

Aprendizaje basado en problemas en el diseño de prácticas de laboratorio online

Beatriz Jurado-Sánchez* y Ana María Díez-Pascual

Universidad de Alcalá, Facultad de Ciencias, Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química, Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33.600, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, España (beatriz.jurado@uah.es; am.diez@uah.es)

Cduatcev''

Vj ku" eqo o wplec vkqp " f guet kldgu" vj g" wug" qh' r t q d r g o / d c u g f " r g c t p k p i " o g v j q f q r q i { " l q t " t g o q v g " v g c e j k p i " q h h c d q t c v q t { ' r t c e v k e g u ' q h E j g o k u t { ' i m d l g e u ' k p ' v j g ' d c e j g r q t a u f g i t g g ' k p ' R j c t o c e { O V j g " x k t w e r k l c v k q p " y c u " e c t t k g f " q w " w u k p i " x k f g q u " q h ' g c e j " r e d q t c v q t { " r t c e v k e g " c p f " s w g u k a p p c k g u " e q p v c k p k p i " h e v k k q u ' f c v c " g s w k x r g p v ' v q ' v j q u g ' v j c v ' v j g ' i w a f g p u ' y q w f " q d v c k p ' k p ' v j g ' r e d q t c v q t { " v q " e c t t { " q w ' v j g ' t g u a n w k q p " q h l v j g ' r e d q t c v q t { ' r t c e v k e g u O V j g " e q p v g p u ' y g t g ' k p v g i t c v g f " k p v q ' v j g ' x k t w e r n ' r r e v h q t o " D r e e n d q c t f " E q m c d q t c v g . " y j g t g " w a q t k e n u " c p f " t g o q v g " i w r r q t v ' h t q o " v j g " v g c e j g t " y g t g " e c t t k g f " q w ' v q ' u q n x g ' v j g ' r t q d r g o u ' t c k u g f O "

Vj g' g x c n e c k p " q h l v j g ' k o r c e v ' q h l v k u ' v g c e j k p i " o g v j q f q r q i { ' y c u ' e c t t k g f " q w ' d l ' e q o r c t k p i " v j g ' o c t n u " y k j " v j q u g " q d v c k p g f " k p " v j g ' h w n i ' r t g u g p v k e n ' o q f g n i ' c p f " s w g u k a p p c k g u ' v q ' v j g ' i w a f g p u O V j g ' f g i t g g " q h ' u c w k t e v k q p " y c u ' x g t { ' j k j . ' 3 2 2 ' ' r g t e g p w i g ' q h l r c u i k p i " i w a f g p u ' c u ' e q o r c t g f " v q ' v j g ' 9 2 " ' q d v c k p g f " k p " v j g ' h w n i ' r t g u g p v k e n ' o q f g n i ' e c p ' d g " e q p e n s f g " v j c v ' v j g ' k p v t q f w e k q p " q h l r t q d r g o / d c u g f " r g c t p k p i " o g v j q f q r q i k g u ' k p e t c u g f " v j g ' k p v g t g u v ' q h l v j g ' i w a f g p u . ' r e x q t k p i " v j g ' c u i k o k e c k p " q h l h p q y r g f i g . ' c u ' k u " c n u q f g o q p u a t c v g f " k p " v j g ' g i g p g t c n i l k o r t x q g o g p v ' q h l i t c f g u . ' u c w k t e v k q p ' i m t x g f u ' c p f " c ' j k i g t ' p w o d g t " q h l i w a f g p u ' r c u i k p i " v j g ' g z c o u O "

Mgfy qtfu < eqo r g v g p e g u " t c k p k p i . " o g v j q f q r q i { . " g x c n e c k p . " q p / r k p g "

Tgiawo gp''

