje de acierto (Lec_porc) de los estudiantes no tuvo una correlación significativa con el desempeño en los post test (P_test), aunque en la sesión 02 se obtuvo una correlación positiva débil (r=0,40), esto no se replica en las otras sesiones. El catastro general, da cuenta de una correlación positiva media (r=0,60) en el promedio que obtiene el estudiante en las lecciones y el promedio de post test, lo que podría dar indicios que es necesaria una

mayor cantidad de sesiones involucradas para lograr una relación más decidora (Tabla III).

Es sumamente interesante, que existe un correlación positiva media (r=0,42 y 0,50) entre el porcentaje de aciertos de la sesión (Lec_porc) y la respectiva unidad a la que pertenece esa temática (Prom_U). Ello podría actuar como punto de monitoreo durante el semestre.

Resulta muy relevante la correlación que guardan los resultados de los post test (P_test) con el desempeño a lo largo del semestre (Prom_U), con una significancia $p < 0,01$.

Por último, es similar es lo que sucede con el porcentaje de aciertos (Lec_porc) y los post test (P_test) con el promedio final obtenido en la asignatura de Anatomía (Prom_F), con un valor de significancia $< 0,01$ y correlaciones positivas media y considerable, lo que apoya la idea que estas variables son indicadores que podría actuar como monitoreo, y posiblemente como predictores.

Todos los resultados se resumen en la Tabla III.

Tabla III. Calificaciones obtenidas para las 3 sesiones de Aula invertida. Test: post test.

Correlación de Spearman		Var	Valor p	r	Descripción
<i>Lec_int</i>	<i>P_test</i>	<i>S01</i>	0,92	-0,01	No hay correlación
		<i>S02</i>	0,42	0,16	No hay correlación
		<i>S03</i>	0,08	0,34	No hay correlación
Correlación de Pearson		Var	Valor p	r	Descripción
<i>Lec_porc</i>	<i>P_test</i>	<i>S01</i>	0,58	0,10	No hay correlación
		<i>S02</i>	0,04*	0,40	Correlación positiva débil
		<i>S03</i>	0,17	0,27	No hay correlación
		<i>Prom</i>	0,01**	0,60	Correlación positiva media
<i>P_test</i>	<i>Tgrup</i>	<i>S01</i>	0,38	-0,17	No hay correlación
		<i>S02</i>	0,28	-0,21	No hay correlación
		<i>S03</i>	0,35	-0,18	No hay correlación
		<i>Prom</i>	0,19	-0,25	No hay correlación
<i>Lec_porc</i>	<i>Prom_U</i>	<i>S01</i>	0,42	0,16	No hay correlación
		<i>S02</i>	0,02*	0,50	Correlación positiva media
		<i>S03</i>	0,03*	0,42	Correlación positiva media
<i>P_test</i>	<i>Prom_U</i>	<i>S01</i>	0,01**	0,60	Correlación positiva media
		<i>S02</i>	0,01**	0,51	Correlación positiva media
		<i>S03</i>	0,01**	0,52	Correlación positiva media
<i>Lec_porc</i>	<i>Prom_F</i>	<i>Prom</i>	0,01**	0,69	Correlación positiva media
<i>P_test</i>	<i>Prom_F</i>	<i>S01</i>	0,01**	0,60	Correlación positiva media
		<i>S02</i>	0,01**	0,66	Correlación positiva media
		<i>S03</i>	0,01**	0,51	Correlación positiva media
		<i>Prom</i>	0,01**	0,78	Correlación positiva considerable

*valor $p < 0,05$ = nivel significancia, bilateral.

**valor $p < 0,01$ = nivel significancia, bilateral.

DISCUSIÓN

Los beneficios de Aula invertida han sido reportados ampliamente; aluden a mejoras del rendimiento académico, autoconfianza, aprendizaje activo y realización académica (Kazeminia *et al.*, 2022). En Anatomía, aunque se han desarrollado menos investigaciones, junto a la mejora de las calificaciones y potenciar a estudiantes con rendimiento bajo (Nahuelcura-Millán & Matamala-Vargas, 2023), hay un efecto de generación de conocimiento, asociado a la capacidad del alumno de regenerar la información que ha aprendido, junto con una recuperación de la información en evaluaciones de largo plazo (Kasat *et al.*, 2023). Esto incentiva a seguir desarrollando la estrategia de Aula invertida, por lo que se debe tener un marco referencial para el desarrollo curricular de las actividades.

