

Aprendizaje combinado en Ciencia y Tecnología. Un curso de Física Experimental basado en un proyecto colaborativo

Silvia Di Marco, Universidad de Lisboa (FCUL, Portugal)
António Maneira, Universidad Nova de Lisboa (FCT/UNL, Portugal)
Páulo Ribeiro, Universidad Nova de Lisboa (FCT/UNL, Portugal)
M.J.P. Maneira, Universidad Nova de Lisboa (FCT/UNL, Portugal)

Resumen

Este artículo describe un curso de ciencia y tecnología en la Universidad Nova de Lisboa (Portugal) y su evolución hacia un formato de aprendizaje combinado y hacia un diseño constructivista instruccional basado en proyectos colaboradores. El núcleo de nuestro trabajo fue identificar puntos críticos y recomendaciones concernientes al uso de elearning y de el aprendizaje basado en un proyecto dentro de un curso de Óptica Aplicada donde las actividades de laboratorio son una parte relevante del currículum.

Las herramientas y estrategias asincrónicas y sincrónicas de e-learning se adoptaron en el 2004 (unidades interactivas de aprendizaje, tests de auto evaluación y sesiones online para resolución de problemas en colaboración) y después, en 2007, reorganizamos el curso alrededor de proyectos de colaboración en la vida real, buscando un modelo de aprendizaje-enseñanza constructivista.

En conjunto, los proyectos colaborativos fueron valorados positivamente por los estudiantes que apreciaron la experimentación de una situación “R&D” en la vida real, y manifestaron que esto facilita la adquisición del conocimiento. Los profesores observaron que con este método de enseñanza se logra una participación más fuerte y una actitud más proactiva. Además, se confirmó que las herramientas y las actividades bien diseñadas de e-learning son útiles en la ayuda al auto aprendizaje, una precondition para un enfoque creativo en las actividades de laboratorio y en los proyectos. Las sesiones de resolución de problemas sincrónicas online fueron muy apreciadas, porque permiten compartir software y mantener una comunicación remota por inmersión. Por otro lado, los foros en la web no obtuvieron los resultados esperados.

Nuestra conclusión es que el e-learning y las actividades experimentales colaborativas pueden ser combinadas con éxito para fomentar un aprendizaje significativo, aunque este es exigente en términos de esfuerzo y tiempo. Los proyectos colaborativos y los entornos de aprendizaje ricos son dos elementos clave en el diseño instructivo constructivista y ayudan a los estudiantes a desarrollar una actitud proactiva hacia el aprendizaje, dado que tienen que lidiar con muchos tipos de recuesos en vez de recibir un grupo cerrado de información, y esto requiere tener habilidades de gestión del conocimiento. Además, los estudiantes necesitan ajustar el conocimiento y su habilidades para implementar el proyecto en un grupo. Esto implica la posibilidad de aprender junto con los otros en un proceso dinámico, pero también la necesidad de explicar, compartir y defender sus propias ideas en el grupo de trabajo.

Palabras clave: Curso universitario, Portugal, aprendizaje colaborativo, Aprendizaje combinado, e-learning sincronizado, modelo constructivista, participación, herramientas de e-learning.

1 Introducción

Este trabajo describe el curso de Óptica Aplicada de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nova de Lisboa (FCT-UNL) y su evolución hacia un formato de aprendizaje combinado y un acercamiento constructivista. Ayuda a identificar puntos clave y recomendaciones sobre el uso del e-learning y del aprendizaje basado en proyectos en cursos de ciencias experimentales y tecnología, donde las actividades prácticas de laboratorio representan una parte relevante del currículum.

La evolución de este curso tuvo lugar en dos fases: la primera, que comenzó en el 2004, estaba caracterizada por la introducción progresiva de e-learning para las actividades sincrónicas y asincrónicas; por ejemplo unidades de aprendizaje interactivas, tests y preguntas para auto evaluación, sesiones online colaborativas de resolución de problemas. En esta fase el enfoque pedagógico era esencialmente objetivista, con un primer esfuerzo para evitar el conductivismo (Ally, 2004) en las actividades de laboratorio. En la segunda fase, implementada desde el año académico 2007/2008, hicimos un esfuerzo para reforzar el aprendizaje constructivista, re-estructurando el curso alrededor de proyectos colaborativos en la vida real y enriqueciendo el entorno online a través de simulaciones Java y foros web.

La Óptica Aplicada es un curso obligatorio para estudiantes del segundo ciclo (de acuerdo con el proceso de Bolonia de la Unión Europea) para acceder al Máster en Ingeniería Física, Ingeniería Biomédica y Docencia de Física y Química. También es un curso opcional para los estudiantes del Master en Ingeniería Electrotécnica y Ordenadores. La transición del sistema de enseñanza tradicional "cara a cara" hacia las soluciones aportadas por la web se hizo para alcanzar diferentes metas. Para lo que concierne a los estudiantes, estas metas son:

- Fomentar el estudio individual y la auto evaluación como pre-requisito para llevar a cabo el enfoque más constructivista a las actividades de laboratorio:
- Animarles a hacerse responsables de su propio aprendizaje
- Ofrecerles la oportunidad de efectuar actividades online, sincrónicas y asincrónicas, adquiriendo experiencia en el uso de diferentes herramientas de software
- Ofrecerles la oportunidad de colaborar colaborativamente online, experimentando situaciones parecidas a lo que probablemente encontrarán en su futuro trabajo.
- Facilitar el aprendizaje significativo a través de un interface gráfico mejorado y unidades de aprendizaje interactivas.

Desde la perspectiva institucional y de los profesores las metas son también:

- Probar la eficiencia y ejecución de las herramientas disponibles de e-learning en vista de un futuro desarrollo de cursos nuevos online:
- Introducir progresivamente herramientas de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en diferentes cursos, evitando las brechas en la calidad del proceso de aprendizaje-enseñanza de los diferentes años académicos.