Gp " g u a c " e q o w p k e c e k p " u g " f g u e t k l d g " g n i ' g o r r g q " f g " r e " o g v j q f q r q i " f " f g " c r t g p f k l c l g " d c u c f q " g p " r t q d r g o c u ' r c t c " r e " f q e g p e k e " t g o q v c " f g ' r t " e v k e c u f g " r e d q t c v q t k q " f g " c u k i p c w t c u f g " S w f b k e c " g p " g n i " I t c f q " g p " H e t o c e k o N c " x k t w e r k l c e k p " u g " n g x " " c " e c d q " g o r r g c p f q " x f f g q u " g z r n e c v k x q u " f g " e c f c " r t " e v k e c " f g " r e d q t c v q t k q " { " e w g u k a p p c t k q u " e q p " f c v q u " h e v k e k q u " g s w k x r g p v g u " c " r q u " s w g " r q u " c n w o p q u " q d v g p f t " f p " g p " g n i " r e d q t c v q t k q " r c t c " n g x c t " c " e c d q " r e " t g u a n w e k p " f g " r q u " e c u q u " r t " e v k e q u O " N q u " e q p v g p k f q u " u g " k p v g i t c t q p " g p " r e " r r e v h q t o c " x k t w e r n " D r e e n d q c t f " E q m c d q t c v g . " f q p f g " u g " n g x c t q p " c " e c d q " w a q t " f e u " { " c r q l q ' t g o q v q f g n f q e g p v g " r c t c " r e " t g u a n w e k p " f g " r q u " r t q d r g o c u ' r e v g c f q u O "

Nc " g x c n e c k p " f g n i ' k o r c e v q " f g " g u a c " o g v j q f q r q i " f " g p " r e " f q e g p e k e " u g " n g x " " c " e c d q " o g f k e p v g " e q o r c t c e k p " f g " r e u ' e c n i h e c e k a p p g u " e q p " r e u ' q d v g p k f c u " g p " g n i ' o q f g n i " r t g u g p e k e n i { " e w g u k a p p c t k q u " c " r q u " c n w o p q u O " G n i t c f q f g " u c w k t e e k p " h w g " o w l " g r g x c f q . " e q p " w p " r q t e g p w l g f g " c r t q d c f q u f g n i 3 2 2 " " h t g p v g " c n 9 2 " " q d v g p k f q " g p " g n i ' o q f g n i " r t g u g p e k e n i O " U g " r w g f g " e q p e n i k " s w g " r e " k p v t q f w e e k p " f g " r e u " o g v j q f q r q i " f e u f g " c r t g p f k l c l g " d c u c f c u " g p " r t q d r g o c u ' c w o g p w " g n i k p v g t 2 u f g n i c n w o p q . " r e x q t g e k p f q " r e " c u k o k e c k p " f g " e q p q e k o k g p v q u " e q o q " u g " f g o w g u a t c " c f g o " u " g p " r e " o g l q t c " i g p g t c n i " f g " r e u " e c n i h e c e k a p p g u " g p e w g u a c u f g " u c w k t e e k p " { " o c f q t " p A o g t q f g " c r t q d c f q u O "

Rc n d t c u ' b e x g < eqo r g v g p e k e u " h t o c e k p . " o g v j q f q r q i " f . " g x c n e c k p . " q p / r k p g "

1. Introducción y objetivos

La pandemia de COVID-19 y la situación de confinamiento en marzo de 2020 supuso una la paralización de la docencia y a la actividad presencial en la Universidades. En el contexto de las clases teóricas, las plataformas virtuales facilitaron la impartición de docencia en éstas mediante videoconferencias y presentaciones pregrabadas (Bao, W, 2020; Hodges, et al. 2020). Sin embargo, las prácticas de laboratorio (en especial en las áreas de ciencias) requieren una participación activa del alumnado en el proceso de enseñanza aprendizaje para la adquisición de competencias en el manejo activo de material de laboratorio o la resolución de problemas en el campo de la química, control farmacéutico, etc (Llorens-Molina, M., 2010).