Day (2018) señala que la evolución del aprendizaje activo va a la par con las tecnologías, lo que facilita la aplicabilidad de Aula invertida en Anatomía. No obstante, la revisión de Gamage *et al.* (2022), describe que sólo 8 de 155 artículos usaron la plataforma de Moodle con un marco teórico educativo. Se debe considerar que no sólo sirve como repositorio donde alojar material educativo, sino que ayuda al proceso de aprendizaje si es visto como un recurso (Baig & Yadegaridehkordi, 2023). En el presente estudio, el uso del recurso “Lección” de Moodle como actividad pre clase en las sesiones de Aula invertida, aporta importantes datos de intentos o accesos al contenido así como la comprensión, reflejado en los porcentajes de aciertos (Fig. 2). Eso sí, resulta más favorable montar el material audiovisual en otra plataforma, como YouTube, y se debe configurar de una forma interactiva, ya que ello promueve el autoestudio en línea y ayuda a los estudiantes que son más tímidos (Razzaque, 2020). Este primer paso del diseño curricular debe ser intencionado por el docente y pensado para obtener analíticas del aprendizaje que servirán de monitoreo (Fig. 1).

Respecto a la siguiente etapa, la clase, debe ser una instancia de trabajo en equipo, ya esto que permite conocer la perspectiva de otros y representa una manera colaborativa para que el equipo realice tareas complejas (Murata *et al.*, 2023). La resolución de problemas es el núcleo de un Aula invertida eficaz, así que preparar un conjunto de recursos nutridos repercute en el éxito de promover la participación (Wang, 2017). La Figura 4, muestra como el recurso “Tarea” de Moodle no sólo permite que el docente entregue tanto el documento de trabajo como la rúbrica de evaluación, sino que además permite hacer seguimiento de la entrega del resultado, junto a una retroalimentación y calificación directa sobre el grupo completo. Es muy importante tener en cuenta lo desafiante que puede ser la tarea, la que debe estar en

concordancia con la cantidad de integrantes (Nahuelcura-Millán & Matamala-Vargas, 2023). La Tabla II muestra excelente rendimiento del trabajo en grupos en las 3 sesiones intervenidas con un promedio de 6,1 (escala del 1,0 a 7,0), pero es notable como en la sesión 03 se obtuvo una calificación más baja, que puede estar relacionada con el tipo de problema, que fue un caso clínico, lo que supone un desafío para estudiantes de 1º año. Se sugiere que el docente calibre la evaluación de acuerdo al número de estudiantes que conforman el grupo, la cantidad de tareas que involucra la actividad, y una rúbrica bien ajustada y previamente conocida por los estudiantes. De esta manera se logrará desarrollar las competencias; sistemática, como adaptarse a nuevas situaciones, y personal, como actitud positiva hacia el aprendizaje (Karabulut-Ilgu *et al.*, 2024).

Respecto a la tercera fase, se optó principalmente por un post test realizado en formato individual, en sala y en una hoja de papel. La revisión de Gamage *et al.* (2022), describe que pueden aparecer problemas éticos al utilizar Moodle para este tipo de evaluaciones, ya que los estudiantes plagian y pueden utilizar a terceros para completar las tareas. Se propone en tal caso, tomar los resguardos de vigilancia, complejidad de las preguntas y tiempo acotado, así como definir una calificación real o formativa. En los diseños de investigación que involucran Aula invertida, la mayor parte utiliza los post test y a través de pruebas estandarizadas (Rodríguez Jiménez *et al.*, 2021). Kasat *et al.* (2023), sugiere que en las preguntas teóricas puede resultar difícil para los estudiantes si requiere redacción, así que se debe ser constante la aplicación de estas pruebas, para evitar sorpresas en evaluaciones globales. El registro del curso varió de 4,8, 5,5 a 5,6 (Tabla II), lo que es un rendimiento alto, aunque deben hacerse más mediciones para establecer una asociación de progresión durante el semestre.

