

COORDINACIÓN:

Xavier Pastor Durán
Raimundo Lozano Rubí
Begoña Gros Salvat

**EL APRENDIZAJE BASADO EN LA
INDAGACIÓN Y EL CODISEÑO**

**EXPERIENCIA APLICADA EN EL
GRADO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA**

Título: *El aprendizaje basado en la indagación y el codiseño. Experiencia aplicada en el Grado de Ingeniería Biomédica*

CONSEJO DE REDACCIÓN

Directora: Teresa Pagès Costas (jefa de la Sección de Universidad. ICE, Facultad de Biología)

Coordinadora: Anna Forés Miravalles (Facultad de Educación)

Consejo de Redacción: Antoni Sans Martín (director del ICE, Facultad de Educación), Mercè Gracenea Zugarramundi (secretaria del ICE, Facultad de Farmacia), Jaume Fernández Borrás (Facultad de Biología), Francesc Martínez Olmo (Facultad de Educación), Max Turull Rubinat (Facultad de Derecho), Silvia Argudo Plans (Facultad de Biblioteconomía y Documentación), Xavier Pastor Durán (Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud), Jordi Gratacós Roig (Facultad de Bellas Artes), Rosa Sayós Santigosa (Facultad de Educación), Pilar Aparicio Chueca (Facultad de Economía y Empresa), M. Teresa Icart Isern (Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud), Juan Antonio Amador (Facultad de Psicología), Eva González Fernández (ICE-UB, secretaria técnica) y el equipo de Redacción de la Editorial OCTAEDRO.

Primera edición: noviembre de 2017

Recepción del original: 25/03/2017

Acceptación: 03/05/2017

© Xavier Pastor Durán, Raimundo Lozano Rubí, Begoña Gros Salvat

© ICE y Ediciones OCTAEDRO, S.L.

Ediciones OCTAEDRO

Bailèn, 5, pral. - 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02 - Fax: 93 231 18 68

www.octaedro.com - octaedro@octaedro.com

Universitat de Barcelona

Institut de Ciències de l'Educació

Campus Mundet - 08035 Barcelona

Tel.: 93 403 51 75 - Fax: 93 402 10 61

La reproducción total o parcial de esta obra solo es posible de manera gratuita e indicando la referencia de los titulares propietarios del copyright: ICE y Octaedro.

ISBN: 978-84-9921-978-3

Diseño y producción: Servicios Gráficos Octaedro

AGRADECIMIENTOS

El Proyecto Design2Learn proporcionó la oportunidad para iniciar el proceso de rediseño de la asignatura *Informática médica y Telemedicina*. Queremos agradecer a los investigadores del proyecto: Iolanda Garcia, Elena Barberà y Mireia Usart, de la Universitat Oberta de Catalunya; Anna Escofet, Marc Fuentes e Ingrid Noguera, de la Universitat de Barcelona, y Meritxell Cortada y Marta Marimón, de la Universitat de Vic, su profesionalidad, apoyo y guía durante este proceso.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	3
1. EL CODISEÑO PARA REDEFINIR EL CURRÍCULUM	5
1.1. El diseño del aprendizaje.....	6
1.2. Metodologías para aplicar el codiseño	8
1.3. Papel del profesorado y el alumnado.....	12
2. EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN	13
2.1. ¿Qué se entiende por aprendizaje basado en la indagación?.....	13
2.2. Principios del aprendizaje basado en la indagación.....	14
2.2.1. Orientado por un problema/pregunta.....	15
2.2.2. Metodología científica.....	15
2.2.3. Aprendizaje activo centrado y dirigido por el estudiante.....	16
2.2.4. Aproximación inductiva.....	16
2.2.5. Andamiaje docente.....	16
2.3. El uso de las tecnologías digitales para el aprendizaje basado en la indagación	17
3. IMPLANTACIÓN DEL APRENDIZAJE	20
3.1. Situación de partida	20
3.2. Oportunidad: Proyecto Design2Learn	22
3.3. Reingeniería del diseño docente.....	22
3.4. Concreción del diseño. El <i>storyboard</i>	24
3.5. Competencias previstas y evaluación.....	32
3.6. El campus virtual (Moodle) como plataforma tecnológica integradora.....	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Comparación de resultados entre modelos opuestos	37
4.2. Beneficios obtenidos.....	39
5. CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS	45

I. EL CODISEÑO PARA REDEFINIR EL CURRÍCULUM

En el contexto actual, sabemos que la docencia basada únicamente en la transmisión de contenidos no proporciona buenos resultados. Los estudiantes no solo necesitan formación para adquirir información, sino para aprender a organizarla y atribuirle un sentido y un significado. Por ello se habla continuamente de la necesidad de cambiar los métodos de enseñanza que han estado centrados en la transmisión del conocimiento por metodologías que favorezcan el diseño de actividades centradas en el aprendizaje.

Abordar la docencia universitaria centrándose en el estudiante implica que el foco está en quien aprende, en sus procesos de aprendizaje y en la comprensión que se genera sobre el contenido del curso. Bajo esta perspectiva, existen múltiples metodologías y enfoques docentes. En este trabajo nos hemos centrado en el análisis y la aplicación del aprendizaje basado en la indagación, ya que creemos que es un tipo de metodología que acerca el aprendizaje a los procesos de investigación y contribuye a la mejora de conocimientos y habilidades para abordar situaciones complejas.

El enfoque indagativo de aprendizaje es una etiqueta muy amplia que cubre diversas perspectivas pedagógicas (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en casos, aprendizaje por proyectos, etc.) que tienen en común poner al estudiante en el papel del investigador. Aprender a través de procesos de indagación significa situar al estudiante ante retos y situaciones que estimulen la capacidad de resolver problemas. Se busca que los alumnos tengan un papel activo en el proceso de construcción de conocimiento.

Diseñar formación basada en el enfoque indagativo no es tarea fácil. Ellis y Goodyear (2010) afirman que, aunque siempre hay que planificar y diseñar la docencia, en el caso del aprendizaje basado en la indagación es especialmente importante elaborar un buen diseño que sea muy exhaustivo y dé cuenta de todo el proceso. Efectivamente, uno de los retos fundamentales con que nos enfrentamos los docentes es dejar de pensar en cómo preparar la clase para pensar en cómo diseñar situa-

ciones que faciliten el aprendizaje. Tal y como veremos en el capítulo 3, hay que planificar los escenarios en los que se desarrollarán las actividades de los estudiantes, seleccionar los recursos a los que accederán y planear el proceso de guía y seguimiento de los estudiantes.

En la medida en que diseñamos un enfoque centrado en los estudiantes, creemos que es importante hacer partícipes a los propios protagonistas del proceso de diseño de la formación. Por este motivo, hemos aplicado el codiseño.

Se denominan procesos de codiseño los que involucran típicamente a profesores, alumnos e investigadores en los procesos de innovación. Este enfoque reconoce la «voz del estudiante» y tiene como objetivo hacer corresponsables del diseño formativo a docentes y discentes para mejorar los resultados del aprendizaje incrementando su implicación, compromiso y responsabilidad. En el ámbito universitario, la participación de los estudiantes en el diseño formativo suele ser bastante limitada. Könings, Seidel y Merriënboer (2013) señalan que, en las innovaciones docentes, el papel que se le atribuye a los alumnos suele ser el de usuario (que puede ser observado o evaluado) o el de informante (que ofrece retroalimentación e información), pero es menos frecuente considerarlos participantes (codiseñadores) en el diseño de una asignatura. Sin embargo, Healey, Flint y Harrington (2014) sostienen que los resultados obtenidos cuando los alumnos participan en el diseño indican la mejora del compromiso e implicación en el proceso de aprendizaje.

En este primer capítulo analizamos las características principales del codiseño, describimos cómo aplicarlo y vemos el papel que desempeñan los profesores y los estudiantes a lo largo del proceso.

1.1. El diseño del aprendizaje

En los años ochenta del siglo pasado no se hablaba en términos de diseño del aprendizaje, sino que se utilizaba la expresión «diseño instructivo». El objetivo inicial del diseño instructivo se focalizó en el desarrollo de las secuencias de contenido que había que administrar a los estudiantes. Es decir, el diseño estaba centrado en la planificación de la

organización y la secuencia del contenido que los alumnos tenían que aprender. En cambio, en los últimos años se utiliza la expresión «diseño del aprendizaje», que pone el foco de atención en las actividades de aprendizaje.

La diferencia entre ambas aproximaciones radica, especialmente, en que la pregunta que inicia el diseño ya no hace referencia a qué contenido queremos transmitir, sino a qué aprendizajes queremos conseguir. Consideramos que no podemos basar todo el aprendizaje en la transmisión; por consiguiente, el contexto y las actividades de aprendizaje son muy relevantes. Según Conole (2013: 186), «el diseño del aprendizaje puede entenderse como una metodología pedagógicamente fundamentada y basada en el uso apropiado de recursos y tecnologías, que permite tomar decisiones más informadas en el diseño de intervenciones educativas. Esto abarca desde el diseño de recursos o de actividades de aprendizaje individuales hasta el diseño curricular».

De acuerdo con Goodyear y Dimitriadis (2013), cuando diseñamos un curso hay que tener presente lo siguiente:

- El diseño no puede ser general; siempre se diseña para una determinada situación y contexto que condiciona al propio diseño.
- El diseño para el aprendizaje implica la creación de sistemas de apoyo. No solo hay que preparar las actividades, sino también establecer cómo se va a realizar el seguimiento y la tutorización que pueden necesitar los estudiantes; por ejemplo, el tipo de indicaciones, el tipo de *feedback*, las ayudas complementarias, etc.
- El diseño no se improvisa. Tiene que estar planificado desde el inicio que no se puede pensar que se podrán improvisar las soluciones sobre la marcha.
- La parte más importante del diseño respecto al aprendizaje es la creación de las tareas que han de realizar los estudiantes.

Diseñar situaciones que ayuden a conseguir el aprendizaje no es tarea fácil. En realidad, no hay fórmulas mágicas, pero sí es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los diseños son soluciones «temporales» que hay que ir modificando a partir de la práctica. El diseño siempre es la solución que se propone a un problema, a un reto, y está contextualizado; por consiguiente, se precisa comprobar su validez e ir refinando las soluciones. Un buen diseño reconoce el hecho de que el rediseño es la norma, no la excepción; que es algo necesario, y no un fracaso. En definitiva, todo diseño precisa una revisión constante que nos permita introducir modificaciones para alcanzar los objetivos deseados. Las metodologías de diseño, tal y como veremos más adelante, siempre son iterativas.
- No somos ni los primeros ni los únicos docentes que se enfrentan al diseño de un escenario formativo. Cuando nos enfrentamos a un nuevo diseño no hay que partir de cero. Es importante revisar principios de diseño que ya se han adoptado en situaciones similares o con metodologías parecidas. Por ejemplo, si nos planteamos un diseño basado en la metodología de casos o en la indagación, es importante tener en cuenta los principios de diseño ya utilizados y comprobados previamente, tal y como veremos en el siguiente capítulo.
- Los docentes podemos hacer el diseño solos, pero es mejor si los estudiantes participan. Podemos abordar el diseño como profesores, pero también es interesante incorporar a los estudiantes en el diseño. De este modo, las propuestas quedan más ajustadas a las necesidades de los alumnos y estos toman una mayor responsabilidad e implicación.

En definitiva, el diseño es la solución que se propone a un problema y, generalmente, se precisa comprobar su validez y refinar las soluciones adoptadas. De este modo, en un proceso de diseño es necesario una revisión constante que nos permita introducir las modificaciones para alcanzar los objetivos deseados.