Esta comunicación surge de nuestra experiencia docente en el curso 2019/2020 en la docencia de la asignatura “Analytical Techniques” del segundo curso del Grado en Farmacia de la Universidad de Alcalá. La asignatura presenta varias problemáticas inherentes que dificultan el proceso enseñanza-aprendizaje. En primer lugar, es la primera vez que los alumnos reciben conocimientos acerca de la materia (Química Analítica), con los que no están familiarizados. En segundo lugar, se trata de una asignatura de duración anual con 6 bloques temáticos y además 2 sesiones de prácticas de laboratorio de una duración estimada, aproximadamente dos semanas cada una. En tercer lugar, la asignatura se imparte en inglés, un idioma en el que muchos alumnos no presentan un dominio adecuado, añadiendo aún más dificultad si cabe para la asimilación de conceptos. Todo ello redundo además en una falta de interés por parte del alumnado, que en ocasiones se siente frustrado. Como metodologías docentes se utiliza la clase magistral y las prácticas de laboratorio. Estas prácticas se realizan en dos períodos presenciales de 6 días de duración cada uno y que comprenden 6 prácticas experimentales, con un examen final práctico. La situación del confinamiento supuso la imposibilidad de realizar presencialmente la segunda sesión de prácticas de laboratorio, por lo que la docencia presencial tradicional tuvo que transformarse en un modelo de enseñanza remota de emergencia.

El aprendizaje basado en problemas es una herramienta muy adecuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que permite aplicar el aprendizaje activo a la resolución de problemas del mundo real como los planteados en las prácticas anteriormente mencionadas (Barell, J, 1999; Arpi, et al, 2012; Gil-Galván, 2018). Este hecho es muy adecuado para suplir las carencias del formato on-line en el contexto de las prácticas de laboratorio y permite el trabajo colaborativo de grupos de estudiantes. El docente queda en un segundo plano, con un papel orientativo, pero con la capacidad de motivar al alumnado para que participe de forma más activa y comprenda la finalidad de las prácticas (Martinez, C., et al, 2020).

El objetivo de esta comunicación es compartir nuestra experiencia en la virtualización de las prácticas de laboratorio de Analytical Techniques y la integración de la metodología de aprendizaje en problemas. Para ello se empleó la herramienta Blackboard Collaborate integrada en la plataforma virtual de la Universidad de Alcalá en la que se integraron vídeos explicativos de cada práctica de laboratorio. Se elaboró un cuestionario con preguntas relacionadas con los experimentos y datos ficticios equivalentes a los que los alumnos obtendrían en el laboratorio para llevar a cabo la resolución del caso/práctica de laboratorio. Para la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje, se elaboró una hoja de rúbrica para la calificación de los informes y un examen final. La evaluación del impacto de esta metodología y el nuevo enfoque en la docencia se llevó a cabo mediante comparación de las calificaciones con las obtenidas en el modelo presencial y cuestionarios a los alumnos.

2. Desarrollo de la innovación

La virtualización de los contenidos se llevó a cabo en la herramienta Blackboard Collaborate integrada en la plataforma virtual de la Universidad de Alcalá. Se virtualizaron 6 prácticas de laboratorio descritas en la Guía docente de la asignatura, como se describen a continuación:

- Analysis of sulphates by turbidimetry
- Analysis of sodium and potassium by flame photometry
- Conductimetric titration of acids
- Separation of compounds by high performance liquid chromatography
- Analysis of mixtures by molecular absorption spectrophotometry
- Determination of paracetamol in pharmaceutical products by cyclic voltammetry

La Tabla 1 describe una planificación de la metodología propuesta para llevar a cabo la virtualización de las prácticas y la integración de las metodologías de aprendizaje basado en problemas. Se proporciono el cuaderno de laboratorio a los alumnos junto con videos explicativos del desarrollo de las prácticas. Para cada práctica, se diseñó un cuestionario con preguntas previas y datos numéricos similares a los que obtendrían en el laboratorio con el objetivo de resolver la problemática planteada en las prácticas de laboratorio. La Figuras 1 y 2 muestran ejemplos representativos del cuestionario de laboratorio correspondiente a las prácticas.