2 Los cursos de óptica aplicada entre 2004 y 2007

El curso de Óptica Aplicada, atendido por una media de 50 estudiantes, con una duración de 14 semanas, por ejemplo, 70 horas, más estudio individual y laboratorio. La clase se encuentra dos veces a la semana, con sesiones de dos horas de elección en clase y sesiones de dos horas de actividades colaborativas en el laboratorio o de resolución de problemas online sincronizadas. Desde el año académico 2004/2005 el curso completo ha estado soportado por el Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS, siglas en inglés para Learning Management System) Blackboard-Horizon Wimba que permite actividades sincrónicas y asincrónicas y donde los estudiantes encuentran una gran variedad de recursos de aprendizaje.

Los estudiantes están invitados a leer las Unidades de Aprendizaje teóricas interactivas (LUs, siglas en inglés para Learning Units) disponibles en el LMS antes de las clases. Como pre requisito para las actividades de laboratorio tienen que explorar las Unidades de Aprendizaje Experimentales (ELUs), las cuales describen los objetivos de las actividades del laboratorio, el equipo experimental y las herramientas. Los estudiantes tienen que pasar un test de evaluación automático para que les sea permitido el acceso al laboratorio. Más importante, ellos pueden usar las ELUs como guía para poner en marcha los protocolos experimentales. Los protocolos de laboratorio, de hecho, no están pre construidos por los profesores, para evitar así el conductivismo. Con la ayuda de LUs y ELUs los estudiantes tienen que buscar leyes teóricas, así como diferentes métodos y procedimientos, y vincular entonces todos los elementos “construyendo” y tomando la responsabilidad de su propio protocolo¹.

Dos sesiones de resolución de problemas² suelen ser llevadas a cabo en las dos últimas semanas del curso. Se ponen en marcha online, usando el Horizon Wimba “Clase en vivo” que permite a los estudiantes y profesores compartir pantalla y aplicaciones, por ejemplo: editores de texto y herramientas matemáticas como MathCad, y comunicarse vía chat escrito y audio. El instructor actúa como moderador. Además, los participantes pueden compartir y operar sobre dibujos a través del e-board y el profesor puede buscar en internet recursos útiles para los estudiantes. Esta arquitectura de aprendizaje, progresivamente implementado entre 2004 y 2007, representa la primera fase del curso de Óptica Aplicada en el formato de aprendizaje combinado (Figura 1)

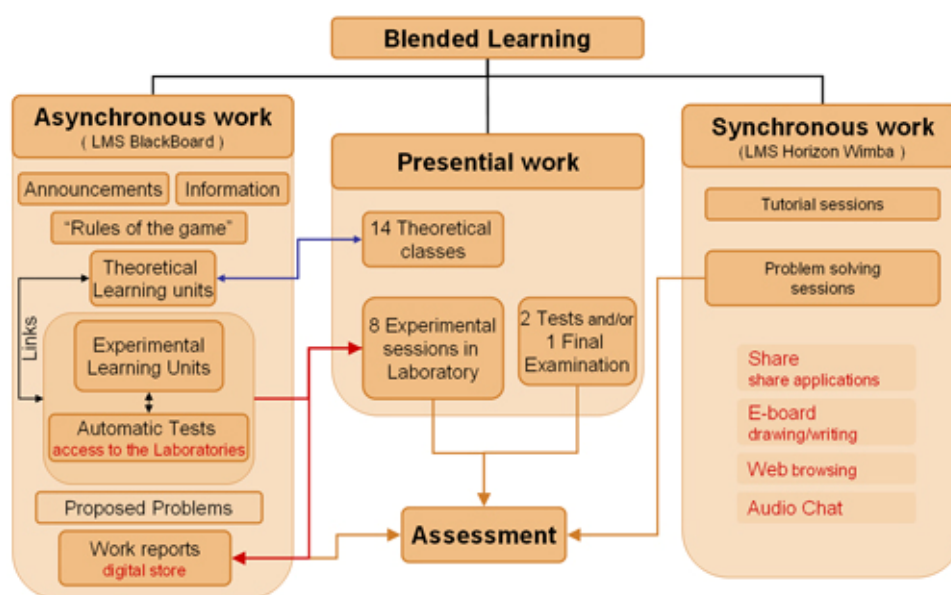


Figura 1 - Representación de la solución implementada de aprendizaje combinado entre 2004 y 2007

3 Combinando e-learning y constructivismo

Al final del 2007 introdujimos más innovaciones buscando reforzar el “aprendizaje colaborativo constructivista”. Para conseguir esta meta trabajamos en cuatro líneas paralelas: análisis de la edición del curso 2006/2007, definición de un marco teórico principalmente constructivista (Jonassen, 1999; Hannafin, 1999; Mayer, 1999; Watts & Pope, 1989; Von Glaserfeld, 1990),

¹ En este caso, el elemento esencialmente constructivista reside en poner en marcha el método experimental, formalizado en el protocolo experimental, completamente preparado por los estudiantes antes de acceder al laboratorio. Las actividades experimentales colaborativas en el laboratorio y el correspondiente informe son la consolidación y la evaluación de este proceso.

² Los problemas presentados en estas sesiones son problemas de física “tradicionales”, por ejemplo: bien definidos y bien estructurados, y tienen única solución numérica y gráfica.

búsqueda las experiencias en otras universidades comprometidas en la promoción de un aprendizaje activo en el campo científico y el análisis de las características y modelos de e-learning (Calvani, 2005; Ranieri, 2005; Di Marco, 2008)

La exploración de la literatura nos mostró que el constructivismo es un término general, que recoge diferentes escuelas de pensamiento, a veces en conflicto entre ellas. Los defensores del constructivismo “radical” afirman que ofrece una comprensión del aprendizaje humano, pero dice poco sobre pedagogía y didáctica, porque el profesor no puede controlar el aprendizaje (Towers, 2002). Otros defienden el constructivismo “trivial” alegando que como en cualquier otra epistemología puede ser usada pragmáticamente para diseñar entornos de aprendizaje sofisticados (Jonassen, 1999; Hannafin, 1999) y contenidos (Mayer, 1999) De acuerdo con esta visión el constructivismo tiene muchas características que se solapan con el objetivismo y ambos pueden ser usados como marcos teóricos complementarios de diseño instruccional. A la práctica elegimos seguir la definición operativa del constructivismo de Calvani y Rotta, que dijeron que el proceso de aprendizaje-enseñanza constructivista debe conllevar: construcción y no reproducción de conocimientos; contextualización más que abstracción (a través de tareas auténticas y casos de la vida real); presentación de múltiples y complejas visiones de la realidad para estimular la reflexión y la metacognición; énfasis en la construcción cooperativa de conocimiento (Calvani y Rotta, 1999 en Ranieri, 2005). La viabilidad de este acercamiento pedagógico se reforzó con el análisis del acercamiento al aprendizaje basado en problemas de la Universidad de Delaware³, que une los principios del aprendizaje cognitivo de Merrill (2001) con un fuerte énfasis en la colaboración y en los problemas de la vida real, dos características clave del constructivismo.