Por último, aun cuando el diseño de este estudio es descriptivo por lo cual no busca hacer asociaciones, es claro que los análisis de correlación pueden dar pie a estudiar las variables bajo esa mirada. Tal es el caso de la correlación positiva media ($r=0,50$ y $0,42$) encontrada entre los porcentajes de acierto de la Lección en Moodle y el promedio de calificaciones por unidad; se desprende que este factor, conocido como compromiso conductual por Wang (2017), podría ser considerado como una variable de monitoreo del desempeño del estudiante durante el desarrollo del curso. Esto podría ser considerado para crear un sistema de alerta temprana para predecir el rendimiento académico (Bayazit *et al.*, 2022). Es sumamente importante el rol del post test, como parte del diseño de Aula invertida, en otro factor clave de este monitoreo; hubo una correlación positiva media ($r=0,52-0,60$) con el desempeño por unidad pedagógica (Tabla III), y más llamativo aún, es la correlación con el

promedio final obtenido en la asignatura, con un nivel de confianza estrecho ($p < 0,01$). Por esta razón, se propone diseñar adecuadamente las actividades de aula invertida, vincularlas en Moodle de forma intencionada, para que se puedan extraer datos importantes como parte de las analíticas del aprendizaje.

CONCLUSIONES

Un apropiado diseño curricular, con base en una estrategia de enseñanza, no sólo asegura el correcto funcionamiento del curso, sino que asegura la correcta implementación de innovaciones en educación, sobre todo en aquellos cursos que suelen tener un enfoque más tradicional, como es en Anatomía humana.

El adecuado uso de las plataformas LMS como Moodle, no sólo contribuye al éxito de la estrategia, sino que bien intencionado por el docente aporta interesantes datos, las analíticas del aprendizaje, que pueden ser utilizadas como monitoreo del desempeño de los estudiantes. Inclusive actuarían como predictores.

Limitaciones

Este estudio fue desarrollado en un curso pequeño, así que debería ampliarse la experiencia a un mayor número de estudiantes. Además las analíticas del aprendizaje aquí descritas son pocas, considerando otras variables como tiempo de permanencia en la plataforma, número de interacciones con los recursos, entre otros, que pudieran actuar como variables predictoras en un modelo de regresión.

NAHUELCURA-MILLÁN, N. Integration of flipped classroom and Moodle: Curriculum design proposal with a focus on learning analytics for teaching human anatomy. *Int. J. Morphol.*, 43(2):470-478, 2025.

SUMMARY: The implementation of innovative learning strategies, such as the inverted classroom, has scarcely been applied in the teaching of human anatomy. The effective application of these models requires meticulous planning and the use of LMS platforms, such as Moodle. However, despite the incorporation of these technologies, no guidelines have been described that ensure successful implementation. Therefore, the objective of the study is to describe a Flipped Classroom course design in a human anatomy course, through the Moodle platform, with a focus on the extraction of learning analytics; descriptive observational quantitative design. Inverted classroom was implemented in a first year anatomy course 2023, with 28 undergraduate students. With the support of Moodle, activities were created for each moment of the strategy, namely, pre-class, class and post class, establishing a study course design, which allowed extracting analytics from digital learning resources. This was complemented with the grades obtained in each pedagogical unit and final average. The activities "Lesson", "Quiz"

and "Assignment" were utilized across the various phases of the Flipped Classroom approach. Correct answers, number of attempts, and grades achieved in tests, group work, and post-tests were recorded. Mean grades were 5.3 ± 1.3 for post-tests and 6.1 ± 0.4 for group work (1.0 to 7.0 scale). A moderate positive correlation was found between post-test scores and unit averages ($p < 0.01$, $r = 0.60$). An appropriate curricular design, based on the Flipped classroom strategy, ensures the correct implementation of innovation, which in conjunction with the use of LMS platforms such as Moodle, contributes to the success of the strategy. Additionally, the extracted learning analytics provide valuable insights that can be employed in monitoring student performance.