1.2. Metodologías para aplicar el codiseño

La participación directa de los estudiantes como codiseñadores en la educación superior es bastante reciente (Bovill, 2013; Healey, Flint y Harrington, 2014). Algunos resultados muestran que este enfoque puede promover un aprendizaje más profundo entre los estudiantes y pro-

porcionar elementos claves y oportunidades para orientar la intervención del profesorado. La participación activa de los estudiantes desempeña un papel fundamental en el aprendizaje centrado en el estudiante y en las iniciativas de aprendizaje basado en la investigación (Deeley y Bovill, 2016).

Healey, Flynt y Harrington (2014) consideran que el codiseño puede llevarse a cabo en diferentes situaciones y momentos:

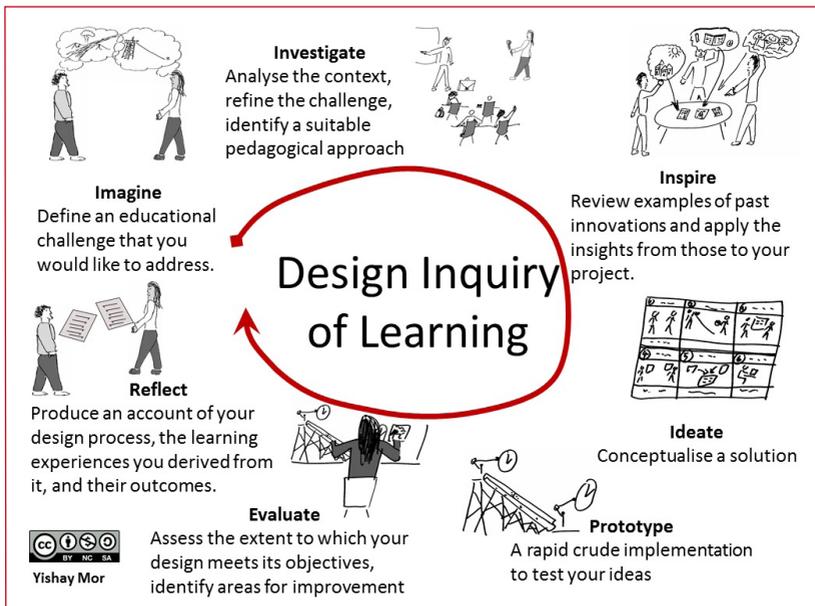
- En procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, un grupo de estudiantes pueden colaborar en el diseño de una parte del contenido y transmitirlo a los compañeros de forma presencial o en un entorno virtual.
- En procesos de evaluación. Brooman, Darwent y Pimor (2015) describen diversas experiencias exitosas en que los estudiantes se encuentran implicados en el proceso de evaluación mutua.
- En el diseño de un curso. También es posible realizar un codiseño curricular; es decir, abordar conjuntamente todo el planteamiento de una determinada asignatura desde la revisión de los objetivos hasta el abordaje de la metodología utilizada y la evaluación. En el libro de Healey, Flint y Harrington (2014) se recogen experiencias de las universidades británicas que trabajan en esta línea.

Bovill y Bulley (2011) han establecido lo que denominan «la escalera de la participación» para mostrar los diferentes niveles en los que los estudiantes pueden participar en el diseño del currículum. Incluye ocho niveles. En el nivel más bajo (el peldaño 1) se sitúa el currículum establecido sin ningún tipo de interacción; mientras que en el nivel más alto (peldaño 8) se sitúa el codiseño, donde los estudiantes participan en el diseño del curso mediante un proceso de negociación. Los peldaños intermedios hacen un recorrido en el que el profesorado da la oportunidad de participar en el diseño de algunos aspectos (por ejemplo, el tipo de evaluación, la elaboración de algunos contenidos, etc.). La propuesta de estas autoras no significa que tengamos que alcanzar el último peldaño, ya que hay situaciones en que necesariamente no va a funcionar. Por ejemplo, es difícil que los estudiantes del primer curso de grado puedan realizar un codiseño del nivel 8, pero este puede reservarse a estudiantes de cursos más avanzados. En cualquier caso,

la propuesta pretende evidenciar diferentes posibilidades y grados de participación.

Desde el punto de vista práctico, no hay una única manera de aplicar el codiseño. Existen diferentes metodologías y herramientas (Mor, Ferguson y Wasson, 2015), aunque todas tienen bastantes similitudes. En nuestro caso, hemos utilizado el modelo desarrollado por Mor y Mogilevsky (2013), denominado *learning design studio* (ver figura 1).

Figura 1. *Learning design studio*. Fuente: <<http://www.yishaymor.org/lds>>.



El *learning design studio* es una metodología de diseño participativo que permite la intervención de diferentes profesionales (profesores, diseñadores, investigadores, expertos, etc.) y de los propios estudiantes. Plantea el diseño como un desafío que sigue una serie de etapas similares a un proceso de investigación. Concretamente, el proceso de diseño participativo o codiseño sigue un ciclo de siete fases:

1. **Imaginar.** Esta primera fase se centra en la definición del reto que se quiere alcanzar. El equipo de diseño acostumbra a iniciar el proceso realizando un balance o diagnóstico conjunto de las prácticas para establecer los objetivos y retos que se quieren lograr. Como veremos en el capítulo 3, en esta etapa es importante analizar los aspectos de la asignatura que queremos mejorar partiendo de nuestra experiencia previa.
2. **Investigar.** Una vez establecidos los retos, en la segunda fase se analiza la situación y el contexto. Se trata de ver qué elementos positivos pueden ayudar a modificar el diseño y también los elementos negativos internos o externos a la situación. Por ejemplo, puede haber retos que no dependan directamente del profesorado, sino del coordinador de estudios, la dirección del departamento, etc. En esta segunda fase, también se identifican los tipos de enfoques pedagógicos que pueden ser más adecuados.
3. **Inspirar.** La tercera fase consiste en revisar otros diseños y ejemplos similares para tomar como modelo e inspiración del nuevo enfoque.
4. **Idear.** En la cuarta fase se trata de conceptualizar y diseñar la solución propuesta. En el capítulo 3.4. se describe con detalle la concreción del diseño a través del *storyboard* o guion elaborado.
5. **Prototipar.** Se trata de aplicar la solución propuesta. La primera vez puede realizarse de forma experimental con un grupo reducido de estudiantes hasta observar los resultados para hacer extensible el cambio.
6. **Evaluar.** En esta fase se trata de evaluar los resultados obtenidos. En el caso de un codiseño con la participación de los estudiantes, es muy importante que estos participen en el transcurso de la evaluación de los resultados.
7. **Reflexionar.** Finalmente, el ciclo concluye con una reflexión sobre el producto conseguido y los resultados obtenidos.

La aplicación de esta metodología supone dedicar una serie de sesiones para poner en común los aspectos clave de cada fase, pero los estudiantes no necesariamente han de participar en todas las fases, dado que supondría una demanda en tiempo de dedicación excesiva.

1.3. Papel del profesorado y el alumnado

Aunque hay una fuerte necesidad de más participación de los estudiantes, el codiseño no apunta a alcanzar un aprendizaje autodeterminado, sino que enfatiza la colaboración entre las partes interesadas. Hay que tener presente que la experiencia de los estudiantes en el diseño del aprendizaje es limitada y estos pueden tener dificultades para elegir actividades de aprendizaje o proponer recursos apropiados (Kirschner y Van Merriënboer, 2013). Por ello es muy importante el diálogo y la negociación durante el diseño.

Los estudiantes tienen un papel importante en la identificación de los puntos críticos en los que anclar los procesos de cambio metodológico. Es necesario involucrarlos en el diseño curricular sin que suponga renunciar al rigor metodológico. Como hemos mencionado, hay diferentes niveles en los que los estudiantes pueden participar en el diseño del currículum y es posible transferir a los estudiantes la responsabilidad de la gestión de ciertos espacios y situaciones, e incorporar la consulta y la recogida del *feedback* como mecanismos cotidianos de rediseño y mejora continua del contexto de aprendizaje.

Incorporar a los estudiantes en el codiseño no implica relegar responsabilidades. La colaboración no supone un intercambio de roles. Por ello, la responsabilidad última respecto a la calidad y la toma de decisiones finales es del equipo docente.

En definitiva, se esperan tres tipos de efectos beneficiosos del codiseño: en primer lugar, la mejora de la calidad de los procesos de aprendizaje y los resultados mediante la creación de entornos de aprendizaje más eficaces; en segundo lugar, es probable que el diseño participativo mejore la reflexión sobre el aprendizaje y la enseñanza, pues los estudiantes están más comprometidos, tienen mayores niveles de responsabilidad individual y están más motivados y seguros de sí mismos (Bovill, 2013); finalmente, durante el codiseño, los alumnos desarrollan competencias participativas, colaborativas y democráticas.

2. EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

El aprendizaje basado en la indagación (*inquiry-based learning*, IBL) es un término genérico que se utiliza para describir métodos de aprendizaje guiados por procesos de investigación. Se trata de una metodología docente que «simula» un proceso investigador, desde la formulación de las preguntas hasta la comunicación de los resultados. En este sentido, es un enfoque que está relacionado con la adquisición y puesta en práctica de diversas habilidades propias de la actividad científica, como formular preguntas, analizar evidencias, utilizar modelos y explicaciones, comunicar resultados, etc.

En el momento de aplicar el IBL en un curso o actividad es importante revisar los principios de diseño que ya se han adoptado en situaciones similares o con metodologías parecidas. Los principios de diseño son orientaciones que se basan en unos principios de acción articulados de forma intencionada y fundamentada teóricamente (Conole, 2013). En el caso de la experiencia que se presenta en el capítulo 4, se realizó un trabajo previo para establecer un conjunto de principios de diseño basados en la aplicación del IBL. El objetivo de este capítulo es describir los principios de IBL que han servido de guía y orientación al diseño de los diferentes escenarios de la asignatura de *Informática médica*.

2.1. ¿Qué se entiende por aprendizaje basado en la indagación?

Aprender a través de procesos de indagación representa una aportación relevante en la experiencia de los estudiantes universitarios, ya que proporciona situaciones que estimulan la capacidad de resolver problemas, requieren un papel activo en contextos auténticos, implican procesos de construcción de conocimiento y activan la reflexión y el aprendizaje profundo (Ellis y Goodyear, 2010).

El aprendizaje basado en la indagación es una categoría amplia que incorpora métodos centrados en el aprendizaje de los estudiantes a través de investigaciones guiadas por el profesorado. Este enfoque está

relacionado con el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en casos y el aprendizaje por proyectos.

Aditomo, Goodyear, Bliuc y Ellis (2013: 1241) establecen una distinción entre los tres enfoques que sintetizamos en la tabla 1.

Tabla 1. Diferencias entre metodologías de aprendizaje indagativo

Aspectos	Aprendizaje basado en problemas	Aprendizaje basado en proyectos	Aprendizaje basado en casos
Estructura	Empieza con un problema real poco estructurado, abierto y que necesita ser refinado.	Empieza con un problema y se da una clara especificación de cómo tiene que ser el producto final	Empieza con casos reales que se han escrito para ejemplificar conceptos o teorías.
Procesos típicos	Los estudiantes son los responsables de refinar el problema, identificar qué saben y qué falta.	Durante el trabajo para producir el producto final, los estudiantes necesitan ir resolviendo partes del problema.	Los estudiantes generalmente discuten el caso en grupos para analizarlo y responder a las preguntas formuladas por el profesorado.
Énfasis y objetivo	Se enfatiza el proceso de solución del problema. El principal objetivo es adquirir nuevo conocimiento.	Se enfatiza el producto de la actividad. El principal objetivo es aplicar conocimiento.	Se enfatiza el proceso de análisis del caso. El principal objetivo es adquirir nuevo conocimiento.