3.1 Proyecto colaborativo para el aprendizaje basado en problemas

La introducción de un proyecto colaborativo que se desarrollaría a lo largo del semestre fue la innovación más significativa de la edición del 2007/2008 del curso de Ópticas Aplicadas. Los proyectos fueron diseñados tomando como referencia el planteamiento del aprendizaje basado en problemas de la Universidad de Delaware: tenían gancho pero era relativamente simple, enclavados en un escenario real pero factible, dominado por los conceptos presentados en dos o tres Unidades de Aprendizaje. Se presentaron al principio del semestre especulando que sería motivador que los estudiantes supieran que tipo de problemas serían capaces de resolver al final de curso (Merrill, 2001). Dimos por supuesto que esta estrategia instruccional sería efectiva porque los estudiantes inscritos en este curso estaban ya en el cuarto año de Universidad, y estaban familiarizados con las actividades del laboratorio; además, como tuvieron todo el semestre para desarrollar el proyecto, tendrían tiempo suficiente para desarrollar el conocimiento y las habilidades necesarias para realizarlo⁴.

A la práctica, se proponieron tres temas I&D (Investigación y Desarrollo), y las reglas de la “oferta de contrato” del Programa de Investigación simulado fue presentado en el LMS. Los proyectos a desarrollar para clientes industriales hipotéticos eran:

- Aparato y proceso de control de calidad de la distancia entre pistas de un CD;
- Diseños de Óptica completos de dos lupas para oficina y trabajos de precisión;
- Diseños de Óptica completos de espejos para su uso estético y para la visión en las esquinas de las calles.

³ Nuestros proyectos se inspiran en algunos problemas disponibles en la web de la Universidad de Delaware, www.udel.edu/inst/ (recuperados el 28.11.07); www.physics.udel.edu/~watson/scen103/colloq2000/main.html (recuperados el 28.11.07)

⁴ Antonio Calvani (2000; in Ranieri, 2005) remarca que el uso de resolución de problemas, en las formas sugeridas concepto de Gestalt *comprensión* o en el descubrimiento del aprendizaje de Bruner, requiere un considerable gasto en tiempo, y es viable solo en contextos específicos, con estudiantes ya familiarizados en el dominio del conocimiento.

Los estudiantes se organizaron en siete grupos de siete, y cada grupo se propuso a través de LMS para llevar a cabo un proyecto, indicando el orden de preferencia de entre las tres opciones. Teniendo en cuenta los datos de sumisión y preferencias, cada proyecto fue asignado a dos o tres grupos. Cada grupo escribió una Propuesta de Proyecto para alcanzar los objetivos del proyecto. Las propuestas se hacían de acuerdo con una plantilla dada por el "Gestor del Programa" (el profesor). Una vez aprobado, el proyecto se llevó a cabo y se entregó un Informe Final del Proyecto. Como actividad final hubo un seminario donde todos los grupos presentaron sus proyectos y defendieron las soluciones implementadas en una exposición de 30 minutos. Las exposiciones fueron realizadas por un portavoz elegido por el grupo y otros tres miembros del equipo, elegidos aleatoriamente por el profesor durante el seminario, obligando a los estudiantes a estar presentes y preparados para la presentación. Un comité daba asistencia a la presentación, la cual estuvo moderada por uno de los profesores.

Para preparar la propuesta de proyecto, el trabajo práctico y el informe final, los estudiantes tenían las normas, plantillas, recursos y mapas conceptuales disponibles en el LMS. Los mapas conceptuales (Figura 2) ayudaron a visualizar el conocimiento teórico necesario para lograr objetivos específicos, vinculando cada proyecto a las LUs específicas y a los recursos adicionales como la bibliografía y sitios web seleccionados. El proyecto de vida real reemplazó a tres de las siete asignaturas de laboratorio presentes en las ediciones previas del curso de Ópticas Aplicadas.

