



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2021/22

Nº de Proyecto: 89

Aprendizaje invertido: una metodología docente adaptativa útil
en tiempos de pandemia

Responsable del proyecto:

M^a Pilar Álvarez Vázquez

Facultad de Medicina

Departamento de Biología Celular

1. OBJETIVOS PROPUESTOS EN LA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es mejorar el aprendizaje de los alumnos a través de la metodología docente *flipped classroom* o Aula Invertida (AI), que queremos poner en marcha en asignaturas de Ciencias de la Salud.

Este objetivo principal de este proyecto se desglosa en otros más concretos:

A) Respetto del alumnado:

1. Motivarlo y despertar su curiosidad por las asignaturas.
2. Aumentar su autonomía y responsabilidad en el estudio.
3. Potenciar su capacidad de formular preguntas y de encontrar respuestas, de discusión y debate, de reflexión y síntesis.
4. Hacer de las clases presenciales, espacios sociales de aprendizaje con participación activa.
5. Mejorar su aprendizaje antes y durante las clases, es decir, incorporar nuevos conocimientos integrándolos con los que cada uno tenía previamente.

B) Respetto del profesorado:

6. Formarse adecuadamente en la metodología de AI y Aula Invertida Adaptativa (AIA).
7. Generar y recopilar recursos adecuados para la formación autónoma del alumnado, así como para profundizar en las clases en contenidos y competencias.
8. Conocer antes de cada clase el nivel de participación del alumnado en tareas de preparación.
9. Conocer antes de cada clase las necesidades concretas de los alumnos para así poder proporcionar retroalimentación puntual.
10. Centrar el foco en los elementos de mayor dificultad, así como en diseñar actividades de interés para el alumnado.
11. Proporcionar a los estudiantes enfoques que supongan un valor añadido a la propia unidad temática, es decir, que les permitan entender la importancia de temas básicos en la clínica o en investigación.

C) Respetto de la metodología empleada y la experiencia desarrollada:

12. Analizar la participación y la satisfacción del alumnado.
13. Analizar el comportamiento del alumnado en el campus virtual.
14. Analizar el aprendizaje del alumnado en las unidades impartidas mediante AIA.
15. Sacar conclusiones, redactar manuscritos de cara a la difusión de las experiencias y los resultados en congresos y a su publicación.

Propuestas de valor del proyecto:

- Transformar la pirámide de la taxonomía de Bloom tradicional en cuya base se sitúan habilidades de orden inferior (*Recordar, Comprender*) que se realizan en clase de forma pasiva, de modo que en el AIA dichas habilidades se realicen en casa de forma previa, autónoma e individual, y las clases se empleen para trabajar habilidades de orden superior (*Aplicar, Analizar, Evaluar y Crear*) con ayuda del docente y en colaboración entre pares.
- Compromiso de todos, estudiantes y PDI, para que la metodología funcione bien y los estudiantes mejoren su aprendizaje, y
- Comunicación fluida y rápida que haga sentir al alumnado que recibe soporte de manera continua.

Los expertos resaltan la importancia de que el docente explique al inicio del curso el propósito de la metodología que va a seguir, dando datos concretos de los beneficios que se pueden

conseguir si la implementación se hace correctamente, para lo cual el compromiso y la participación del alumnado son clave.

Es necesario indicar claramente lo que se espera en cada momento de los estudiantes, el esfuerzo que deberán realizar todos para lograr una transición exitosa desde el modelo tradicional al invertido y los canales de comunicación que habrá para resolver dudas y tutorizar el trabajo en casa.