La selección del tipo de enfoque puede diferir en función de los objetivos del curso e incluso de la propia disciplina. Por ejemplo, la enseñanza basada en casos se ha utilizado mucho en estudios de Economía y Empresariales, mientras que en Medicina se ha utilizado más el de aprendizaje basado en problemas.

2.2. Principios del aprendizaje basado en la indagación

Independientemente del método concreto que se utilice, existen aspectos que son comunes y que hay que plantearse durante el diseño de los

escenarios formativos basados en la indagación. A continuación, describimos seis principios de diseño del aprendizaje basados en la indagación y sugerimos algunas cuestiones para guiar el diseño.

2.2.1. Orientado por un problema/pregunta

El proceso de enseñanza se inicia con un problema o pregunta que pueden ser planteadas por los propios estudiantes o por los docentes, aunque siempre es recomendable que exista cierta participación en la formulación de las preguntas por parte de los estudiantes.

El aprendizaje está conducido por las preguntas o problemas que deberán resolverse y no por temas o contenidos. Por este motivo, los contenidos han de ser utilizados y aplicados para solucionar el problema o responder a las preguntas planteadas.

El problema o la pregunta objeto de indagación:

- ¿La ha definido el docente o el equipo docente?
- ¿Se ha llegado a un acuerdo con los estudiantes?
- ¿Es apropiada para que los estudiantes se entrenen en las formas de pensar y actuar en su campo?
- ¿Es relevante dentro del currículum de la disciplina?
- ¿Es auténtica y resulta motivadora para los estudiantes?

2.2.2. Metodología científica

El aprendizaje se plantea a partir de un proceso que reproduce un ciclo de indagación o investigación científica: comprender el problema, buscar y revisar información de calidad sobre el tema, formular preguntas, hipótesis y objetivos, recoger datos y analizarlos para contrastar las hipótesis y dar respuesta a la pregunta o preguntas formuladas.

Identificar las actividades que deberán desarrollar los estudiantes en el proceso de indagación:

- ¿Son apropiadas para que los estudiantes se entrenen en las formas de pensar y actuar en su campo?
- ¿Se corresponden con las competencias u objetivos que deben alcanzar o desarrollar?
- ¿Cómo se organizarán los estudiantes para la realización de estas actividades?
- ¿En qué tiempo y espacio deberán desarrollar estas actividades?

2.2.3. Aprendizaje activo centrado y dirigido por el estudiante

Los estudiantes son los protagonistas de la actividad, los que construyen y regulan sus aprendizajes. Para que realmente ocurra, el diseño tiene que contemplar los recursos a los que podrán acceder los estudiantes y el tipo de herramientas que van a utilizar. Por ejemplo, si van a necesitar acceder a bases de datos, recursos en abierto, documentos, etc.

Identificar los recursos de información y las herramientas que los estudiantes utilizarán en el proceso de indagación:

- ¿Son digitales o físicos?
- ¿Son accesibles desde cualquier dispositivo?
- ¿Son públicos?
- ¿Son adecuados para que los estudiantes desarrollen las actividades previstas y pongan en juego las competencias establecidas?
- ¿Se precisa una preparación o formación previa?
- ¿Pueden ser decididos por los estudiantes?
- ¿Pueden ser gestionados y configurados por los estudiantes?
- ¿En qué tiempo y espacio deberán desarrollar estas actividades?

2.2.4. Aproximación inductiva

El aprendizaje se produce a partir del proceso de indagación del estudiante, y no a partir de la exposición de teorías o principios por parte del docente que luego serán aplicados en la práctica. Para sostener este proceso inductivo es importante que los estudiantes tengan claros los resultados finales que se pretenden conseguir.

Identificar los tipos de *outputs* o productos que deberán derivarse de las actividades desarrolladas por los estudiantes:

- ¿En qué tiempo y espacio deberán desarrollar las actividades?
- ¿Permiten valorar el progreso de los estudiantes en las competencias u objetivos establecidos?
- ¿Pueden hacerse públicos y compartirse con la comunidad?
- ¿Pueden reutilizarse en nuevas actividades?
- ¿Cómo se evaluarán?
- ¿Pueden ser gestionados y configurados por los estudiantes?

2.2.5. Andamiaje docente

El término andamiaje se utiliza para expresar las ayudas que hay que proporcionar para que los estudiantes puedan ir mejorando sus habi-

lidades y conocimientos a lo largo del curso. El docente asume el rol de facilitador del proceso proporcionando orientaciones y recursos, y dando retroalimentación.

Es necesario diseñar los «andamios» que se proporcionarán a los estudiantes a lo largo del proceso de solución del problema. El apoyo no necesariamente tiene que proporcionarlo el profesor directamente, sino que se puede pensar en algunos recursos específicos o en la ayuda que se pueden proporcionar los propios estudiantes. En algunas ocasiones, también podemos incorporar algún experto en el tema que provea una visión externa de los resultados obtenidos. En cualquier caso, el docente determina, en el diseño de la tarea, qué tipo de ayuda, cómo y cuándo se proporcionará. Generalmente, al inicio las ayudas y orientaciones serán más intensivas, e irán disminuyendo a lo largo del proceso para conferir mayor grado de autonomía a los estudiantes.

Proporcionar oportunidades a los estudiantes para contrastar, reflexionar y modular su progreso de aprendizaje:

- ¿Qué tipo de *feedback* se ofrece a los estudiantes sobre el proceso de indagación y en qué momentos?
- ¿Se proporcionan oportunidades o se solicita explícitamente a los estudiantes que reflexionen sobre ello y valoren su proceso de aprendizaje?
- ¿Se trata de un *feedback* y una evaluación grupal o individual?
- ¿Quién evalúa? ¿En qué se basa la evaluación?
- ¿Como se comunica a los estudiantes el resultado de la evaluación?
- ¿Es necesario preparar algún instrumento *ad hoc*?
- ¿En qué tiempo y espacio deberán desarrollar estas actividades?

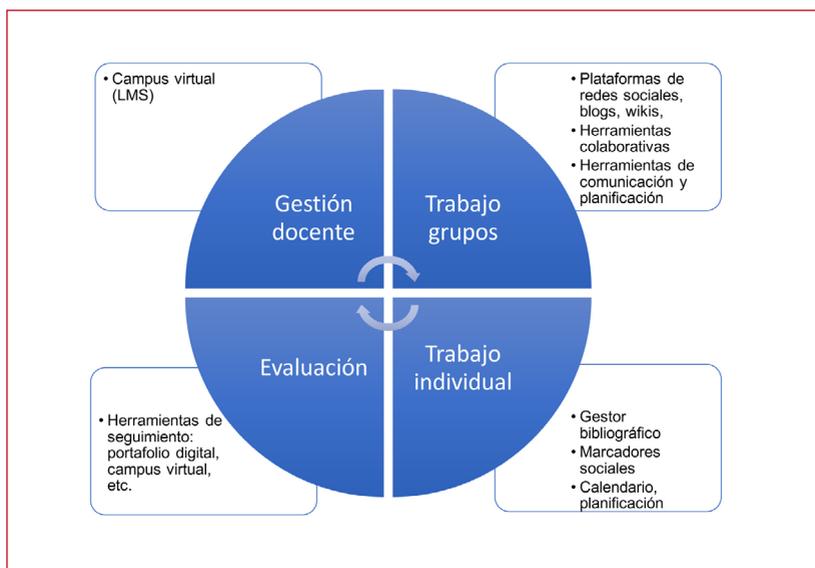
2.3. El uso de las tecnologías digitales para el aprendizaje basado en la indagación

Consideramos que para aplicar el método de aprendizaje basado en la indagación es necesario incorporar recursos digitales en las diferentes fases y momentos del proceso. Actualmente, los recursos tecnológicos son muy variados y abundantes y no pretendemos elaborar una lista exhaustiva, sino que nos centraremos en describir los aspectos que hay que tener en cuenta durante el diseño y la planificación del curso.

En primer lugar, debemos tener presente el contexto dentro del cual tendrá lugar el aprendizaje. No es lo mismo si estamos diseñando un curso en línea o realizamos la actividad en una situación mixta (presencial y no presencial). El contexto nos ayudará a identificar los espacios más adecuados para la comunicación y el intercambio. No obstante, en cualquier contexto hemos de planificar los recursos y el tipo de tecnologías más adecuadas para cada fase del proceso de indagación.

Tal y como se señala en la figura 2, podemos distinguir entre cuatro componentes diferentes en el momento de seleccionar el uso de herramientas tecnológicas: la gestión docente, el trabajo en grupos, el trabajo individual y la evaluación.

Figura 2. Selección de tecnologías digitales



Situamos el componente de gestión docente en el campus virtual, ya que, generalmente, es el espacio común para la comunicación entre profesores y estudiantes. Permite al profesorado tener un único espacio para incorporar la guía docente y los materiales básicos del curso, así como comunicarse con el alumnado, etc.

No necesariamente toda la interacción ni el trabajo se va a desarrollar en el espacio del campus. Por ese motivo, también hay que planificar el componente del trabajo en grupo. En este caso, existen múltiples tipos de herramientas tecnológicas que apoyan el aprendizaje colaborativo de los estudiantes. Por ejemplo, las herramientas de planificación y gestión de tareas como Wunderlist, Slack o Trello; el uso de redes sociales como Facebook para la comunicación, el uso de blogs para compartir los resultados del trabajo, etc.

Algunos de los recursos grupales también pueden servir como apoyo al aprendizaje individual. Por ejemplo, Trello puede usarse para planificar y gestionar el proyecto grupal, pero también permite la gestión de las actividades individuales.

Por último, el seguimiento del trabajo del alumnado, la comunicación y la evaluación también pueden darse a través del campus virtual y utilizar herramientas específicas de evaluación como los portafolios electrónicos.

3. IMPLANTACIÓN DEL APRENDIZAJE

El Grado de Ingeniería Biomédica de la Universitat de Barcelona¹ se inició en septiembre de 2010, tras el proceso de aprobación cuya memoria está plasmada en el Verifica correspondiente. Se trata de una titulación que reconoce 249 ECTS y que se imparte en ocho semestres, en un formato compartido entre la Facultad de Física y la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud (Campus Clínic). Informática médica y telemedicina (IMT) es una asignatura planificada en el primer semestre del tercer año² y tiene el carácter de troncal; por tanto, es cursada por todos los alumnos del grado.

Un año antes, los alumnos tienen una asignatura de Informática que también es obligatoria, y forma parte del núcleo de competencias que se incluyen bajo el concepto de formación básica de la rama de Ingeniería y Arquitectura.

Por dicho motivo, la asignatura de IMT se orienta principalmente a enseñar los tipos de datos clínicos y su gestión, las informaciones que se obtienen de su procesamiento y la utilidad que representa en las actividades de los profesionales de la salud, de sus organizaciones y de la aportación y beneficios de cara a la resolución de los problemas de salud de los pacientes.