"

Vc dñ'30Rñ pñkccckp'f'g'ñ'o gñqñ qñi %'rñqñwgñc"

Actividad	Recurso docente	Horas
Preparación del material y creación de los grupos de trabajo	Microsoft Word y plataforma Blackboard Collaborate	Trabajo autónomo del equipo docente
Presentación de los contenidos por parte del profesor	Plataforma Blackboard Collaborate	30 minutos
Trabajo colaborativo apoyado por el profesor y elaboración del informe	Informes en Microsoft Word, Videos de YouTube y cuaderno de laboratorio	18 horas
Discusión entre grupos de trabajo y puesta en común	Plataforma Blackboard Collaborate Presentaciones en Microsoft Power Point	3 horas
Evaluación	Hoja de rúbrica examen en la Plataforma Blackboard Collaborate Tutoría grupal	Trabajo autónomo del equipo docente 1 hora

"

Tras llevar a cabo la virtualización, los alumnos se organizaron en grupos y se les proporciono un cronograma con una planificación temporal para que realizasen la visualización de los videos, lectura del cuaderno de laboratorio y resolución de los informes en un período de 7 días. Tanto los alumnos como los profesores se conectaron a la plataforma en el tiempo establecido en el cronograma. El último día se celebró una tutoría grupal orientativa para resolver dudas y cuestiones suscitadas por los alumnos durante el desarrollo de las prácticas.

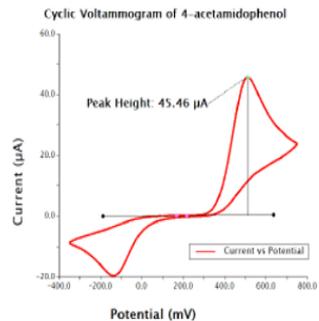
11. DETERMINATION OF PARACETAMOL IN PHARMACEUTICAL PRODUCTS BY CYCLIC VOLTAMMETRY. REPORT

PRELIMINARY QUESTIONS

1. Indicate the parameter(s) that is/are monitored in a cyclic voltammetry and draw the shape of the applied potential as a function of time.

11.1.- Report the values for the cathodic peak potential E_{pc} , the anodic peak potential E_{pa} , the cathodic peak current i_{pc} and the anodic peak current i_{pa} from the cyclic voltammogram obtained in part 1.

Assume that you perform the CV measurements, obtaining the following cyclic voltammogram:



2. Calculate the amount of acetaminophen (in mg) needed to prepare 5 mL of a 1×10^{-4} M solution in buffer.

MW, acetaminophen = 151.16 g/mol

11.2.- Represent the calibration plot and obtain the calibration graph and the analytical figures of merit.

Assume that you have prepared all the standard solutions and measured the peak height of the cathodic peak. The data that you should obtain are reported in the following table:

Hki 030Ecrwmc'f'g'rcpvcnc'f'g'wp'glgo rrtq'f'g'ewgukpctk'eqtt gur qpf kpgvg'c'wpc'f'g'rc'rt'a'evkecu'f'g'rc'dqtcvqt'kq'

PRESENTATION OF THE RESULTS

8.1.-Plot the conductance obtained versus the volume of NaOH added for the three conductometric titration.

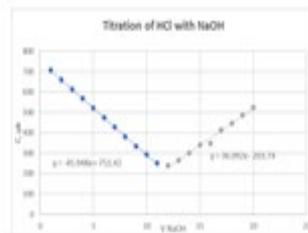
8.2.- Calculate the equivalence point in each titration curve.

1.- Titration of HCl with NaOH.

Assume that you perform the titration of a 50.00 ml of HCl, problem solution with 0.100 M NaOH solution. The following data of conductance vs. volume of NaOH added were obtained. With the data, calculate the equivalent point.

V _{NaOH} (ml.)	C(µs)
1	706.8
2	659.9
3	613.8
4	569.6
5	521.2
6	475.6
7	426.7
8	379.7
9	334.6
10	294.3
11	250.8
12	239.1
13	265.2
14	301.8
15	339.5
16	347.4
17	413.3
18	447.4
19	486.7
20	523.1

The plot obtained in excel by representing volume of NaOH vs. conductance is as follows:



To calculate the equivalence point, use the equations displayed for the linear regression of the data, as follows: $-45.958x + 751.42 = 36.092x - 203.74$. The solution of such equation will give you the equivalence points as ml. of NaOH.