Finalmente, el alumnado se verá como agente activo de su propio aprendizaje, del que se debe responsabilizar, involucrarse antes y durante las clases, evitar jugar un papel pasivo en el proceso enseñanza-aprendizaje

2. OBJETIVOS ALCANZADOS

Todos los objetivos propuestos se han alcanzado excepto el número 13 por falta de tiempo para analizar los registros del campus virtual correspondientes a las dos asignaturas en las que se ha aplicado la AIA. Resulta muy satisfactorio haber podido aplicar el AIA a pesar de la docencia híbrida con que se inició el curso, y haber logrado resultados positivos en esta experiencia piloto limitada en cuanto a la extensión de temas en donde se ha implementado el AIA. Así pues hemos podido constatar que, efectivamente, el aprendizaje invertido es una metodología docente adaptativa útil en tiempos de pandemia.

3. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROYECTO

- a) Elección de los temas de las asignaturas donde se implemente el AIA.
- b) Diseño de la implementación.
- c) Creación de recursos y búsqueda de recursos en abierto
- d) Información detallada al alumnado sobre la metodología del AIA: Objetivos que se buscan, papel de los estudiantes, tareas a realizar, expectativas, rol del profesorado.
- e) Redacción de correos instructivos.
- f) Creación de formularios iniciales sobre contenidos básicos de cada tema, a cumplimentar antes del estudio de cada unidad donde se va a aplicar el AIA.
- g) Creación de formularios de comprobación del estudio previo de cada unidad donde se va a aplicar el AIA, a cumplimentar en plazo para que el profesorado pueda adaptar la docencia a las necesidades detectadas.
- h) Creación de autoevaluaciones en Moodle sobre los contenidos de cada unidad donde se va a aplicar el AIA.
- i) Creación de formularios finales sobre contenidos básicos de cada tema, a cumplimentar semanas después de haber dado los temas mediante AIA.
- j) Transformación de los formularios iniciales y finales de cada tema en cuestionarios iniciales y finales, a fin de poder cuantificar aciertos y errores en cada tema en los dos momentos, inicial o pre (antes del estudio de cada tema) y final o post (varias semanas después de ver el tema en clase).
- k) Diseño y elaboración de la encuesta de satisfacción del alumnado sobre el AIA.
- l) Diseño y elaboración de la encuesta de satisfacción del alumnado sobre las asignaturas.

Los formularios y encuestas se han diseñado con una base común para las dos asignaturas donde se ha aplicado el AIA, si bien cada profesora los ha adaptado a las características propias de cada una y a la manera en que ha implementado el AIA.

Se ha utilizado Google Forms para crear formularios y encuestas *online*, Google Drive para almacenar recursos, formularios y encuestas, y el Correo UCM para la comunicación con el alumnado y envío de recursos y enlaces.

- m) Análisis estadístico de las respuestas en formularios, cuestionarios y encuestas. Evaluación del rendimiento académico. Los datos cuantitativos se describieron mediante

medias y desviaciones típicas y se representaron mediante diagramas de cajas y bigotes, los datos cualitativos se describieron mediante porcentajes. Para analizar la diferencia de las contestaciones correctas entre los cuestionarios finales y los iniciales, se utilizó el test de McNemar para los ítems individualizados y de la t-Student pareada para el total de respuestas correctas. La comparación entre grupos se realizó mediante la t-Student.

- n) Reflexión sobre los resultados obtenidos. Valoración de la experiencia del AIA por parte de los miembros del equipo.
- o) Preparación de manuscritos.
- p) Tutorización de estudiantes.

4. RECURSOS HUMANOS

En este proyecto Innova han participado 2 PDI (M^a Pilar Álvarez Vázquez y M^a Teresa Angulo Carrere), 1 PAS (M^a del Carmen Bravo Llatas) y 3 estudiantes (Paula García Amores, Gabriel Rabanal Rodríguez y Lucía García González).

5. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Antes del inicio del curso 2021/22, el equipo se centró en:

1. Determinación de las asignaturas donde se iba a implantar el AIA y si se aplicaría en la parte teórica o práctica (Tabla 1).