KEY WORDS: Anatomy; Education; Flipped classroom; Learning analytics; LMS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baig, M. I. & Yadegaridehkordi, E. Flipped classroom in higher education: a systematic literature review and research challenges. *Int. J. Educ. Technol. High Educ.*, 20(1):61, 2023.
- Bayazit, A.; Apaydin, N. & Gonullu, I. Predicting at-risk students in an online flipped anatomy course using learning analytics. *Educ. Sci.*, 12(9):581, 2022.
- Bayazit, A.; Ilgaz, H.; Gönüllü, I. & Erden, S. Profiling students via clustering in a flipped clinical skills course using learning analytics. *Med. Teach.*, 45(7):724-31, 2023.
- Cárdenas Barrientos, O. & Otondo Briceño, M. Rendimiento académico en anatomía humana en estudiantes de kinesiología. Aproximación a sus causas y efectos. *Rev. Cuba. Educ. Med. Sup.*, 32(2), 2018.
- Day, L. J. A gross anatomy flipped classroom effects performance, retention, and higher-level thinking in lower performing students. *Anat. Sci. Educ.*, 11(6):565-74, 2018.
- Escudero-Nahón, A. & Mercado López, E. P. Use of learning analytics in the flipped classroom: a systematic review. *Apert. (Guadalajara, Jal.)*, 11(2):72-85, 2019.
- Gamage, S. H. P. W.; Ayres, J. R. & Behrend M. B. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *Int. J. STEM Educ.*, 9(1):9, 2022.
- Karabulut-Ilgü, A.; Madson, K.; Miner, N.; Shane, J. & Burzette, R. Analysis of teamwork skill development in a flipped civil engineering course. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, 32(1):e22680, 2024.
- Kasat, P.; Deshmukh, V.; Muthiyani, G.; Gugapriya, T. S.; Sontakke, B.; Sorte, S. R. & Tarnekar, A. M. The role of the flipped classroom method in short-term and long-term retention among undergraduate medical students of anatomy. *Cureus*, 15(9):e45021, 2023.
- Kazeminiya, M.; Salehi, L.; Khosravipour, M. & Rajati, F. Investigation flipped classroom effectiveness in teaching anatomy: a systematic review. *J. Prof. Nurs.*, 42:15-25, 2022.
- Murata, H.; Asakawa, S.; Kawamura, T.; Yamauchi, H.; Takahashi, O. & Henker, R. Efficacy of modified team-based learning in a flipped classroom for an acute-care nursing course: a mixed-methods study. *Nurs. Open*, 10(7):4786-96, 2023.
- Nahuelcura-Millán, N. & Garay-Cerda, M. Collaborative work as a desirable competence in the context of learning human anatomy: development through a flipped classroom. *Int. J. Morphol.*, 42(4):898-904, 2024.
- Nahuelcura-Millán, N. & Matamala-Vargas, F. An update on the teaching of human anatomy: comparative analysis of the flipped classroom and the traditional model. *Int. J. Morphol.*, 41(5):1387-93, 2023.
- Pozo-Sánchez, S.; Segura-Robles, A.; Moreno-Guerrero, A. J. & López-Belmonte, J. Benefits of using the learning management system based on flipped learning methodology. *Rev. Electron. Invest. Educ.*, 24:e24, 2022.

- Razzaque, A. M-Learning improves knowledge sharing over e-learning platforms to build higher education students' social capital. *Sage Open*, 10(2):2158244020926575, 2020.
- Rodríguez Jiménez, F. J.; Pérez-Ochoa, M. E. & Ulloa-Guerra, Ó. Aula invertida y su impacto en el rendimiento académico: una revisión sistematizada del período 2015-2020. *EDMETIC*, 10(2):1-25, 2021
- Stambuk-Castellano, M.; Contreras-McKay, I.; Neyem, A.; Inzunza, O.; Ottone, N. E. & del Sol M. Gamified educational software platform: experience with anatomy students at Universidad de La Frontera. *Int. J. Morphol.*, 40(2):297-303, 2022.
- Wang, F. H. An exploration of online behaviour engagement and achievement in flipped classroom supported by learning management system. *Comput Educ.*, 114:79-91, 2017.

Autor de correspondencia:
Néstor Nahuelcura Millán
Facultad de Medicina
Universidad de La Frontera
Francisco Salazar 01145
Temuco
Región de La Araucanía
CHILE

E-mail: nestor.nahuelcura@ufrontera.cl