3.1. Situación de partida

IMT tiene asignados 6 créditos ECTS. Es una disciplina amplia, puesto que bajo su enunciado puede desarrollarse un temario muy vasto en un abanico que puede discurrir entre la secuenciación del genoma humano hasta los sistemas de historia clínica electrónica, pasando por la utilización de bioseñales, análisis de imágenes, sistemas de soporte a la decisión, etc. Lógicamente, los contenidos finalmente seleccionados y

1. Grado de Ingeniería Biomédica. <http://www.ub.edu/web/ub/ca/estudis/oferta_formativa/graus/fitxa/E/G1074/index.html>.

2. GEB. Plan de estudios. <<http://www.ub.edu/medicina/grauEB/plaestudis.htm>>.

que así constan en la memoria docente se enfocaron hacia el soporte y la gestión informatizada de los aspectos más clínicos, como los procesos asistenciales, el diseño, gestión y explotación de las bases de datos y documentales con información clínica; las arquitecturas tecnológicas básicas de los sistemas de información sanitarios; la historia clínica informatizada y sus aspectos legales y éticos, y, finalmente, la utilización de estándares para garantizar la interoperabilidad entre sistemas distintos.

Las dos promociones iniciales que cursaron la asignatura de IMT en los cursos 2012-13 y 2013-14 recibieron una docencia clásica con un formato presencial (30 horas de clases magistrales expositivas más 15 horas de prácticas) complementada con actividades no presenciales (tareas individuales asignadas, cumplimentación de lecciones de aprendizaje autónomo, etc.). La carga docente se repartió entre dos profesores, uno titular que imparte otra disciplina clínica en la Facultad de Medicina y otro asociado que imparte docencia de la misma temática en el Máster de Ingeniería Biomédica y en asignaturas optativas de Medicina. La evaluación se realizó mediante el sumatorio a partes iguales de la calificación obtenida en el examen final (cuestionario de preguntas de elección múltiple), cuyo aprobado era imprescindible, con el promedio resultante de la calificación de las actividades no presenciales.

Si bien todos los alumnos de ambas promociones superaron las pruebas de la asignatura, el profesorado tuvo la percepción de que la atención y motivación de los alumnos en la asignatura era escasa. Se constató un exceso de materia densamente impartida que facilitaba el desinterés y pasividad por parte del alumnado. La atención de los alumnos en las clases presenciales era dispersa y muchos de ellos utilizaban sus ordenadores portátiles para navegar por internet aprovechando la buena cobertura wifi del aula para atender otras actividades o intereses no relacionados con las tareas académicas. La actividad del alumnado estaba claramente orientada a realizar las tareas presenciales en las fechas planificadas y a esperar al final de la asignatura para «empollar» los materiales depositados en el campus virtual, de cara a superar el examen, siendo imposible evaluar y conocer el grado alcanzado en las competencias transversales.

3.2. Oportunidad: Proyecto Design2Learn

El Proyecto Design2Learn,³ coordinado por la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) con la participación de la Universitat de Barcelona (UB) y la Universitat de Vic (UdV) y financiado por el Plan Nacional de I+D+i, proporcionó una oportunidad para iniciar un proceso de innovación tendente a un rediseño radical de la asignatura con el objetivo de conseguir la participación activa de los estudiantes, tanto en las actividades presenciales como en las tareas de trabajo autónomo, y la consecución de las competencias establecidas en la memoria docente. El Proyecto Design2Learn se basa en estrategias de codiseño para un aprendizaje indagativo basado en el uso intensivo de las tecnologías. El desarrollo metodológico consistió en desarrollar el diseño de una serie de escenarios de aprendizaje con la participación de docentes y estudiantes como agentes clave, dirigidos en todo momento por los investigadores del proyecto. El diseño se basó en dos principios fundamentales: el aprendizaje basado en la indagación (*indagative based learning*, o IBL) y enriquecido por la aportación de la tecnología de la información y de las comunicaciones.

Los dos profesores tuvieron conocimiento del proyecto y su participación fue aceptada por el equipo de investigación como uno de los casos de uso. El proyecto se desarrolló entre septiembre de 2013 y junio de 2014, y se llevó a la realidad al inicio del curso 2014-2015.

3.3. Reingeniería del diseño docente

Los principales elementos que se tuvieron en cuenta para rediseñar la asignatura fueron los siguientes:

- **Fraccionar los contenidos** docentes de forma que constituyeran subconjuntos homogéneos de conocimiento. Sin modificar en absoluto los contenidos reflejados en la memoria docente, se revisó el esquema de los conocimientos que se debían adquirir, de forma que ofreciesen una visión completa y suficiente de los mismos.

3. Proyecto Design2Learn: <<http://www.design2learn.wordpress.com/the-project/>>.

- **Responsabilizar a los alumnos de la adquisición activa de los conocimientos.** Este aspecto nos llevó a un problema de método y de su consiguiente abordaje. ¿Se planteaba como una tarea individual durante un tiempo determinado siguiendo un guion preestablecido y con una supervisión individualizada que se evaluase al final mediante un examen de conocimientos, o se buscaban alternativas? Los principios del IBL ofrecieron las pistas para la concreción práctica del nuevo diseño. Pasemos a ver cuáles son esos principios:
 - Aprendizaje basado en procesos de investigación e indagación. La propuesta de dominio cuenta con la guía realizada por el profesor. La guía contiene el esquema de los temas principales que se deben trabajar con dos o tres niveles de desglose como máximo. Se completa con algunas referencias recomendadas que se saben accesibles por parte de los estudiantes a través de los recursos digitales o tradicionales de la biblioteca. Además, en la rúbrica de evaluación se incentiva el hallazgo de referencias relevantes no explícitas en el guion.
 - Aprendizaje orientado por un problema o unas preguntas. La segunda fase se basa claramente en la resolución de un problema complejo que, una vez formulado, genera un debate interno en el que deben responderse una serie de preguntas imprescindibles para conseguir la resolución del mismo.
 - Uso del método científico. A partir de la información recogida a lo largo del proceso de indagación se analiza la misma y se toman decisiones de acuerdo con las conclusiones del análisis. A su vez, la construcción de la maqueta se somete a pruebas para evaluar la calidad y proceder a refinarla según nuevas indagaciones o formulación de dudas concretas a los profesores que ejercen así su función tutorial.
 - Aprendizaje activo, centrado y dirigido por el estudiante. El estudiante es el protagonista de la actividad. Al trabajar en grupo son ellos mismos quienes construyen y regulan sus aprendizajes.
 - Aproximación inductiva a la enseñanza. El aprendizaje se produce a partir del proceso de indagación del estudiante, y no a partir de la exposición de teorías o principios por parte del docente que luego serán aplicados en la práctica.
 - Apoyo o andamiaje docente. El docente asume el rol de facilitador del proceso, «andamiando» el proceso de indagación; proporcionando orientaciones, recursos y *feedback* cuando y donde sea necesario.

La reflexión sobre estos principios llevó a considerar la opción de trabajar en equipo por grupos, plantear la resolución de problemas lo más cercanos posible a la realidad que contempla la asignatura como el objetivo final de la misma, elaborar «entregables» de nueva construcción para materializar el trabajo realizado, aceptar la autonomía de los alumnos en la selección y utilización de instrumentos tecnológicos para realizar la actividad, y gestionar muy bien el tiempo del docente para realizar adecuadamente su nuevo rol.

- **Establecer todo un «programa» de actividades** bien planificadas temporalmente, con la adecuada combinación de sesiones presenciales orientadas a la explicación metodológica de las tareas y un seguimiento temporal continuo y ordenado para las etapas de no presenciales.
- **Modificar los criterios de evaluación** y orientarlos hacia los resultados obtenidos y las competencias alcanzadas, muchas de ellas transversales, en las diferentes actividades de la asignatura. Contemplar, asimismo, la coevaluación entre los participantes de un mismo grupo.
- **Establecer un control de calidad y contemplar mecanismos de contingencia** para resolver un posible fracaso personal o individual y proseguir con el diseño previsto con el grupo entero, evitando la posible interrupción a mitad de la asignatura.

Y todo ello encajado en los espacios y horarios asignados junto con los del resto de asignaturas impartidas en el mismo semestre y que mantienen un formato tradicional.

3.4. Concreción del diseño. El storyboard

A grandes rasgos, la asignatura se divide en dos fases. En la primera fase se fracciona todo el contenido de la asignatura en diferentes subdominios de conocimiento. Los dominios concretos son:

- Organizaciones y procesos sanitarios
- Sistemas de información sanitarios
- Datos clínicos
- Terminologías y vocabularios clínicos
- Aspectos legales y seguridad
- Bases de datos

El objetivo de esta fase es que los alumnos sean capaces de obtener el conocimiento del dominio asignado y construyan un recurso de conocimiento mediante el proceso de aprendizaje basado en la indagación.

El *storyboard*, o guion gráfico, es un instrumento utilizado en la planificación y edición de materiales audiovisuales. Las secuencias que componen una película se encadenan adecuadamente para obtener el producto final. De forma similar se utiliza aquí para hilvanar, en una línea temporal, las acciones consecutivas que se van a ir desarrollando a lo largo de la actividad docente de la asignatura.

Figura 3. Guion para el aprendizaje elaborado por el profesor. Toda la bibliografía recomendada está accesible en línea o, en su defecto, físicamente en la biblioteca de la Facultad

Informática Médica i Telemedicina (GEB 2016-2017)

Group 2: Healthcare information systems (X. Pastor)

Objectives

- To know a **general model of information system for a healthcare organization**.
- To identify some **special characteristics of the information Systems running in healthcare environments**.
- To specify the **main information modules for seven basic healthcare organizations: a Primary Care center, a Pharmacy, a Hospital, an Emergency Service, a Biomedical Laboratory, an Image Diagnosis Center and the Information System of the Public Insurance Organization**
- To know the ways to **connect information among different informations systems**

Contents

- Healthcare and Information and Communication Technologies (ICTs)
 - Main utilities: registration, storage and retrieval of data
 - Interfaces with the ICTs: human, technical equipment
 - Synchronous and asynchronous communications.
- Modules of a Healthcare Information System
 - Enterprise Resource Planning applied to healthcare organizations
 - Electronic Patient Record
 - Departmental Systems
 - Collaborative healthcare. Telemedicine and mobile Apps.
- Integration and Interoperability
 - Integration policy
 - Interoperability
- Information Systems for specific healthcare facilities. General design according to their specific processes.
 - Information Systems for Primary Care
 - Information Systems for the Hospitals (HIS)
 - Information Systems for Emergencies and Critical Care environments
 - Information Systems for Diagnosis Centers.
 - Information Systems for Home Care.
- Regional Health Information Systems (RHS)

Bibliography

- COIERA, E.: Guide to Health Informatics. Edward Arnold Ed. 2nd edition, Oxford 2003.
- FINELL et al. Clinical Informatics study guide. Springer, 2016
- SHORTLIFFE, E.H., CIMINO, J.J. Editors: Biomedical Informatics: computer Applications in health Care and Biomedicine. 3ª ed. Springer 2006.
- VAN BEMMEL, J.R., MUISEN, M.A.: Handbook for medical informatics. Ed. Houten/Diegem 1997.
- DRAZEN, E.L., METZGER, J.B., RITTER, J.L., SCHNEIDER, M.K.: Patient care information systems. Successful design and implementation. Col. Computers in Health Care. Ed. Springer-Verlag, 1995.
- GRIFFIN P.M. Healthcare Systems Engineering. Wiley, 2016. 1st ed.
- RICHARDSON WC, et al.: Crossing the Quality Chasm. Institute of Medicine. National Academy Press, Washington D.C. 2001
- LORENZI, NANCY M. Transforming health care through information. Springer, 2010, 3rd ed. 196 p. ISBN 9781441902689
- BEINSON, Tim. Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED. Series: Health Information Technology Standards. Springer, 2nd ed. 2012.
- WRITER, A., HAUX, R., AMMENWERTH, E., BRIGL, B., HELLRUNG, N., JAHN, F. Health Information Systems. Architectures and Strategies. Series: Health Informatics. Springer, 2nd ed. 2011
- SEIS. Several reports of special interest for this topic. (in spanish)
- TROTTER F., UHLMAN D. Hacking Healthcare: A Guide to Standards, Workflows, and Meaningful Use. O'Reilly Media. 1 ed. 2011.
- BISBAL J, BERRY D. An analysis framework for electronic health record systems. Interoperation and collaboration in shared healthcare. Methods Inf Med. 2011;50(2):180-9. doi: 10.3414/ME09-01-0002. Epub 2009 Nov 20.
- Interoperability Handbook. Version number 1.0. September 2015 (free availability) **NEW**

Se generan tantos grupos como dominios. Con el número de alumnos actual, cada grupo se compone de cinco a siete miembros. La asignación se realiza aleatoriamente mediante el campus virtual en la primera sesión presencial en la que se explica la metodología de la fase 1. Cada subdominio dispone de un guion de contenidos en el campus virtual, elaborado por el profesor (figura 3) con comentarios y recursos accesibles electrónicamente. En el caso de que alguno de ellos no esté disponible en formato digital (son la minoría), existe la seguridad de tenerlo a disposición en la biblioteca de la Facultad de Medicina para poder ser consultado en el formato tradicional.