Tabla 1. Asignaturas donde se ha aplicado el AIA

Titulación	Asignatura	Curso	ECTS	Carácter
Grado en Fisioterapia	Biomecánica del Aparato Locomotor (BAL)	2º	6	Básico
Grado en Odontología	Biología celular e histología humana (BCH)	1º		

2. Elección de los temas donde se iba a implantar el AIA (Tabla 2).

Los estudiantes miembros del proyecto participaron en esta elección. En el caso de los estudiantes de Fisioterapia, se decantaron por elegir temas de mayor complejidad, 5 en total. En concreto se aplicó el AIA en biomecánica del hombro, biomecánica cervical, biomecánica de la pelvis, biomecánica de la rodilla y biomecánica de la marcha.

En la BCH se escogieron los 8 primeros temas del segundo bloque (Histología) que van a continuación del bloque de Biología celular. Estos 8 temas corresponden a 5 tejidos que son: epitelial, conjuntivo, adiposo, sangre y cartílago.

Tabla 2. Planificación de temas donde se ha aplicado el AIA

Asignatura	AIA	Nº de temas del programa	Nº de bloques	Nº de temas impartidos con AIA
BAL	Programa teórico	33	6	5, de tres bloques
BCH		25	3	8, todos del bloque de Histología

3. Búsqueda y creación de materiales didácticos (Tabla 3).

Cada profesora buscó recursos en abierto o creó los suyos propios para poder facilitar al alumnado materiales de estudio de cada tema. En resumen, se proporcionaron presentaciones en formato PDF y audiovisuales, buena parte de los cuales no eran en español sino en inglés y, en menor medida, en francés. En el caso del alumnado de BCH es importante

señalar que en el mismo semestre los estudiantes están cursando la asignatura de Inglés en la que se requiere un nivel de partida B2. Una parte de los vídeos eran interactivos. Además, el alumnado tuvo que realizar una serie de tareas como fueron rellenar tres tipos de formularios (inicial, final y de comprobación del estudio previo) y hacer autoevaluaciones. Los primeros se crearon en Google Forms y las segundas en Moodle.

Tabla 3. Recursos facilitados en los temas impartidos mediante el AIA

Asignatura	Nº de presentaciones	Nº de vídeos	Nº de formularios	Nº de autoevaluaciones
BAL	8	24	15 (5 iniciales, 5 finales y 5 de comprobación del estudio previo)	4
BCH	6	46		5

4. Diseño y redacción de encuestas. Se crearon en Google Forms 2 encuestas, una de satisfacción con el AIA desarrollada y otra de satisfacción final de la asignatura.

Una vez comenzado el curso, y antes de aplicar el AIA en los temas seleccionados, fue muy importante que cada profesora hiciese una presentación a la metodología, explicara las razones que les mueven a aplicarla, detallara los objetivos que se pretenden conseguir, y aclarase lo que se espera de cada estudiante. La literatura indica que resulta clave despertar el interés del alumnado, motivarlo y hacerle ver la importancia de que se implique activamente en su aprendizaje, muy en especial en asignaturas consideradas difíciles por su complejidad y densidad de contenidos, como son BAL y BCH.

Para cada uno de los temas en donde se aplicó el AIA, cada profesora redactó un correo instructivo en el cual se explicaba al alumnado lo que se esperaba que hiciera, el procedimiento y el cronograma con los plazos de cada tarea. Además se adjuntaban las presentaciones y se enlazaban los vídeos y los formularios inicial y de comprobación del estudio previo.

Respecto de la participación en las actividades de AIA, el porcentaje osciló entre el 82,19% y 65,75% en el caso de la BAL, observándose que la frecuencia de participación descendió a lo largo del semestre de forma progresiva. En el caso de la BCH, la participación osciló entre el 81,4% y el 88,7% constatándose a lo largo de las semanas una tendencia entregar antes el formulario de comprobación de estudio previo.