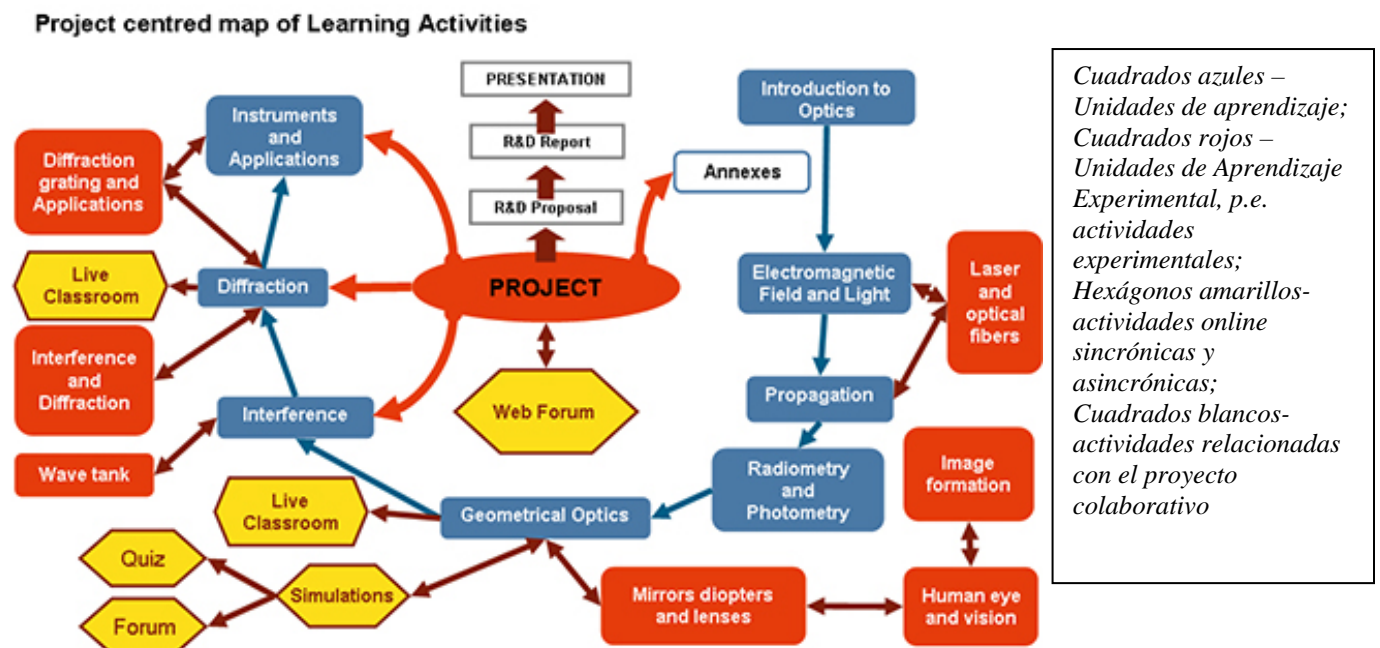


Figura 2 - Representación de la solución adoptada para el aprendizaje combinado en el año académico 2007/2008

Comparando la nueva estructura del curso de Óptica Aplicada (Figura 2) con el que se mostró en la figura 1, podemos ver el paso desde un camino más bien lineal, encuadrado en un paradigma principalmente objetivista, a una estructura de red, más coherente con un modelo constructivista. El proceso completo del curso, desde una introducción inicial del proyecto hasta la presentación final, representa una buena aproximación a los cinco principios del aprendizaje teorizados por Merrill (2001): el problema se presenta en un contexto realista, ofreciendo a los estudiantes los instrumentos adecuados para la activación y la demostración. Al mismo tiempo se les exige que apliquen sus conocimientos a un objetivo práctico y al final tienen que exponer y defender su trabajo públicamente. Las unidades de aprendizaje y las actividades de laboratorio continúan vertebrando el aprendizaje y los procesos de enseñanza, pero en vez de hacer una secuencia de pasos fijos, establecen una dsitribución bastante

flexible, con el objetivo de ayudar a los estudiantes a encontrar soluciones para el proyecto colaborativo, adquiriendo los conceptos y las habilidades necesarias. En todo caso, es importante enfatizar que en las versiones previas del curso el programa se adaptaba también a las necesidades de los estudiantes, porque los profesores modulaban el ritmo de trabajo de acuerdo con las dificultades identificadas de los estudiantes, centrándose más en algunos temas y omitiendo otros. Esta actitud fue desarrollada más allá por el esfuerzo de los proyectos, y el papel del profesor gradualmente pasó del de ser la persona que posee el conocimiento y lo transmite al de un experto mentor y consultor, que apoya a los estudiantes en el proceso de construcción del conocimiento.

3.2 Simulación Java de una dioptría esférica

Dada su naturaleza teórica y experimental, el entorno de aprendizaje del curso de Ópticas Aplicadas ha sido siempre bastante rico y puede satisfacer las diferentes formas de aprendizaje. Sin embargo el profesor a cargo del curso señaló la necesidad de unas Lus y simulaciones más interactivas, en particular a lo que concierne un tópico esencial en la óptica geométrica, la dioptría esférica. Este sistema tiene relación con la formación de la imagen y es fundamental para entender los lentes. De todas formas, como no tiene muchas aplicaciones prácticas, los estudiantes a menudo lo entienden desde una perspectiva geométrica y matemática, pero de hecho no llegan a visualizar el fenómeno óptico implicado. Por eso se decidió introducir en el LMS una aplicación que simula una dioptría esférica, que podía ser manipulada por estudiantes variando los parámetros en tres actividades experimentales virtuales diferentes. Esta simulación, que era, supuestamente, el primer paso hacia la creación de un Laboratorio Virtual, se acompañó de un test de respuestas múltiples de puntuación automática, diseñada para estimular una manipulación certera de los parámetros y la observación de las respuestas del equipo virtual desplegado por la aplicación. Las preguntas tenían el objetivo de asegurar que los estudiantes manipularían la simulación de todas las formas posibles; en algunos casos la respuesta venía de la observación de las imágenes, en otros requería tomar nota de los gráficos de valores y dibujos.

3.3 Foros web

Para promover vías alternativas de comunicación entre estudiantes y entre estudiantes y profesores decidimos empezar a usar foros web. Supusimos que podían ayudar a facilitar la interacción entre estudiantes y profesores (Cristini & Nestani, 2003), y que contribuirían a la creación de la comunicación de uno en uno, lo cual escasea en los cursos tradicionales⁵ (Uggeri, 2003). Además, uno de los objetivos fue el establecer actividades asincrónicas online (e-tividades), que supuestamente ofrecen a los estudiantes la posibilidad de explorar la información en su propio ritmo y reaccionar ante ella antes de oír las visiones e interpretaciones de los demás (Salmon, 2002). Dado que el curso tenía 50 alumnos y 2 profesores (un profesor y un asistente), pensamos que podíamos crear dos foros paralelos para que cada uno moderara un grupo de 25. Se diseñaron dos foros: uno llamado “Foro de dudas”, dedicado a las preguntas de los estudiantes en relación a cualquier material relacionado con el curso. Se presentó como un servicio de ayuda, sustituyendo al tiempo tradicional de oficina para explicaciones de uno en uno, pero también como un espacio comunitario, donde los estudiantes eran invitados a ayudarse los unos a los otros en una especie de tutoría de iguales. Por su puesto, es muy común que los estudiantes estudien en parejas o grupos, comparando apuntes, “repitiendo” lecciones, resolviendo problemas y tratando de responder dudas. A través del foro quisimos animar esta práctica e incrementar el número de beneficiarios de cualquier intercambio de preguntas y respuestas. Además, como se ha dicho en la introducción, pensamos que el uso de una variedad de herramientas de comunicación online podía ser una baza en sí mismo, porque ayuda a los estudiantes a tener