Para formalizar y documentar el aprendizaje se les propone, como objetivo, construir una wiki en el campus virtual. Se crean tantas wikis vacías de contenido y de estructura como subdominios existen, y, en principio, se restringe el acceso exclusivamente a los miembros del grupo correspondiente mientras dura la fase 1. Se habilita un foro de trabajo igualmente en el campus virtual para plantear dudas o facilitar comentarios que puedan ser compartidos por todos los miembros del grupo, así como por los profesores. La obtención del contenido y la creación de las wikis duran cuatro semanas. La búsqueda de información, la forma de organizarse y repartirse las tareas y la construcción de la wiki queda a criterio de cada grupo que lo va construyendo (figura 4). El seguimiento de la wiki es semanal y la resolución de dudas o aclaraciones va en función de las necesidades. De todas formas, los profesores se reservan unas horas concretas cada semana para atender dudas y realizar aclaraciones incluso de forma presencial si fuese necesario. Al margen de esta dedicación presencial, se puede establecer comunicación asíncrona entre alumnos y profesor utilizando los mensajes del foro, o bien el correo electrónico.

Esta fase finaliza con una actividad presencial de puesta en común. Se realiza en el aula con todos los alumnos, cuya asistencia es obligatoria. Cada grupo explica su metodología de trabajo y presenta los contenidos de la wiki del dominio correspondiente, de modo que al acabar quede abierta la discusión entre el público. Se valora positivamente la participación de todos los miembros del grupo y la respuesta a preguntas o correcciones que pueden ser planteadas por los profesores, así

como por la aclaración de dudas del resto de compañeros. Se establece un periodo posterior de una semana para que los alumnos realicen las correcciones o añadidos comentados en la presentación. Hecha la actualización, la wiki queda «congelada» y se abre para que pueda ser consultada por todos los alumnos.

Figura 4. Captura del contenido de una página de la wiki, correspondiente al dominio de Healthcare Information Systems, realizada en su totalidad por los alumnos

Healthcare and Information and Communication Technologies (ICTs) [edit]

Main utilities

The aim of a ICTs is its ability of recording information about a patient (registration), saving it in a database (storage) and having access to it when and wherever (retrieval) [1.1.1]. An important characteristic of health care is its dynamic nature and the fact that it's exposed to continual change. That has consequences for the data management and storage and makes necessary a good strategy to handle this process [1.1.2]. The Health Information Resources (HIRs) are the resources to manipulate data, including all the aspects of collection, storage, analysis, presentation and communication in health area. They are important to healthcare professionals, health inspectors, vendors, lawmakers, etc. Some of these HIRs are either national or international.

Registration

The data acquisition is the first step of the Electronic Patient Record (EPR). First, the patient have to fulfill a form and then the healthcare professional in charge introduces the information by the next ways: online record, visual lecture or via offline with later correction. Other information is registered by other manners, as healthcare providers who use smart-cards, or samples of blood, which use barcodes.

However, our focus is the registration of patient data, which has to be precise in order to have future value, allowing to health personnel to be more efficient at diagnosis, treatments and analysing cases. An example that reflects the importance of information are the allergies or intolerance which can be critic. Moreover, every time the patient visits the clinic or whatever health organization, his EPR can be uploaded by adding new data. This includes the fact of the data can be stored in a database.

Storage

The amount of information in health area has increased exponentially making necessary to create big databases to storage it. The capability of using them in order to storage the patient data has done much easier to classify the different records and more difficult to lose the data if they are uploaded in internet. The classification of data is essential because it reduces time to access it by only putting some identification of the patient as it could be the social security number or the NIF.

Furthermore, these databases have the capability of removing duplicate records, which means of avoiding redundant information and it is possible to join two or more databases to create a single database with information of the integrating ones.

Retrieval

This refers to the capability of using the stored data by the applications components as it could be a software that interprets the data of a mass spectrometry, now that information is processed and storage in the EPR and then a doctor can retrieve this data to apply his function. The retrieval data must be stored in a file, printed or viewed on the screen. If the storage data is exchanged from one database to another, it will be necessary a good interoperability. Finally, is important to outline that the retrieval can be done both by the healthcare.

Registration

Name	
NIF	
CIP	
Sex	
Birth date	
Visit date	
Report	

Input of data

Storage



Saving data on a database
(local, cloud, public, etc.)

Retrieval



Extracting and interpreting
data from a data base

Interfaces with the ICTs: human, technical equipment

Historically, debates have been carried out in order to approach a new system implementation. One of those solutions was to analyze the system by departments, nevertheless it was suitable for institutions that had a lack of Automation support.

Desde el primer momento, los estudiantes conocen los criterios de evaluación de esta fase expuestos en una rúbrica (figura 5) que incluye los contenidos de la wiki, así como la presentación y defensa en público

ante sus compañeros y, por último, por una coevaluación entre todos los miembros del grupo.

Figura 5. Rúbrica para la evaluación de la fase 1

Rúbrica Fase 1		Muy flojo 1	Flojo 2	Aceptable 3	Bien 4	Excelente 5
Contenido 70%	Cobertura	Faltan muchos puntos del guión por desarrollar.	Faltan algunos puntos del guión por desarrollar.	Sólo queda por desarrollar algún aspecto menor del guión.	Están desarrollados todos los puntos del guión.	Se desarrollan puntos adicionales. Se ha utilizado bibliografía adicional.
	Errores	Se encuentran numerosos errores conceptuales.	Hay errores conceptuales.	Se encuentra algún error apreciable.	No se encuentran errores apreciables.	No hay errores.
	Estructura	Muy mal estructurada. Incoherencia e incongruencias entre los distintos apartados.	Mal estructurada. Alguna incoherencia e incongruencia entre los distintos apartados.	Estructura mejorable. No existen incongruencias entre los distintos apartados.	Bien estructurada, apartados coherentes.	Muy bien estructurada, con referencias cruzadas entre los distintos apartados.
Presentación oral 30%	Claridad	No se entiende la exposición.	No se entienden muchos de los conceptos presentados.	Se exponen los conceptos de forma aceptable.	Se exponen los conceptos con claridad.	Se exponen los conceptos con claridad y con ejemplos.
	Participación	Presentación a cargo de una única persona.	Participan menos de la mitad de los miembros del grupo.	Participan la mitad de los miembros del grupo.	Participan la mayoría de los miembros del grupo.	Participan todos los miembros del grupo.
	Preguntas	No se contestan las preguntas correctamente.	Se responden incorrectamente la mayoría de las preguntas.	Se responden incorrectamente algunas preguntas importantes.	Se responden correctamente las preguntas más importantes.	Se responden correctamente todas las preguntas.

Así, y por indagación gestionada de forma autónoma y con los profesores actuando de tutores o mentores de proceso, llegan al final de esta primera fase con experiencia suficiente para pasar a ejecutar la segunda fase.

En el caso de que algún grupo no superase esta etapa, los profesores disponen de una wiki de referencia que sustituye a la de los alumnos y se les deja el margen de una semana para que estudien sus contenidos y se sometan a una prueba de conocimientos sobre el dominio al que corresponda aquella wiki.

La segunda fase se inicia nuevamente con el planteamiento del problema que hay que resolver. En sesión presencial obligatoria se presentan tres casos clínicos muy distintos, en que los pacientes son atendidos por diversos dispositivos sanitarios para resolver sus problemas de salud. Uno de los casos es el de una mujer gestante con un embarazo gemelar que sigue sus controles rutinarios, practica analítica de control, recibe algunos tratamientos y finalmente da a luz en la maternidad del hospital. El segundo caso es el de un paciente diabético e hipertenso con una serie de problemas, descompensaciones y recaídas por las que realiza un periplo sanitario. Y el tercero consiste

en un adulto joven que sufre una apendicitis por la que es visitado de urgencias e intervenido en el hospital. Los tres casos son atendidos por el sistema sanitario público. Frente a este escenario se plantean cinco organizaciones sanitarias distintas, a saber:

- Centro de atención primaria
- Farmacia comunitaria
- Centro de diagnóstico biomédico para analíticas y exploraciones de imagen
- Hospital
- Aseguradora pública

Se constituyen tantos grupos como organizaciones y se les encarga el proyecto de que cada uno de ellos construya un sistema de información que sea capaz de registrar la información que les corresponda de cada caso clínico y, al mismo tiempo, comunicarse con el resto de organizaciones para intercambiar la información necesaria que garantice la continuidad asistencial.

Los nuevos grupos se componen, como mínimo, de un miembro de cada uno de los dominios de conocimiento trabajados en la fase 1. En este caso, la composición también se realiza mediante un procedimiento manual aleatorio en la sesión inicial, en la que se explica el desarrollo de la fase 2. Si existe un excedente de alumnos de algún dominio, se refuerza el grupo que tiene mayor complejidad. Se asegura así la constitución de un grupo de expertos con suficiente conocimiento conjunto para resolver el trabajo en equipo, a la vez que se facilita que intercambien las adquisiciones.

Esta fase dura otras cuatro semanas. Se exige que al inicio de la fase 2 documenten el planteamiento del trabajo mediante un plan de proyecto, asignando una matriz de tareas y responsabilidades y una planificación que asegure la consecución del objetivo. Se recomienda que el sistema de información se desarrolle utilizando la base de datos relacional Ms-Access, de la que la UB dispone de licencias educativas. Al igual que en la fase anterior se establecen franjas horarias en las que los profesores están disponibles para resolver dudas presencial o virtualmente.

La rúbrica de evaluación de esta fase es algo más completa, ya que incluye el plan de proyecto, además de la base de datos y la presentación que realizan los alumnos (figura 6).