Las profesoras recopilaron las respuestas de los formularios y para cada tema analizaron las dudas y preguntas más frecuentes y qué aspectos les resultaban más y menos complejos para adaptar las clases. Esto permitió optimizar el tiempo de clase para abordar los puntos más difíciles, profundizar en ellos, resolver dudas y aclarar conceptos erróneos. Además, en las clases se pudieron realizar actividades como discusión y resolución de casos clínicos y problemas, realización de esquemas y mapas mentales y, en el caso de BCH, invitar a una investigadora para dar un seminario sobre "Terapia celular y Regeneración de tejidos. Tratamiento de lesiones de cartílago articular", con el que se cerró el bloque de temas dados mediante AIA.

Se ha estudiado el posible impacto del AIA en el rendimiento académico. En el caso de la BCH, se programó un examen parcial dos semanas después de terminar el último tema. El examen incluyó los 6 temas de Biología celular explicados mediante clases magistrales y los 8 temas de Histología impartidos con el AIA. El examen tuvo el mismo número de preguntas de ambos bloques. La profesora responsable analizó el número de aciertos, fallos y preguntas no contestadas en cada bloque y el estudio estadístico demostró que en promedio hubo más

aciertos, menos fallos y menos no contestadas en las preguntas de los temas de histología (Fig.1).

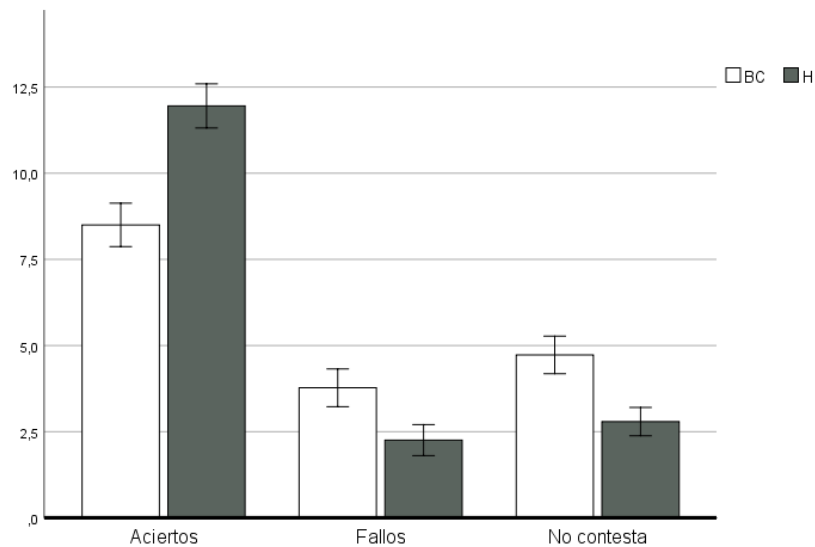


Fig. 1. Número medio de aciertos, fallos y no contestadas en los bloques de Biología celular (BC) e Histología (H) Las barras verticales muestran el doble del error estándar de la media.

En el caso de la BAL, solo hubo examen final y dado que incluía todos los temas, no solo los impartidos mediante AIA, resultaba complicado poder evaluar el impacto de la metodología AIA. Sin embargo, sí se ha podido constatar una relación entre el número de formularios de comprobación del estudio previo realizados y las calificaciones obtenidas en las autoevaluaciones ofertadas en Moodle de las tres unidades didácticas en las que se había realizado AIA, y con el examen final teórico de la asignatura. El resultado obtenido permitió observar, de forma significativa, un mejor rendimiento académico en el grupo de estudiantes que habían completado más de 3 formularios de comprobación del estudio previo de temas impartidos con AIA frente al grupo con menos de 4, tanto en las autoevaluaciones parciales en Moodle de las unidades didácticas que incluían las AIA ($7,81 \pm 1,11$ vs. $5,47 \pm 2,81$; $p=0,004$) como en la calificación del examen final teórico ($6,25 \pm 1,77$ vs. $4,91 \pm 1,55$; $p<0,001$) (Fig. 2). Aunque este resultado por sí mismo no permite afirmar un impacto directo del AIA en el rendimiento académico, sí deducir que los estudiantes de mayor participación en las actividades de la AIA obtienen mayor rendimiento académico.