2.- Titration of acetic acid from a commercial vinegar with NaOH.

Assume that you prepare a solution containing 5.00 mL of commercial vinegar in 50.00 ml and titrate 10 ml. of such solution. The following data of conductance vs. volume of NaOH added was obtained. With the data, calculate the equivalent point.

V _{NaOH} (ml.)	C(µs)	C(µs)
1	136.1	136.4
2	121.3	121.5
3	141.0	142.6
4	173.9	176.4
5	250	256
6	288	295
7	330	335
8	368	374
9	406	412
10	443	453
11	487	494
12	506	584
13	693	693
14	804	798
15	913	900
16	1019	1004
17	1119	1106
18	1223	1212
19	1318	1312
20	1410	1412

Hki '40Ecrwmc'f'g'rcpvcnc'f'g'ewgukpctk'eqtt gur qpf kpgvg'c'rc'rt'a'evkecu'f'g'rc'xrcvqt'cebp'e'qpf wvko 2 vt'ec'

Para llevar a cabo la evaluación, los alumnos hicieron la entrega de la actividad a través de la Plataforma, a la que se le asignó una calificación numérica empleando una hoja de rúbricas (ver Figura 3), que supuso un 40 % de la calificación total de las prácticas. Como puede observarse, la Hoja de Rúbricas se diseñó dando especial importancia a la integración del aprendizaje colaborativo y la participación del alumno.

	Mal (0-2)	Regular (3-5)	Bien (5-8)	Muy bien (9-10)
ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN EN LAS SESIONES (10%)	-No asiste. -Falta a alguna sesión y no lo justifica. -No participa en clase.	-No asiste. -Falta a alguna sesión y no lo justifica. -No participa en clase.	-No asiste. -Falta a alguna sesión y no lo justifica. -No participa en clase.	
PREGUNTAS PREVIAS (45%)	-No responde a ninguna pregunta -Responde de forma demasiado extensa pero con un concepto erróneo -No justifica las respuestas	-Responde bien a una pregunta -Da una respuesta demasiado extensa con un concepto es parcialmente erróneo -No justifica las respuestas	-Responde bien a una pregunta y parcialmente a otra -Da una respuesta concisa, aunque el concepto es parcialmente erróneo -Justifica las respuestas aunque no con ideas propias	-Responde correctamente todas las preguntas -La respuesta es concisa pero adecuada -Justifica debidamente la respuesta con ideas propias
RESOLUCIÓN Y DISCUSIÓN DE PROBLEMAS NUMÉRICOS (45 %)	-No desarrolla bien los problemas -No da el resultado correcto ni aproximado -No expresa bien el resultado en términos de cifras significativas y error -Comete errores en los factores de dilución -No discute el resultado	-Desarrolla correctamente el 50% de los problemas -Proporciona un resultado aproximado aunque muy cercano al correcto -No expresa bien el resultado en términos de cifras significativas o error -Comete errores en algún factor de dilución -No discute el resultado	-Desarrolla correctamente el 75% de los problemas -Proporciona el resultado correcto -Expresa bien el error del resultado y las cifras significativas -No comete errores en los factores de dilución -Discute el resultado aunque no con ideas propias	-Desarrolla correctamente el 100 % de los problemas -Proporciona el resultado correcto -Expresa bien el error del resultado y las cifras significativas -No comete errores en los factores de dilución -Discute el resultado con ideas propias
PRESENTACIÓN DEL CUADERNO Y PUNTUALIDAD EN LA ENTREGA (10%)	-La presentación del cuaderno no es clara, algunas fórmulas son ilegibles -En los problemas solo da el resultado final -Entrega tarde la actividad (más de 3 días de retraso)	-La presentación del cuaderno no es clara, aunque las fórmulas con legibles -En los problemas da el resultado final y proporciona parcialmente los cálculos -Entrega tarde la actividad (menos de 3 días de retraso)	-La presentación del cuaderno es clara y legible, aunque demasiado extensa -En los problemas proporciona los cálculos y el resultado final -Entrega tarde la actividad (menos de dos días de retraso)	-La presentación del cuaderno es clara, concisa y legible -En los problemas proporciona los cálculos y el resultado final -Entrega la actividad en el plazo exigido