Figura 6. Rúbricas para la evaluación de la fase 2

Rúbrica Fase 2 - Plan de Proyecto					
Aspectos a valorar	Muy flojo 1	Flojo 2	Aceptable 3	Bien 4	Excelente 5
Objetivos	No desarrollado	Sólo contiene el objetivo general	Objetivo general y específicos.	Objetivo general, específicos y requerimientos.	Objetivo general, específicos, requerimientos y estrategia a seguir.
Organización y gestión	Falta el EDT o la asignación de responsabilidades	EDT poco desarrollado, faltan tareas por asignar o asignación ambigua.	Están definidas y asignadas las principales tareas.	EDT detallado, jerárquico. Incluye hitos y todas las tareas están asignadas.	EDT muy detallado. Tareas asignadas sin ambigüedad y se identifica al responsable de cada una de ellas.
Planificación	No planificado. No se detallan los entregables.	Planificación poco realista. No se detallan todos los entregables	Están planificadas las principales tareas. Están detallados todos los entregables.	Están planificadas todas las tareas. Todos los entregables están identificados y explicados.	Planificación completa, con hitos, realista. Se asigna el responsable de cada entregable.

Rúbrica Fase 2 - Base de Datos						
Aspectos a valorar	Muy flojo 1	Flojo 2	Aceptable 3	Bien 4	Excelente 5	
Contenido 70%	Funcionalidades	Faltan muchas funcionalidades de los casos clínicos por desarrollar.	Faltan algunas funcionalidades de los casos clínicos por desarrollar.	Sólo queda por desarrollar alguna funcionalidad menor de los casos clínicos.	Están desarrolladas todas las funcionalidades.	Se desarrollan funcionalidades adicionales.
	Diseño Base de datos	Se encuentran numerosos errores de diseño, base de datos inadecuada.	Hay errores de diseño importantes.	No se encuentran errores de diseño importantes. Integridad no garantizada.	No se encuentran errores de diseño importantes.	Base de datos bien diseñada. Integridad completa.
	Explotación de la información	No existen consultas. Hay que acceder a las tablas.	Se han diseñado consultas elementales que acceden a todos los campos de una única tabla.	Se han diseñado consultas elementales que acceden a todos los campos de varias tablas a la vez.	Se han diseñado consultas que seleccionan algunos campos a visualizar de varias tablas a la vez.	Se han diseñado consultas que incluyen condiciones.
Presentación oral 30%	Interfaz de usuario	Acceso directo a las tablas, no permite la selección de los valores de una lista, no existen formularios ni se contemplan distintos usuarios.	Acceso directo a las tablas, permite la selección de los valores de una lista, no existen formularios ni se contemplan distintos	Se diseña sólo algún formulario de introducción de datos.	La mayoría de los datos se introducen a través de formularios.	Se diseñan distintos formularios en función de los usuarios.
	Claridad	No se entiende la exposición.	No se entienden muchos de los conceptos presentados.	Se exponen los conceptos de forma aceptable.	Se exponen los conceptos con claridad.	Se exponen los conceptos con claridad y con ejemplos.
	Preguntas	No se contestan las preguntas correctamente.	Se responden incorrectamente la mayoría de las preguntas.	Se responden incorrectamente algunas preguntas importantes.	Se responden correctamente las preguntas más importantes.	Se responden correctamente todas las preguntas.

Como actividad final de esta fase, en una sesión presencial conjunta, cada equipo presenta el desarrollo del proyecto según la planificación inicial, las incidencias habidas, el diseño del sistema y la maqueta instanciada con los casos clínicos; también aportan su visión sobre las competencias adquiridas.

Para finalizar definitivamente la asignatura quedan un par de actividades. La penúltima se denomina «Connectaton». Consiste en una actividad que se prolonga durante unas cinco horas en la que los cinco grupos resumen su experiencia ante sus propios compañeros, los dos

profesores y un «tribunal externo» compuesto por tres personas, una del ámbito académico y las otras dos del sector profesional relacionado con la IMT. Se le propone a cada grupo una pequeña ampliación de los casos clínicos para ver cómo lo reproducen en su sistema; así los evaluadores externos ven la aplicación y pueden hacer sus comentarios y valoraciones. También se solicita a los alumnos que evalúen los sistemas de los grupos a los que no pertenezcan utilizando el campus virtual, que permite incluir y excluir adecuadamente a los grupos para evitar la autoevaluación del propio sistema. Al final de la jornada, se calcula el resultado promediando la calificación de los alumnos con la de los evaluadores externos y se proclama el sistema ganador (*best system award*) que incluye un diploma de reconocimiento para cada miembro del grupo y un pequeño recuerdo de la Facultad (figura 7).

Figura 7. Actividad final de competición y reconocimiento. El «Connectaton»



La última actividad consiste en una prueba de conocimiento que se realiza interactivamente en el campus virtual mediante un cuestionario que consta de treinta preguntas tipo test con una respuesta de elección múltiple. Esta prueba es eliminatoria; es decir, es necesario superarla para que se apruebe la asignatura, pero su resultado, en caso de superar el aprobado, no tiene impacto sobre la nota final. Este era el mismo sistema que se empleó en las dos primeras promociones de la asignatura que se realizaron con un formato tradicional.

En la figura 8 se muestra, de forma gráfica y resumida, el *storyboard* o secuencia de todas las actividades realizadas a lo largo del semestre.

3.5. Competencias previstas y evaluación

La evaluación global se obtiene del sumatorio ponderado de las calificaciones obtenidas en las diferentes tareas asignadas y de la forma que se ha explicado con detalle en el apartado anterior. En la tabla 2 se muestra el resumen de las categorías calificadas.

Tabla 2. Cómputo de la evaluación global de la asignatura

Evaluación	Porcentaje	Ponderación en la nota final
Tareas personales y asistencia	100 %	10 %
Fase 1		45 %
Evaluación de las wikis	75 %	
Coevaluación intragrupal	25 %	
Fase 2		45 %
Plan de proyecto	10 %	
Evaluación de los sistemas	65 %	
Coevaluación intragrupal	25 %	
Total		100 %

La primera característica que muestra el esquema de evaluación es el escaso peso que tienen las tareas individuales. Solo representan un 10 % del total. En ellas está incluida la asistencia, que es obligatoria.

Figura 8. Storyboard del desarrollo de la asignatura

	ESCENA 1 Presentación del problema	ESCENA 2 Habilidades instrumentales básicas	ESCENA 3 Arranque fase 1	ESCENA 4 Desarrollo fase 1	ESCENA 5 Cierre fase 1	
TIEMPO (nº horas, días, semanas)	2h presenciales	8h presenciales	2h presenciales	4 semanas no presencial	8h presenciales	
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE / COMPETENCIAS	Motivación Comprensión de la metodología	Adquisición de habilidades en la búsqueda eficiente de información y creación de espacios compartidos	Comprensión de la metodología Formación de los grupos	Organización del trabajo en grupo Adquisición de los conocimientos del dominio	Presentación y promoción de los resultados conseguidos	
RECURSOS	CONTENIDO / CONOCIMIENTO	Problemática que se plantea, casuística clínica y dominios de conocimiento	Guías de uso y recomendaciones en el manejo de las herramientas	Metodología a seguir	Guía orientativa Soporte a demanda	
	ACTORES	Profesores	Profesores y alumnos	Profesores	Alumnos y profesores	
	ESPACIO/ENTORNO	Aula presencial	Aula de prácticas Actividad no presencial	Aula presencial	Campus virtual	Aula presencial
	HERRAMIENTAS Y RECURSOS DE INFORMACIÓN	Presentación Campus virtual	Internet Guión práctico de actividad	Presentación Campus virtual	Internet Campus virtual Herramientas de trabajo colaborativo seleccionadas Recursos bibliográficos	Presentación Recursos elaborados
ACTIVIDAD ESTUDIANTE	Atender a la sesión	Realización de prácticas individuales utilizando las herramientas Completar el guión de forma no presencial	Atender a la sesión Aceptar la pertenencia al grupo	Gestión y organización del trabajo de grupo. Búsqueda, selección síntesis elaboración de información sobre el dominio. Elaborar informe semanal. Mantener diario personal de actividades	Presentación y discusión sobre los contenidos	
EVALUACIÓN (sumativa, formativa, autoevaluación, eval. por pares, etc)	Sumativa Asistencia	Sumativa. Asistencia. Evaluación de la actividad no presencial mediante rúbrica	Sumativa Asistencia	Informe semanal Diario personal	Evaluación por profesores mediante rúbrica Co-evaluación intra-grupal	
	ESCENA 6 Recuperación y consolidación fase 1	ESCENA 7 Arranque fase 2	ESCENA 8 Elaboración plan de proyecto fase 2	ESCENA 9 Desarrollo fase 2	ESCENA 10 Cierre fase 2	
TIEMPO (nº horas, días, semanas)	1 semana no presencial 1h presencial	2h presenciales	1 semana no presencial	4 semanas no presencial	8h presenciales	
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE / COMPETENCIAS	Adquisición de los conocimientos del dominio	Comprensión de la metodología Formación de los grupos	Adquirir conocimientos sobre gestión de proyectos	Aprendizaje de trabajo colaborativo Adquisición de conocimientos del resto de dominios	Presentación y promoción de los resultados conseguidos	
RECURSOS	CONTENIDO / CONOCIMIENTO	Específico del grupo	Metodología a seguir	Caso de uso Guía de gestión de proyectos	Recursos de conocimiento elaborados en la fase 1 Soporte a demanda	
	ACTORES	Alumnos	Profesores	Alumnos	Alumnos	
	ESPACIO/ENTORNO	No presencial	Aula presencial	No presencial	No presencial	Presencial
	HERRAMIENTAS Y RECURSOS DE INFORMACIÓN	Lecciones completas y específicas del dominio	Presentación Campus virtual	Gestor de proyectos Ofimática	Internet. Campus virtual Herramientas informáticas específicas	Maqueta del sistema
ACTIVIDAD ESTUDIANTE	Estudiar y aprender los conocimientos	Atender a la sesión Aceptar la pertenencia al grupo	Elaborar el plan de proyecto	Elaborar el diseño del sistema y construir la maqueta con los casos de uso propuestos Reuniones de coordinación	Presentación y discusión sobre el sistema	
EVALUACIÓN (sumativa, formativa, autoevaluación, eval. por pares, etc)	Evaluación de conocimientos	Sumativa Asistencia	Evaluación del plan de proyecto mediante una rúbrica	Informe semanal Diario personal	Evaluación por profesores mediante rúbrica Co-evaluación intra-grupal Evaluación inter-grupal	
	ESCENA 11 Conectación	ESCENA 12 Evaluación individual	ESCENA 13 Cierre	ESCENA	ESCENA N...	
TIEMPO (nº horas, días, semanas)	2h presenciales	2h				
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE / COMPETENCIAS	Evaluación de los resultados	Adquisición de conocimientos del resto de dominios				
RECURSOS	CONTENIDO / CONOCIMIENTO	Diseño de los sistemas Caso de uso a probar	Materiales y recursos generados			
	ACTORES	Alumnos	Alumnos			
	ESPACIO/ENTORNO	Presencial	Presencial			
	HERRAMIENTAS Y RECURSOS DE INFORMACIÓN	Los sistemas construidos en funcionamiento				
ACTIVIDAD ESTUDIANTE	Gestionar los sistemas de acuerdo con el guión					
EVALUACIÓN (sumativa, formativa, autoevaluación, eval. por pares, etc)	Evaluación por profesores mediante rúbrica Voto de calidad por expertos externos	Evaluación de conocimientos				

Esto se debe a que las actividades presenciales son del todo necesarias para que sirvan de momentos de puesta en común de informaciones, dudas, comentarios y reflexiones para toda la comunidad docente de la asignatura.