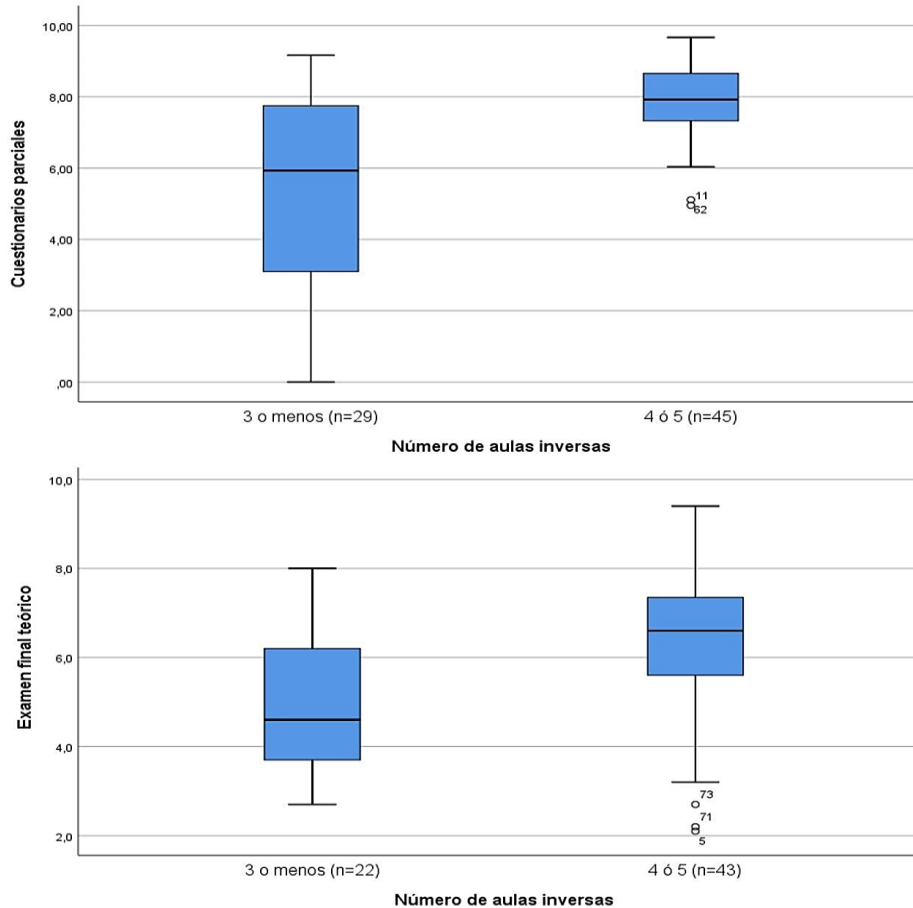


Fig. 2. Rendimiento académico en las autoevaluaciones en Moodle (superior) y en el examen final teórico (inferior) para cada grupo de estudiantes según su participación en formularios de comprobación del estudio previo en temas impartidos con CIA.

Para poder evaluar el aprendizaje, se decidió repetir los formularios iniciales de cada tema sobre los conocimientos básicos un tiempo después de haberlo dado en clase. Así en el caso de la BCH, dos semanas después de realizar el examen parcial, se envió un último correo masivo al alumnado de BCH para invitarle a completar los 5 formularios finales y una encuesta de satisfacción sobre la experiencia de AIA desarrollada. El tiempo transcurrido entre la realización del formulario inicial de un tema y el final osciló entre 9 y 6 semanas. Una vez que el plazo se cerró, se procedió a convertir los formularios iniciales y finales completados por cada estudiante en cuestionarios de tal forma que se obtuvo una calificación en cada uno. De esta forma era posible medir si había habido mejora o no y cuantificarla. El análisis estadístico arrojó calificaciones significativamente mejores en los cuestionarios finales en todas unidades temáticas.