⁵ Matteo Uggeri (2003) comenta que en las clases tradicionales con enseñanza “cara a cara” solo dos o tres estudiantes reaccionan ante la frase del profesor: “si no entendiste algo o quieres profundizar en cualquier materia, siéntete libre de preguntar”, mientras que en educación a distancia el número de preguntas por estudiante al profesore, via foro o mail, es mucho mayor.

confianza en un medio que puede que usen en futuros cursos, principalmente en post-graduados y en futuros trabajos. Este foro estaba supuestamente ser usado como presentación a los estudiantes de sistemas de comunicación que muchos de ellos todavía no conocían, así tendrían la confianza necesaria en ello cuando se presentara la discusión en el foro.

El segundo foro se dedicó a una e-tividad relacionada con la simulación. Se presentó con un texto corto escrito en estilo informal, que invitaba a los estudiantes a tomar parte en la e-tividad, destacando las respuestas de sus colegas y a los comentarios posteados por los profesores. La invitación acentuó las ventajas de participar en el foro para aprender de las ideas de otros y para ganar grados de “bonos” y la naturaleza formativa de esta actividad. Se introdujo la descripción de la e-tividad con una pregunta intrigante y se detallaron las instrucciones; también se dieron algunas pistas organizativas, y la naturaleza formativa de la actividad fue acentuada una vez más, invitando a los estudiantes a informar al instructor sobre cualquier cuestión referente a ambos, el problema y los conceptos físicos y geométricos subyacentes.

3.4 Valoración y calificación por parte de los estudiantes

Al inicio del curso se informó a los estudiantes que la evaluación y las calificaciones incluirían el proyecto de colaboración (35%, con 10% por la propuesta I+D, 10% por el informe y el 15% por la presentación final), las actividades relacionadas con la simulación (10%), la participación en la resolución de problemas sincrónica (10%), las actividades de laboratorio (trabajo práctico e informes finales 20%) y el examen final (25%). Sin embargo, debido a problemas técnicos y a la dificultad de los profesores para seguir las e-tividades, y de cara a promover una evaluación justa, se le atribuyeron nuevos porcentajes a las principales materias del curso: 40% al proyecto, 30% a las actividades del laboratorio, 30% al examen final escrito (Fig 3)

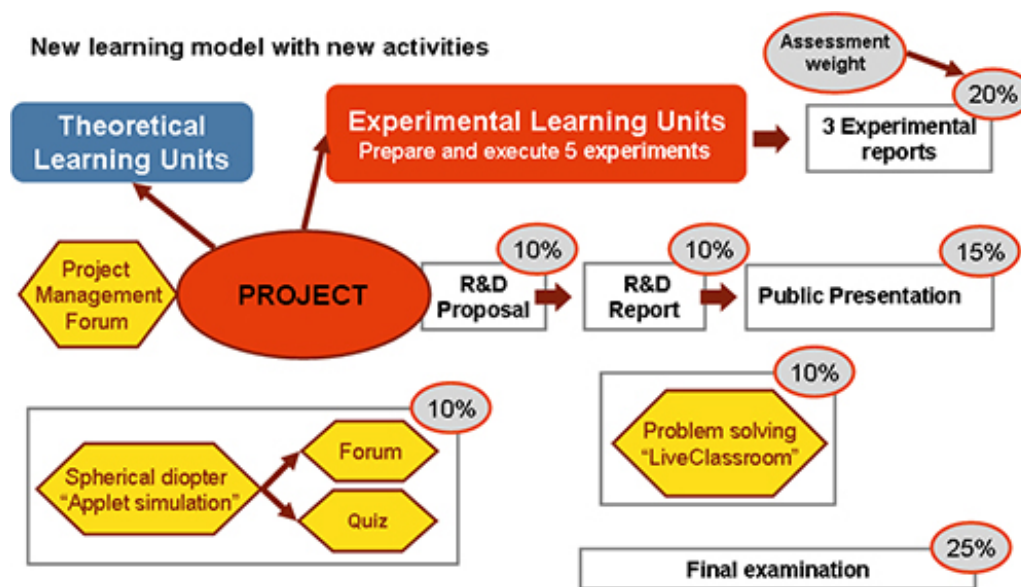


Figura 3 - Representación del esquema de evaluación y calificación adoptado en el año académico 2007/2008

4 Resultados: reacciones y opiniones de estudiantes

Al final del curso se le pidió a los estudiantes que respondieran un cuestionario online anónimo dirigido a evaluar el proceso completo de aprendizaje-enseñanza. La encuesta incluía 21 preguntas de respuestas múltiples, relacionadas con la calidad y organización general del

curso, con el proyecto colaborativo y con las actividades online sincrónicas y asincrónicas, y dos preguntas abiertas para comentarios sobre los aspectos positivos y negativos del curso. En total, 25 estudiantes de los 51 contestaron a todas las preguntas.

4.1 Sobre el proyecto colaborativo

La mayoría de los estudiantes apreciaron el nuevo formato del curso de Ópticas Aplicadas, principalmente en lo que concierne al proyecto: se lo tomaron muy en serio y parecían sentirse implicados no solo en la resolución de los problemas colaborativos, sino también en el papel que les había tocado, actuando como miembros reales de una compañía: crearon logos de la compañía, se refirieron a sí mismos usando los nombres que habían elegido para la compañía y pusieron mucho esfuerzo en producir proyectos de I+D e informes científicamente coherentes y visualmente atractivos. En general, el esfuerzo que ellos pusieron en el proyecto colaborativo no fue en detrimento de los otros componentes del curso (clases teóricas, actividades de laboratorio tradicionales, y resolución de problemas online sincrónica y la exploración de la simulación) a pesar de que no todo el mundo pudo participar en todas las sesiones sincrónicas ni de completar el test de simulación debido a problemas técnicos. Los foros web no les llamaron la atención, por razones que analizaremos de ahora en adelante.