El resto de tareas individuales, aunque escasas, permiten aflorar pequeñas diferencias individuales que tendrán su reflejo en la nota final.

El 90 % restante de la evaluación se basa en el trabajo en grupo; por lo tanto, es preciso contemplar la posibilidad de que los propios miembros de cada grupo, de forma anónima, puedan calificarse entre ellos. Esta coevaluación intragrupal se ha realizado en las dos fases. En ambas ha contribuido en una cuarta parte de la evaluación de la fase. En la primera, el resto ha correspondido a la wiki donde también se ha repartido la ponderación (figura 5), de forma que un 70 % se ha basado en la evaluación estricta del contenido de la wiki, mientras que el 30 % restante corresponde a la presentación e interactividad mostrada por todo el equipo durante la presentación al resto de compañeros. En este último punto se valora una serie de competencias transversales. La evaluación de la segunda fase incluye un formato similar (figura 6), pero se ha incluido un ítem que pretende evaluar la capacidad de organizarse como equipo en la resolución de un problema mediante el desarrollo de un proyecto: liderazgo, planificación, organización, puntualidad, etc., son algunas de las competencias que están implícitas y sintetizadas en la rúbrica.

La utilización de pruebas de evaluación de conocimientos solo se utiliza como control de calidad. Al final de la fase 1 es necesario tener previsto un mecanismo de contingencia por si falla un grupo responsable de un subdominio de conocimiento. De no resolverse esta circunstancia, la fase 2 padecería el impacto de una falta de conocimientos a la hora de construir el sistema de información que repercutiría en todos los grupos. Atendiendo a la criticidad de superar esta fase y al tiempo disponible y su necesaria concatenación en el tiempo, se ha dispuesto el mecanismo de abrir una wiki de referencia, dar una semana para aprender sus contenidos y pasar una prueba individual que certifique la capacitación en cuanto a conocimientos de algunos (idealmente, de todos) los componentes del grupo. La prueba que se realiza al final

constituye más bien un control de calidad interno que, por una parte, obliga al estudiante a revisar todas las wikis y, por otra, certifica haber alcanzado un nivel suficiente de conocimientos

Finalmente, la fiesta del Connectaton crea un estímulo final y la oportunidad de iniciar algún diálogo con el mundo de las empresas de TIC instanciadas en las personas de los miembros del tribunal evaluador externo.

3.6. El campus virtual (Moodle) como plataforma tecnológica integradora

Si bien la teoría del IBL aboga por dar la máxima autonomía al alumno en el proceso de aprendizaje, en el caso concreto que se expone en esta monografía se ha optado por imponer una infraestructura mínima para la realización y certificación de las actividades. La elección ha sido la del campus virtual de la UB.

El campus virtual puede considerarse como una red social propia de la UB que pone en comunicación a la comunidad docente, alumnos y profesores. Mediante jerarquías, permisos y roles es posible la configuración del entorno de trabajo para que se adapte de la mejor manera posible al diseño docente que se desee. Desde servir como un mero almacén de depósito de documentos y materiales docentes, hasta la generación de actividades complejas, utilizando la herramienta «Taller». Además, goza de la integración con las aplicaciones administrativas que garantizan la inscripción de todos los alumnos matriculados, la generación de las calificaciones y su traspaso definitivo a las actas para proceder a la validación y firma electrónica.

Además, en la asignatura de IMT, que se cursa en tercer curso, los alumnos ya conocen el uso del campus virtual, puesto que llevan dos años practicándolo, y saben que el canal de comunicación «oficial» se realiza a través de la dirección de correo electrónico institucional que reciben al matricularse por primera vez.

De todas formas y como ya se ha comentado, los alumnos son libres de ensayar el uso de otras herramientas y recursos para la ejecución de las tareas y consecución de los objetivos, si bien el registro y documentación final debe ser tal y como se les indica en el campus virtual. Para construir wikis hay muchas herramientas disponibles y seguramente mucho mejores que la que proporciona Moodle, pero una serie de facilidades aconsejan hacerlo como se ha diseñado: la necesidad de poder realizar el seguimiento periódico a lo largo de su elaboración, los comentarios de los profesores editando directamente la propia wiki, la necesidad de disponer de un canal de comunicación selectivo de los miembros que conforman el equipo y los profesores, y la facilidad para proceder a la apertura de los contenidos al resto de los alumnos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde la implantación del nuevo formato de la asignatura en septiembre de 2014 hasta el momento actual se han impartido tres cursos, experiencia suficiente para compararla con la situación previa vivida en los dos primeros cursos académicos.

4.1. Comparación de resultados entre modelos opuestos

El primer elemento tecnológico que precisa el alumno es la habilidad para obtener la documentación de referencia que le servirá para aprender. En el modelo tradicional, el alumno utiliza los apuntes que toma en las clases expositivas y la documentación depositada en el campus virtual. En el nuevo modelo se ve obligado a consultar la que aportan los guiones (que cubren todo el subdominio de conocimiento) y a extraer los conceptos más importantes para organizarlo en la wiki de una forma comprensible. Surge, pues, la necesidad de construir un *personal learning environment* (PLE) a partir de una búsqueda y selección de documentación relevante propia del dominio. El recurso personal debe ser por añadidura compartido con el grupo, con lo cual surge la posibilidad de un aprendizaje social y colaborativo que se extiende más allá de los apuntes y el profesor.

La experiencia demuestra que, si bien los alumnos son «nativos digitales», están lejos de conocer y dominar herramientas eficientes para tal tarea. Siguen utilizando soluciones extendidas en el ámbito personal, como son Facebook y Google Drive o DropBox, que vienen utilizando desde etapas educativas previas (Secundaria y Bachillerato).

Aunque la utilización de Moodle ha tenido una serie de ventajas administrativas y académicas, se detecta que sus funcionalidades actuales son asimétricas e incompletas para soportar de una forma intuitiva las tareas que se proponen. Es probable que el rol que ha podido desempeñar la tecnología haya estado limitado por este hecho y que una autonomía plena de los grupos hubiese podido facilitar algunas de las tareas. Pero, por otra parte, se constata la tendencia del alumnado a no

explorar nuevas y mejores herramientas para llevar a cabo los trabajos propuestos, sino que echan mano de herramientas genéricas bien conocidas por ellos, por ser utilizadas desde hace tiempo con otros fines, y que adaptan a sus necesidades sin permitir el acceso del profesorado a las mismas; de ahí que se cree una dualidad en el uso de las herramientas tecnológicas: por un lado, Moodle como elemento formal de trabajo; por otro lado, elementos genéricos (Facebook, Dropbox, Gooledocs) para realizar el trabajo real.

La autonomía del modelo tiene el riesgo de que el alumno, por inexperiencia, seleccione recursos de aprendizaje de baja calidad. Un ejemplo real ha sido la preferencia de vídeos en YouTube sobre la utilización de Access frente a la propuesta de seguir unos tutoriales tal y como se sugería en el guion. Para evitar o reconducir esta desviación se insiste con los alumnos en que la construcción debe ser realizada en las wikis ya desde el primer momento, puesto que de esta forma el profesor puede ejercer su labor de supervisión y hacer las correcciones oportunas.

Otro elemento capital para el desarrollo de la fase 2 consiste en el dominio básico de un gestor de base de datos. Al igual que en el caso anterior, la experiencia demuestra la falta de formación previa en este tema. El plan de estudios de una ingeniería que necesariamente va a tratar con datos debería contemplarse entre las asignaturas de formación básica.

Las infraestructuras han sido otro de los capítulos importantes. Las aulas asignadas a la asignatura de IMT son aulas tipo «teatro» con filas de asientos inamovibles orientados todos ellos al estrado donde expone el profesor. Esta disposición es útil en el diseño clásico, pero en el nuevo modelo surge la necesidad de disponer de más espacios simultáneos, no tan grandes y con un mobiliario flexible que facilite la realización de las tareas, dotadas de una cobertura wifi potente para poder hacer un uso intensivo utilizando elementos portátiles personales durante actividades presenciales en el aula, la videoproyección para las presentaciones y demostraciones prácticas de la construcción de las wikis y los sistemas, y los espacios para trabajo presencial de grupos que facilita la biblioteca de la Facultad.

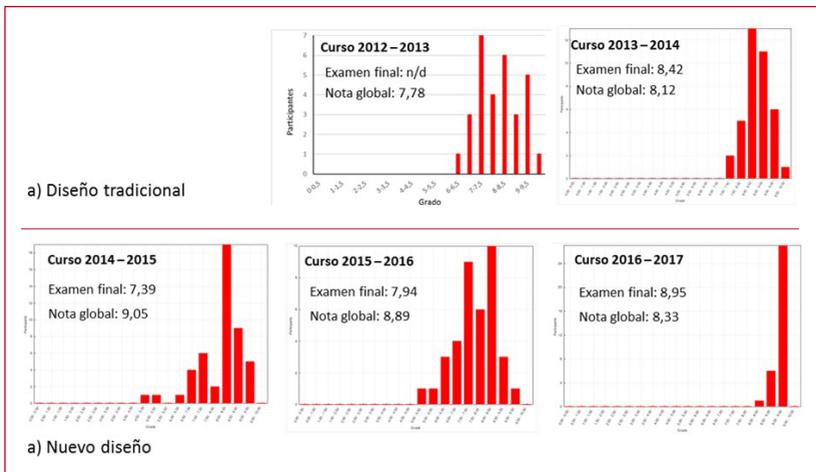
Igualmente, la distribución horaria de las actividades sigue estando pensada para una clase expositiva con sus franjas en un par de días que se comparten con la asignatura de Biomecánica que sigue un modelo clásico. Como ya se ha expuesto en el apartado anterior el nuevo diseño no requiere más horas de clase presencial, al contrario, pero necesita organizarlas de otra forma con una secuencia e intervalos distintos a un diseño de clase tradicional simétrico con la impartición de otras asignaturas.

Por último, la tecnología de uso «personal» ha sido indispensable en todo momento. Los alumnos han escogido por sí mismos la infraestructura tecnológica (portátiles de diferentes marcas y sistemas operativos, tabletas, etc.) y han utilizado elementos ofimáticos y de comunicaciones que han permitido mantener un buen nivel de comunicación de tipo asíncrono. De todas formas, siguen desconociendo una serie de servicios y utilidades que la UB pone a su disposición.

4.2. Beneficios obtenidos

La primera valoración confirma que se han alcanzado los objetivos propuestos. Ha sido posible realizar la asignatura con el nuevo diseño. El control de calidad establecido mediante la evaluación final ha demostrado que los alumnos adquieren un nivel homogéneo de conocimientos a pesar de su asignación a uno u otro grupo en cualquiera de las fases y de tener que concentrarse durante un tiempo en aspectos parciales de los dominios asignados o de las tareas concretas del proyecto de creación de la base de datos. Además, en referencia a las competencias verticales, comparando con la experiencia de los dos cursos anteriores realizados mediante formato tradicional, los resultados de la evaluación de los cuestionarios finales cuyas preguntas pertenecían en todos los casos al mismo banco de datos han resultado ser superiores en las promociones que han utilizado el modelo de aprendizaje indagativo (figura 9).