Hli 050J qlc'f' g'Ädtkec'go r rncf c'gp'rc'gxcnckep"

El 60 % restante de la calificación se asignó a un examen integrado en la Plataforma Blackboard Collaborate con preguntas relacionadas con los informes de laboratorio elaborados por los alumnos (ver Figura 4). Una vez finalizada la evaluación, los alumnos pudieron visualizar las notas y los errores en las respuestas del examen. Finalmente se organizó una sesión final de evaluación para evaluar los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En cuanto a la realización del examen, las profesoras de la asignatura prepararon un banco de preguntas con cuestiones previas (tipo test y de desarrollo) y problemas de cálculos numéricos. Se creó un banco de preguntas para las preguntas tipo test, otro para las preguntas de desarrollo y cinco más para los problemas de desarrollo. Estos bancos de preguntas se seleccionaron para la configuración del examen y se configuró la plataforma para que seleccionase preguntas en modo aleatorio, 5 tipo test, 2 de desarrollo y 2 problemas de cálculos numéricos. Los alumnos realizaron el examen online al mismo tiempo, estableciéndose un tiempo determinado. No se les permitía volver atrás para repasar las preguntas una vez contestadas. Con todas estas medidas se evitaban posibles comportamientos deshonestos por parte del alumno, lo que se puede aseverar en base a los comentarios realizados por los alumnos y las calificaciones numéricas obtenidas.

Descripción	The following exam consists on 36 short theoretical question and 4 problems related with the contents of the lab practices
Instrucciones	For the theoretical questions, select an option (a, b, c or d). Each correct answers score 0.1 points. For the problems, a space for writing is provided, try to include the main calculations and the solution there. If you find any problem, you can do the exercise in a piece of paper and paste it as image. Please note that only jpg of tif files are allowed. Each problem scores 1.6 points.
Preguntas totales	40
Puntos totales	10
Número de intentos	21

Seleccionar: Todo Ninguno Seleccionar por tipo: - Tipo de pregunta -

Eliminar y asignar una nueva calificación

Puntos

Actualizar y asignar una nueva calificación

Ocultar detalles de la pregunta

1. **Respuesta múltiple: The role of BaCl₂ in the turbidimetri...**

Puntos: **0,1**

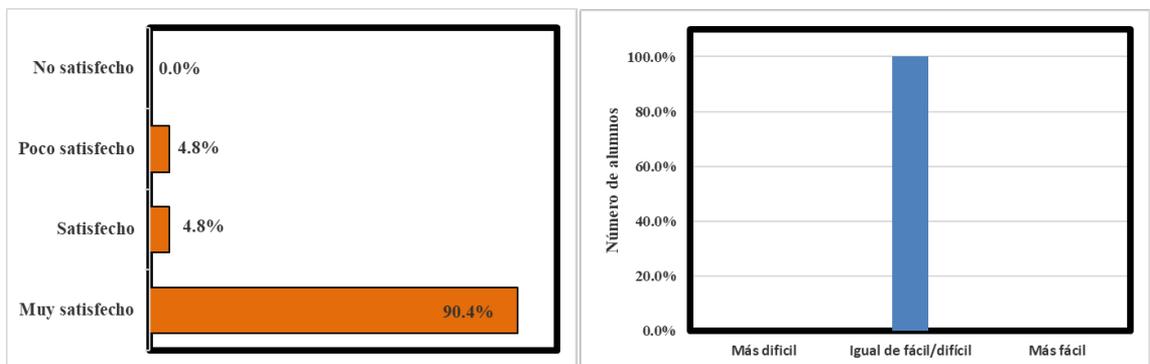
Pregunta	The role of BaCl ₂ in the turbidimetric determination of sulphates in water is:
Respuesta	<p>a. Act as a blank sample for the calibration curve.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> b. Initiate the precipitation of BaSO₄.</p> <p>c. Initiate the precipitation of Na₂SO₄.</p> <p>d. None of the above.</p>