Se compararon las calificaciones de los cuestionarios final e inicial de aquellos estudiantes de BCH que habían completado ambos. El número de preguntas en donde se hallaron diferencias estadísticamente significativas mediante el contraste de McNemar entre las respuestas correctas en ambos momentos, inicial y final, se recoge en la tabla 4 para cada tema. Se observa que el promedio de diferencias está en el 85% alcanzándose la diferencia máxima en el tema de sangre (100% de respuestas) mientras que la mínima se encontró en el tema de epitelios (54,5%).

Tabla 4. Descriptiva del número de preguntas en cada tema por formulario y del número y porcentaje de preguntas en donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas correctas en ambos momentos.

Temas impartidos con CIA	n° de preguntas de los formularios Inicial y Final	Aumento de respuestas correctas
I (epitelios)	11	6 (54,54%)
II (conjuntivo)	13	11 (84,62%)
III (adiposo)	16	15 (93,75%)
IV (sangre)	13	13 (100%)
V (cartílago)	11	10 (90,91%)
suma	64	55 (85,93%)
promedio	12,8	11 (84,76%)

En el caso de la BAL, los formularios finales se programaron un mes después de terminar cada uno de los temas. Se procedió de la misma manera, es decir, los formularios se transformaron en cuestionarios y se compararon las calificaciones promedio obtenidas en los dos momentos, pre y post. El análisis estadístico demostró en todos los temas un incremento significativo de la nota ($p < 0,001$) en las calificaciones obtenidas en el cuestionario de conocimientos realizado al mes de haber completado el tema (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis estadístico del porcentaje de contestaciones correctas en los cuestionarios pre y post de las 5 unidades temáticas impartidas mediante AIA.

TEMAS AIA	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error standard	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior
HOMBRO	<0,001	13,70	3,36	6,84	20,57
CERVICAL	<0,001	17,67	3,17	11,40	23,95
PELVIS	<0,001	27,74	2,87	22,06	33,41
RODILLA	<0,001	26,04	4,15	17,83	34,25
MARCHA	<0,001	29,20	3,57	22,14	36,26

El análisis de las encuestas de satisfacción sobre AIA mostró una buena acogida de la metodología por parte del alumnado de ambas asignaturas. En el caso de la BCH el 87% de los estudiantes matriculados respondieron la encuesta. Aunque solo el 13% de los encuestados había tenido alguna experiencia previa con aula invertida la aceptación ha sido masiva. El 98% declaró que los correos instructivos y la información facilitada había sido clara y precisa, el 88% de los encuestados consideró que los materiales didácticos facilitados eran suficientes y de calidad, y el 95% afirmó que el hecho de que la planificación fuera la misma en todos los temas ha sido adecuado para crear hábitos de disciplina en el estudio. Asimismo, todos los formularios fueron valorados muy positivamente. Los iniciales han sido vistos como útiles para recordar lo que ya habían estudiado y establecer un punto de partida por el 84% de los encuestados mientras que el 92% ha valorado los formularios de comprobación del estudio previo como una buena estrategia para hacer reflexionar sobre los contenidos, comprenderlos, detectar dificultades y errores de concepto. Finalmente, el 84% afirmó que el tiempo dedicado al estudio previo ha sido productivo porque esos temas han quedado más claros, sin dudas y mejor preparados de cara al examen, y el 95% consideró que las clases se habían adaptado a las necesidades y dificultades manifestadas por el alumnado. Entre las razones que alegó el 74% de los encuestados favorables a que el AIA se aplicara a más temas, queremos resaltar las siguientes:

(i) *Me parece una técnica súper buena, ya que antes de venir a clase, te esfuerzas por entender el temario, y vas a clase con mucha más ilusión, ya que sabes que vas a entender casi todo lo que dice la profesora. Además de proporcionarte una disciplina de estudio que ayuda en la preparación de un examen.*