Figura 9. R. Resultados de la evaluación final de los cinco cursos impartidos de la asignatura, dos con el formato tradicional y el resto aplicando el nuevo diseño



Además, la aplicación del aprendizaje indagativo les ha dotado de muchas más competencias y recursos de aplicación general que hasta la fecha desconocían, y que en las promociones en las que la docencia se ha realizado de la forma tradicional no podemos garantizar que hayan adquirido. Claramente, los alumnos han ejercitado a lo largo de la asignatura, de una manera continuada y progresiva, competencias transversales propias de la Universitat de Barcelona,⁴ como la capacidad de aprendizaje y responsabilidad (buscar, construir y sintetizar conocimientos, aplicarlos a la práctica, aceptar los cambios, adaptarse y tomar decisiones), capacidad de trabajo en equipo (colaboración real para resolver un problema en plazos temporales y con recursos concretos, trabajar en integrarse en grupos distintos), capacidad creativa (diseño y gestión del proyecto, búsqueda de soluciones a problemas reales) y capacidad comunicativa (presentaciones y discusiones conjuntas). Algunas de estas competencias se han incluido en las rúbricas de evaluación, como puede verse en las figuras 5 y 6.

4. Competencias transversales de la Universitat de Barcelona, 2008: <<http://hdl.handle.net/2445/2941>>.

Este modelo ha conseguido revertir la situación de desinterés y desmotivación del alumnado en la clase presencial existente en el modelo tradicional. En la aproximación IBL, el alumno es el propio motor del aprendizaje. Su progresión es, a su vez, un estímulo para los profesores que intentan conducirlos mejor hacia sus objetivos y a plantearse mejoras para futuras ediciones del curso, en la línea de mantener y potenciar la participación y la motivación.

Al invertir totalmente la docencia y permitir el trabajo autónomo del estudiante en equipo, toma mucha importancia la dinámica de las sesiones presenciales que se vuelven más interactivas y con mucha más participación de los alumnos. También se aprende por parte del profesorado a establecer un contacto programado básico con una frecuencia adecuada que permita realizar la acción tutorial, a la vez que los alumnos sientan, en todo el proceso, la proximidad, aunque sea virtual, del profesor.

Figura 10. Percepción de los alumnos sobre el rol del profesorado en la asignatura impartida con el nuevo diseño



Preguntados los alumnos sobre cuál ha sido su percepción sobre el profesorado al final de la asignatura, la respuesta mayoritaria coincide con los valores que entraña el nuevo rol del profesor en este diseño (figura

10). Casi todos los alumnos coinciden en valorar la tarea del profesor en la función de sus propias responsabilidades en el transcurso de las tareas asignadas, en el diseño del nuevo escenario de aprendizaje y en el rol de tutores, guías o mentores de su proceso de aprendizaje y en estimular su motivación.

En cuanto a la percepción sobre ellos mismos, la mayoría de los alumnos reconoce haber alcanzado las competencias que promueve el aprendizaje basado en la indagación con un uso intensivo de las tecnologías. La capacidad de indagación, la resolución de problemas trabajando en equipo, la proactividad, la autonomía en el proceso de aprendizaje, la autoevaluación y la competencia digital son elementos reconocidos por más de la mitad de los alumnos matriculados (figura 11).

Figura 11. Percepción de los alumnos sobre las aportaciones recibidas de la asignatura impartida con el nuevo diseño



5. CONCLUSIONES

De lo expuesto se puede concluir que la implantación del rediseño radical de la asignatura ha sido exitosa y ha alcanzado los objetivos que se plantearon. El hecho de haber realizado ya tres cursos consecutivos da fe de la consolidación. Comparando los resultados con la experiencia de los dos cursos anteriores realizados mediante formato tradicional, los resultados obtenidos por los alumnos han sido superiores en las promociones que han utilizado el modelo de aprendizaje indagativo.

Además, este modelo ha conseguido revertir la situación de desinterés y desmotivación del alumno en la clase presencial del modelo tradicional, y ha dotado a los alumnos de mejores competencias transversales. Son de resaltar los agradecimientos y comentarios subjetivos del alumnado respecto a la originalidad de la propuesta, proximidad a la realidad laboral, accesibilidad del profesor, reconocimiento del valor del «otro» por la creación de los grupos, oportunidad de conocer otras formas de trabajo de otros alumnos, etc.

La realización de un proyecto de este tipo conlleva la dedicación de un esfuerzo considerable al inicio, pero la experiencia demuestra que es una buena inversión de cara al futuro. El uso del codiseño es importante para iniciar el diagnóstico y tener una visión más amplia que no solo permita el análisis del problema, sino también el análisis de las soluciones.

En relación con el uso de la tecnología, es importante distinguir entre los recursos tecnológicos específicos del curso y las aplicaciones para la gestión del trabajo en los grupos. En este sentido, es necesario orientar a los estudiantes en la elección de la tecnología más adecuada, pero también estar abiertos a incorporar aplicaciones de uso habitual entre el alumnado. Por otra parte, es necesario poder canalizar a nivel institucional algunas mejoras del campus virtual para dar mejor soporte en algunos aspectos, como la coevaluación, la edición y revisión de wikis, los flujos entre las lecciones, etc.

Durante el desarrollo de los cursos, con el nuevo diseño se han identificado algunos aspectos susceptibles de mejora. Por un lado, las rúbricas

empleadas pueden trabajarse más para que sean más selectivas en la valoración de las competencias y permitan una mayor discriminación. Por otro, para que el conocimiento fluya mejor entre los alumnos durante el desarrollo de las dos fases se debe huir de la tendencia natural de los alumnos a la «especialización» de entrada y garantizar la homogeneidad cuanto antes.

Un aspecto siempre controvertido es el papel del examen final: si se debe mantener como control de calidad de adquisición de conocimientos, o debería tener algún valor en cuanto a la evaluación global final.

Los cursos se han llevado a cabo utilizando las infraestructuras existentes, básicamente un aula tradicional, pero sería deseable disponer de nuevas infraestructuras más adaptadas y flexibles (salas de reuniones, laboratorios...). De este modo sería posible el desarrollo de nuevos tipos de actividades más dinámicas y con mayor interactividad entre los alumnos.

Una propuesta interesante de futuro sería el rediseño del Grado de Ingeniería Biomédica promoviendo la adopción del modelo de la asignatura (IMT) en el grado entero. Esta aproximación parece especialmente factible en los estudios de Ingeniería, pero requeriría el apoyo de todo el profesorado y el impulso del equipo decanal y del jefe de estudios.⁵

5. A este respecto se ha publicado un vídeo en la sección de Buenas Prácticas Docentes de la UBTV: <<http://www.ub.edu/ubtv/video/re-disseny-docent-duna-assignatura-del-grau-denginyeria-biomedica-bones-practiques>>.

REFERENCIAS

- Aditomo, A.; Goodyear, P.; Bluc, A.; Ellis, R. (2013). «Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations». *Studies in Higher Education*, 38 (9): 1239-1258.
- Bovill, C. (2013). «An investigation of co-created curricula within higher education in the UK, Ireland and the USA». *Innovations in Education and Teaching International*, 51 (1): 15-25.
- Bovill, C.; Bulley, C. J. (2011). «A model of active student participation in curriculum design: exploring desirability and possibility». En: Rust, C. (ed.). *Improving student learning (ISL)* (pp. 176-188). Oxford: 18 Oxford Brookes University, Oxford Centre for Staff and Learning Development.
- Brooman, S.; Darwent, S.; Pimor, A. (2015). «The student voice in higher education curriculum design: is there value in listening?». *Innovations in Education and Teaching International*, 52 (6): 663-674.
- Conole, G. (2013). «Las pedagogías de los entornos personales de aprendizaje». En: Castañeda, L.; Adell, J. (eds.). *Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red* (pp. 185-188). Alcoy: Marfil.
- Cook-Sather, A.; Bovill, C.; Felten, P. (2014). *Engaging students as partners in learning and teaching: a guide for faculty*. San Francisco: Jossey Bass.
- Deeley, S.; Bovill, C. (2016) «Staff-student partnership in assessment: enhancing assessment literacy through democratic practices». *Assessment and Evaluation in Higher Education*. Disponible en: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02602938.2015.1126551>>.
- Ellis, R.; Goodyear, P. (2010). *Students' experiences of e-learning in higher education. The ecology of sustainable innovation*. Nueva York: Routledge.
- Goodyear, P.; Dimitriadis, Y. (2013). «In medias res: reframing design for learning». *Research in Learning Technology*, 21.
- Healey, M. (2005). «Linking research and teaching: Exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning». En: Barnett, R. (ed.). *Reshaping the university: New relationships between research, scholarship and teaching* (pp. 67-78). Maidenhead, UK: McGraw Hill/ Open University Press.
- Healey, M.; Flint, A.; Harrington, K. (2014). *Engagement through partnership: students as partners in learning and teaching in higher education*. Nueva York: Higher Education Academy.

- Könings, K. D.; Seidel, T.; Merriënboer, J. (2013). «Participatory design of learning environments: integrating perspectives of students, teachers, and designers». *Instructional Science*, 42 (1): 1-9.
- Mor, Y.; Mogilevsky, O. (2013). «The learning design studio: collaborative design inquiry as teachers' professional development». *Research in Learning Technology*, 21.
- Mor, Y.; Ferguson, R.; Wasson, B. (2015). «Editorial: learning design, teacher inquiry into student learning and learning analytics. A call for action». *British Journal of Educational Technology*, 46 (2): 221-229.
- Pastor, X; Lozano, R. (2017). «Re-disseny docent d'una assignatura del Grau d'Enginyeria Biomèdica». Facultat de Medicina i Ciències de la Salut (Medicina, Clínic). Portal de Bones Pràctiques Docents per a professorat universitari. Institut de Ciències de l'Educació. Universitat de Barcelona. Disponible en: <<http://www.ub.edu/ubtv/video/re-disseny-docent-duna-assignatura-del-grau-denginyeria-biomedica-bones-practiques>>.

NORMAS PARA LOS COLABORADORES

http://www.ub.edu/ice/sites/default/files/docs/normas_pres.pdf

EXTENSIÓN

Las propuestas de cada cuaderno no podrán exceder **la extensión de 50 páginas (en Word)** salvo excepciones, unos 105.000 caracteres; espacios, referencias, cuadros, gráficas y notas, inclusive.

PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

Los textos han de incluir, en formato electrónico, un **resumen** de unas diez líneas y tres palabras clave, no incluidas en el título. Igualmente han de contener el **título**, un **abstract** y tres **keywords** en inglés.

Respecto a la **manera de citar y a las referencias bibliográficas**, se han de remitir a las utilizadas en este cuaderno.

EVALUACIÓN

La aceptación de originales se rige por el **sistema de evaluación externa por pares**.

Los originales son leídos, en primer lugar, por el **Consejo de Redacción**, que valora la adecuación del texto a las líneas y objetivos de los cuadernos y si cumple los requisitos formales y el contenido científico exigido.

Los originales se someten, en segundo lugar, a la **evaluación de dos expertos** del ámbito disciplinar correspondiente, especialistas en la temática del original. Los autores reciben los comentarios y sugerencias de los evaluadores y la valoración final con las correcciones y cambios oportunos que se han de aplicar antes de ser aceptada su publicación.

Si los cambios exigidos son significativos o afectan a buena parte del texto, el nuevo original se somete a evaluación de dos expertos externos y de un miembro del Consejo de Redacción. El proceso se lleva a cabo como «doble ciego».

Revisores

http://www.ub.edu/ice/llobres/eduuni/Revisores_Octaedro.pdf



**EL APRENDIZAJE BASADO EN LA
INDAGACIÓN Y EL CODISEÑO**

XAVIER PASTOR DURÁN
RAIMUNDO LOZANO RUBÍ
BEGOÑA GROS SALVAT