Hki 060Glg0 rrtq'f g'gzco gp'kpvgi tcf q'gp'rc'Rrcvclqto c'Drcendqctf'Eqmcdqtcvg"

3. Resultados

El primer resultado evidente es el desarrollo de nuevas metodologías empleando en aprendizaje basado en problemas en el diseño de prácticas de laboratorio online para los alumnos de Farmacia. La experiencias obtenidas y aprendidas han servido como base para aplicar estas metodologías al modelo de enseñanza semipresencial adoptado en el curso 2020/2021.

Para evaluar la utilidad de la integración del aprendizaje basado en problemas, así como el impacto de la estrategia en el proceso enseñanza-aprendizaje, se realizó una breve encuesta de satisfacción a los alumnos, donde se les preguntó acerca del grado de satisfacción general. Como además realizaron las prácticas de forma presencial en el primer cuatrimestre se les pregunto por las posibles dificultades observadas en el aprendizaje en ambos formatos. El 90 % de los alumnos se mostró muy satisfecho y no se constataron dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje (ver Figura 5).



Hki 070Tgumwcf qu'f g'rc'gpewguc'f g'rcvclrc eekp't gcrlcf c'c' hqu'cno pqu"



2021, Universitat Politècnica de València

Eqpi t guq"kp/Tgf "4243 +"

La evaluación del impacto de esta metodología y nuevo enfoque en la docencia se llevó a cabo mediante comparación de las calificaciones con las obtenidas en el modelo presencial y cuestionarios a los alumnos. El grado de satisfacción fue muy elevado (el 90 % de los alumnos manifestó que estaba muy satisfecho con esta nueva metodología), con un porcentaje de aprobados del 100 % frente al 70 % obtenido en el modelo presencial en años anteriores. Se puede concluir que la introducción de las metodologías de aprendizaje basadas en problemas aumentó el interés del alumno, favoreciendo la asimilación de competencias y conocimientos como se demuestra además en la mejora de las calificaciones, con un mayor número de alumnos obteniendo altas calificaciones.

4. Referencias

- ARPÍ, C., ÀVILA, P., BARALDÉS, M., BENITO, H., GUTIÉRREZ, M^a J., ORTS, M., ROSTAN, C. (2012). "El ABP: origen, modelos y técnicas afines". en *KEG" f g" rc" Wplxgtuf cf" f g" I k qpc0* http://web2.udg.edu/ice/doc/xids/aula_educativa_1.pdf
- BAO, W. (2020). "COVID-19 y la enseñanza en línea en la educación superior: un estudio de caso de la Universidad de Pekín" en *J wo cp'Dgj cxkqt 'c'pf 'Go gti kpi 'Vgej pqrqi kgu, 2, 2, 113.*
- BARELL, J. (1999). "El aprendizaje basado en problemas. Un enfoque investigativo". Manantial, ISBN 9875000310.
- GIL-GALVÁN, R. (2018). "El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Análisis de las competencias adquiridas y su impacto". en *Tgxknc" o gzkēcpc" f g" kpxgunkī cēk»p" gf wēcīkxc, 23(76), 73-93.*
- HODGES, C., MOORE, S., LOCKEE, B., TRUST, T., Y BOND, A. (2020). "La diferencia entre la enseñanza remota de emergencia y el aprendizaje en línea." en *Gf wēcīkxc" Tgxkgy.* [https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning.](https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning)
- LLORENS-MOLINA, J.Z. (2010). "El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio." en *S w'p kēc'Pqxc, 33, 994.*
- MARTINEZ, C., SALMERON, D., MORALES-DELGADO, N., ALONSO, A. (2020). "El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica en el diseño de prácticas de Laboratorio Clínico y Biomédico" en *Tgxknc'Gurc° qrc'F g'Gf wēcēk»p'O²f kēc, 1, 105.*