En el grupo de estudiantes que contestaron la encuesta, el 72% dijo que estaban satisfechos o muy satisfechos con la organización del curso de Óptica Aplicada, el 12% dijo que no estaban satisfechos y el 16% no estaba satisfecho ni insatisfecho. El proyecto colaborativo se consideró una experiencia muy positiva por el 44% de los estudiantes y positiva por el 52%, mientras que el 4% dijo que no fue ni positivo ni negativo (Figura 4)

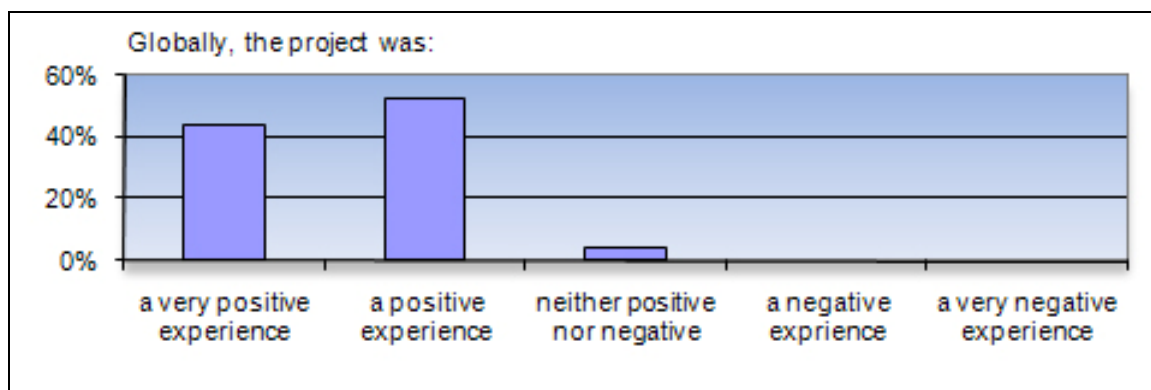


Figura 4 - Respuesta de los estudiantes a las preguntas generales sobre el proyecto

Todos los estudiantes dijeron que estaba de acuerdo con el punto en el que “la adquisición del conocimiento mejoró con el desarrollo del proyecto” y casi todos encontraron que fue motivador (16% muy motivador, 52% motivador, 32% no tenían opinión). No obstante, no todos los estudiantes estaban deseosos de hacer más cursos basados en proyectos colaborativos: AL pedirles que “calificaran” la afirmación “me gustaría tener otros cursos basados en proyectos de grupo”, el 20% dijo que estaba “completamente de acuerdo”, el 52% estaba de acuerdo, el 16% no estaba de acuerdo ni en desacuerdo y el 12% estaba en desacuerdo.

Estas diferencias podrían estar relacionadas con el hecho de que para algunos de ellos el proyecto colaborativo les hizo que Ópticas Aplicadas fuesen más duros que otros cursos, principalmente por el tiempo que les llevó: el 36% de los estudiantes dijo que el tiempo de desarrollo del proyecto les hizo el curso pesado y el 8% muy pesado (48% dijo que ni pesado ni ligero y el 8% dijo que era ligero). Esto podría estar parcialmente relacionado con el hecho de que, no sorprendentemente, no todos los grupos tuvieron una buena dinámica interna ni una participación igualitaria en el trabajo: comentando sobre la afirmación “Todos los miembros del grupo participaron activamente en el desarrollo del proyecto”, el 20% de los estudiantes

dijeron que estaban completamente en desacuerdo, el 16% estaba en desacuerdo, el 12% dijo que ni estaba de acuerdo ni en desacuerdo, el 32% dijo que estaba de acuerdo y el 20% estaba completamente de acuerdo. Sin embargo, solo una persona del grupo contestó en la encuesta que trabajar en grupo había sido una experiencia negativa. También hay que destacar que la queja más frecuente de un miembro del grupo era que los grupos eran demasiado grandes, y que el número ideal de miembros por grupo sería de tres o cuatro. Aún así, alguien anotó, que tener que trabajar en grandes grupos era un acierto, pues ofreció la oportunidad o la obligación de asumir una meta desafiante. Alguien más remarcó que “el proyecto permitió llevar a cabo una experiencia en vida real de organización, investigación y desarrollo” y otro estudiante señaló que “el proyecto permitió adquirir nuevas habilidades, muchas de las cuales ni siquiera se piensan (formalmente)”.

4.2 Sobre e-learning

También tuvimos una respuesta positiva de los estudiantes en lo que concierne al contenido disponible en el LMS: al pedirles que comentaran la afirmación “Los contenidos disponibles concuerdan bien con mis necesidades de aprendizaje”, un 84% de los estudiantes dijo que estaban de acuerdo completamente, un 16% dijo que ni estaba de acuerdo ni en desacuerdo. Estas respuestas eran coherentes con que dieron los participantes de otras ediciones del curso (Maneira et al, 2007) y confirmaron que la disponibilidad de contenidos de gran calidad, recursos e interfaces, producidos en colaboración con profesores, diseñadores colaboradores y diseñadores gráficos, es esencial para el éxito del e-learning en ciencia y tecnología (Maneira et al, 2008). La evaluación de la resolución de problemas online sincrónica y de la simulación con cuestionarios está menos clara. Se debe al hecho de que muchos estudiantes experimentaron problemas técnicos con el LMS y esto les impidió la participación en sesiones online y completar la simulación. Esta sería una de las posibles explicaciones al amplio abanico de opiniones sobre estas actividades: cuando se les pidió que valoraran la afirmación “Tomar parte de la clase de resolución de problemas online fue útil”, el 66% de los estudiantes dijo que estaba de acuerdo o muy de acuerdo, el 20% ni estaba de acuerdo ni en desacuerdo, el 16% estaba en desacuerdo, el 4% dijo que no era aplicable y el 4% no contestó.