(ii) *Al principio me costaba adaptarme a este sistema de aprendizaje. Sin embargo, conforme iban pasando las semanas, me iba adaptando y a la hora de ponerme a estudiar/repasar de cara al parcial, me di cuenta de que controlaba mucho más estos temas que aquellos que no había preparado con la CIA.*

(iii) *Me ha parecido muy útil que las explicaciones ya estuviesen enfocadas en las dudas y se profundizase en los puntos que nos habían parecido más complejos.*

(iv) *He comprobado que los temas siguientes que hemos dado sin la clase inversa adaptativa me cuesta más entenderlos.*

En el caso de la BAL, respondieron la encuesta el 56,16% de los estudiantes. El 81% de los encuestados no tenían conocimiento de lo que era la clase inversa adaptativa, el 90,5% contestó que los formularios de comprobación del estudio de cada tema le permitían reflexionar sobre sus conocimientos, su grado de comprensión de la materia y detectar dificultades y/o errores de concepto. Al 88,1% le permitía llegar a clase en mejores condiciones de atender y entender el tema, en comparación con la metodología tradicional. Nos parece interesante incluir algunas de las respuestas libres obtenidas en la encuesta de satisfacción:

(i) *Me parece una buena forma para interiorizar la información y hacer el estudio más efectivo.*

(ii) *Me parece un muy buen método ya que te obliga a trabajar esos temas por tu cuenta, de modo que se te queden mejor y no haya que memorizarlos. Además, tras haber trabajado esos temas, las dudas más importantes se resuelven en clase, y eso te ayuda a reforzarlo mucho más.*

(iii) *Para mí ha sido una forma novedosa de estudiar un tema. Con AIA el alumno coge más protagonismo sobre su propio estudio, interés, organización y esfuerzo.*

(iv) *Reconozco que es una muy buena forma de estudiar, aprender, involucrarse de manera activa en el estudio y, en teoría, de que los conceptos se queden mejor y por más tiempo. Por todo ello, aunque el número de clases con el método AIA ha estado bien, desde mi punto de vista, creo que es una forma efectiva de aprendizaje y estaría a favor de tener más clases así.*

(v) *Facilita el estudio y la comprensión y crea hábito de estudio.*

A lo largo del curso, se han elaborado tres manuscritos que han sido aceptados en dos congresos internacionales:

- María Pilar Álvarez Vázquez, María Teresa Angulo Carrere. *La clase inversa adaptativa en histología estimula la motivación del alumnado y mejora el rendimiento académico.* Innovagogía 2022. VI Congreso Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa. 25 al 27 mayo 2022.
- María Teresa Angulo Carrere, María Pilar Álvarez Vázquez. *Implicación y aprendizaje activo en fisioterapia mediante clase inversa adaptativa.* Innovagogía 2022. VI Congreso Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa. 25 al 27 mayo 2022.
- María Pilar Álvarez Vázquez, María Teresa Angulo Carrere, Carmen Bravo-Llatas. *Enhancing Engagement of Dental Undergraduates by Flipping Histology.* Edulearn2022. 14th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies. Palma, 4 al 6 julio 2022.

Asimismo, las dos profesoras han tutorizado sendos trabajos a tres estudiantes del Grado en Fisioterapia (Eva Guinea Pérez, Patricia Salvat de la Fuente, Violeta Sosa García) y tres del Grado en Odontología (Carmen de Diego Sánchez, Lucía García González, Claudia Hernández Garcés). Ambos trabajos han sido aceptados y serán presentados en la II Jornada Aprendizaje Eficaz con TIC organizada por la Universidad Complutense de Madrid. Se trata de:

- *Aula Invertida en Biomecánica del Aparato Locomotor.*
- *Aplicación del aula invertida adaptativa en Histología. Impacto y satisfacción del alumnado.*

Finalmente, y dados los buenos resultados obtenidos en este primer proyecto Innova sobre AIA, se ha elaborado un nuevo proyecto que ha sido informado favorablemente por el Comité de Ética en la Investigación de la UCM, para dar continuidad a esta metodología activa en la actividad docente de los próximos cursos.