Sin embargo estamos en disposición de asumir que para los estudiantes que no experimentaron problemas técnicos, las actividades sincrónicas fueron positivas: en los comentarios extras, algunos estudiantes señalaron que si hubieran tenido más de estas clases el curso hubiera mejorado, algunos comentaron que las lecciones sincrónicas son “muy dinámicas y esto les ayuda a estar atentos a lo largo de toda la clase” y otro destacó como ventaja del trabajar online el hecho de que “permite dibujar esquemas juntos, con cada estudiante añadiendo partes durante el ejercicio”. Estas observaciones, junto con resultados de encuestas previas sobre estudiantes de Ópticas Aplicadas (Maneira et al, 2007), reforzaron nuestra opinión sobre que la resolución de problemas sincrónica online, es una estrategia válida para incentivar el aprendizaje de las ciencias. La situación fue de algún modo similar para la dioptría virtual: permanecieron problemas técnicos que no se resolvieron durante muchos días, evitando que los estudiantes pudieran explorar la simulación y contestar al test. Dado que solo dos estudiantes pusieron comentarios positivos al respecto de la dioptría virtual, y como estamos faltos de datos sobre las ediciones previas al curso, es difícil llegar a una conclusión sobre la utilidad de esta simulación específica y sobre la eficacia del cuestionario para guiar su exploración. A pesar de todo, dado el consenso general sobre los beneficios de la simulación (Ranieri, 2005), usada y se diseñada de manera adecuada (Landriscina, 2005), creemos que es importante repetir esta experiencia e ir adelante con la implementación de un “laboratorio virtual”.

4.3 Sobre los foros web

Como se ha detallado previamente, teníamos grandes expectativas sobre el valor añadido que los foros web podrían representar para la comunicación y el aprendizaje, pero para el final del curso nos dimos cuenta que consumían mucho más tiempo del que habíamos supuesto, que a

la mayoría de los estudiantes no les pudo convencer de su uso y que, en un curso tan complejo y rico en actividades como este, causaron una sobrecarga para ambos, los estudiantes y los profesores. Eventualmente el foro de discusión ni siquiera empezó y el foro de preguntas tubo muy poca participación. Sin embargo creemos que merece la pena analizarlo y dar a conocer las opiniones de los estudiantes, porque nos pueden conducir a observaciones interesantes y puntos importantes de aprendizaje.

Solo 15 estudiantes de los 51 y uno de los dos profesores postearon al menos un mensaje en el foro, dando un total de 33 posts; el profesor posteo un "mensaje de bienvenida" con instrucciones de cómo usar el sistema, pero después solo respondió una vez a las preguntas posteadas por los estudiantes. Podemos ver al menos dos razones que explicarían este "fracaso". En un lado la estimulación/moderación del foro no había sido planteado cuidadosamente anteriormente (Salmon, 2002; Ranieri & Rotta, 2005), los profesores no tenían experiencia previa en moderación de foros y disponían de muy poco tiempo para ello; además el asistente del profesor no había estado realmente involucrado en el diseño de esta actividad, y esto, añadido a la falta de tiempo, fue el detonante de esta falta de motivación. Por el otro lado hemos de considerar que los estudiantes pasaron muchas horas a la semana en el campus, así que tuvieron muchas ocasiones para interactuar directamente, y no tenían la necesidad de comunicarse en un foro web. A pesar de esto, doce estudiantes (el 48% de los que respondieron la encuesta) dijeron que estaban de acuerdo con la afirmación que "El foro de dudas" era útil, un 36% dijo que ni estaba de acuerdo ni en contra, y el 12% estaba en desacuerdo. Seis estudiantes (24%) dijeron que el foro web les ayudó en la comunicación con los profesores, mientras que el 56% no dieron opinión, y el 44% reclamó que el foro ayudaba en la relación entre estudiantes. Aunque se asuma que los estudiantes que contestaron favorablemente a las preguntas sobre el foro fueron los mismos que participaron en el mismo, parece que hay una brecha entre el uso real del foro web y la valoración positiva dada por los estudiantes. Una hipótesis es que alguno de ellos es consciente de la utilidad potencial de los foros, independientemente de la implementación actual alcanzada en el curso de Óptica Aplicada, porque están hechos a esta herramienta de comunicación⁶.

Es interesante remarcar que a pesar de la falta de respuestas de profesores y la baja interacción entre los estudiantes en el foro web, un estudiante comentó "(el foro web es útil por qué) cuando tenemos una duda de último minuto y no tenemos tiempo de ir a la oficina del profesor, siempre podemos postear la duda en el foro de tal forma que otro estudiante o profesor puede responderla". Al otro lado del abanico de sentimientos hacia la comunicación a través de los ordenadores (CMC) fue encontrar el comentario de un estudiante con miedo a la idea de que la comunicación online pudiera reemplazar interacción cara a cara. El/ella escribió: "una cosa que encuentro muy buena es la comunicación (cara a cara) entre el profesor y el estudiante existente hoy en día (...). Si usted (el profesor) recuerda bien, muchos estudiantes no tomaron parte activa en el foro y prefirieron ir a usted directamente. ¡Y creo que es excelente! Creo que no deberíamos perder la comunicación cara a cara. Foros y email son, en mi opinión, muy buenos cuando no hay la posibilidad de hablar directamente". Ambas observaciones tienen sentido y pueden reflejar diferentes percepciones sobre CMC: algunas personas parecen verlo como una forma de mejorar la comunicación, por ejemplo, interacción entre seres humanos, ya que ofrecen formas adicionales de intercambiar información: otros muestran su preocupación sobre el riesgo de la comunicación e interacción, probablemente debido a su experiencia de comunicación online como una forma pobre de imitar las conversaciones cara a cara. En un curso de aprendizaje combinado es deseable que los estudiantes se sientan cómodos en ambas situaciones, y es útil el dejar claro desde el principio que las herramientas de comunicación online no van a sustituir la interacción cara a cara, pero, por otro lado, están disponibles para facilitar la colaboración entre profesor-clase y

⁶ A prerequisites survey run among students of the Applied Optics course 2007-2008 showed that 15% of them regularly participate in discussion web forums, 53% do it seldom and 32% never did it; 26% use web chats regularly, 47% seldom and 26% never used it. Virtually no one ever took part in an Internet community. These results are very close to those recorded in the prerequisite surveys run among students of the Applied Optics and Physics II in academic year 2006-2007.

estudiante-estudiante. Además, es interesante recordar que, mientras en años previos nadie se presentaba durante el horario de oficina del profesor, este año debido a las metas presentadas en el proyecto colaborativo los estudiantes buscaron muy a menudo al profesor fuera de clase. Uniendo todas estas observaciones podemos concluir que aunque en nuestra experiencia, el “foro de preguntas” tubo una baja participación, merece la pena incluirlo en todos los cursos soportados por LMS. No requiere un gran entrenamiento y, una vez adquirido el hábito para mirarlo con regularidad y escribir posts cortos, ambos profesores y alumnos pueden usarlo como una herramienta rápida y válida de comunicación.

No podemos llegar a la misma conclusión sobre el foro de discusión (e-tividades), porque es mucho más exigente a todos los niveles: organización, moderación y participación. A la luz de esta experiencia creemos que debemos aprender al menos dos importantes lecciones:

- En un curso de formación combinada hay que cuidar el equilibrio entre el trabajo en clase/laboratorio y las actividades online, para no sobrecargar a los estudiantes e instructores
- Un instructor puede comprometerse como moderador en un foro complejo solo después de un entrenamiento adecuado y con la planificación adecuada de la discusión del foro web: temporizando las cuestiones y el feedback, soporte y estrategias de motivación (Rotta y Ranieri, 2005; Salmon, 2002).

4.4 Sobre las valoraciones y evaluación de los estudiantes

En el proceso de aprendizaje-enseñanza formal, la evaluación y la calificación es un tema importante y engañoso. En el curso de Óptica Aplicada hicimos un intento de articular un esquema de evaluación para todas las diferentes actividades (proyectos colaborativos, informes de laboratorio, resolución de problemas síncrona, tests de simulación y examen final). No hicimos preguntas específicas sobre la evaluación en la encuesta final, pero muchos estudiantes hablaron sobre ello en los comentarios libres, y parecieron apreciar el hecho de que la evaluación final no dependía solo en tests y en los exámenes finales. Sin embargo hubo algunas quejas sobre el peso del proyecto en la composición de la evaluación final, fue una actividad muy exigente, alguno sugirió que debería haber tenido más relevancia.

5 Opiniones de los profesores y observaciones

Los profesores estuvieron muy satisfechos con el enfoque a la enseñanza basada en un proyecto, porque promovió la participación más fuerte y la actitud proactiva de los estudiantes, tanto durante las actividades de laboratorio como en las clases teóricas. Observaron que, en contraste con lo que ocurre en los trabajos tradicionales de experimentación en laboratorios, donde los aprendices tendían meramente a ejecutar un protocolo, cuando se comprometieron con un proyecto de la vida real cambiaron de actitud, más creativa y orientada a la resolución de problemas. Como consecuencia, los estudiantes en el curso de Óptica Aplicada desarrollaron una relación diferente con el laboratorio: pidieron permiso para usar el equipo del laboratorio fuera de horas y mostraron interés y diversión al usar el laboratorio. Sintieron que el laboratorio era su sitio, donde podían desarrollar su propio proyecto, y comenzaron a trabajar como verdaderos ingenieros. Además, los profesores observaron una competición sana entre grupos y notaron que muchos estudiantes se sentían orgullosos del trabajo que estaban realizando y estaban orgullosos de mostrarlo y de recibir el reconocimiento. Como resultado, la calidad de los proyectos finales fue generalmente bueno, con algunos grupos presentando excelentes trabajos, denotando compromiso profesional y actitud empresarial. Afectada por el proyecto, la interacción entre profesores y estudiantes fue también positiva, de hecho, mientras en los años previos nadie acudió a las tutorías con los profesores, los retos presentados por el proyecto en colaboración empujó a los estudiantes a buscar más a menudo a los profesores fuera de clase, y a considerarles como consultores o ayudantes. En cuanto a las actividades online síncronas, los instructores confirmaron la opinión positiva expresada en los años

previos (Maneira et al, 2007); ellos encontraron que este sistema, aparte de hacer más fácil el intercambio de aplicaciones matemáticas y gráficas y permitir a los participantes que atendieran a la clase desde cualquier lugar, permitió al profesor seguir directamente el trabajo de cada estudiante sin darle la impresión de estar siendo controlado. Los instructores también notaron que la comunicación remota de voz asegura un buen contacto humano y una mayor participación “anónima” que hace sentir a los estudiantes cómodos hablando libremente.

El total de profesores estaba muy satisfecho con los resultados obtenidos con el acercamiento constructivista pedagógico (tabla1). Comparado con el año anterior académico no hubo una diferencia sustancial en la nota final (evaluación sumativa), lo que refleja el resultado en el área del conocimiento teórico y de los objetivos cognitivos relacionados con las actividades de laboratorio. Nuestro sistema de valoración no sae diseño para evaluar actitudes, así que esta variable no influyó en la nota. Sin embargo, los profesores observaron una mejora en las actitudes, comparado con los años previos (por ejemplo, habilidad para diseñar un protocolo experimental a partir de condiciones estándares, búsqueda de información, actitud proactiva, creatividad en la resolución de problemas, habilidad arreglarselas con el trabajo en equipo).

	Objectives	Skills	Attitudes
Constructivist pedagogy	Construction of knowledge	<ul style="list-style-type: none"> • Search autonomy • Self-learning 	<ul style="list-style-type: none"> • Proactive • Creative approach to knowlege* (problem-solving oriented)
	Contextualization and application of knowledge	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratory protocol creation 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrepreneurial • Professional engagement* • Punctuality*
	Presentation of multiple and complex visions	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge management 	<ul style="list-style-type: none"> • Team-work • Professional*
	Cooperative building of knowledge	<ul style="list-style-type: none"> • Communication (CMC tools and presentation techniques) 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsible • Engaged* • Competitive*

* Not expected results

Tabla1. Resultados obtenidos en relación al planteamiento constructivista

Como comentario final los profesores señalaron que, a pesar de estar muy positivo desde la perspectiva pedagógica, el acercamiento a la enseñanza basado en el proyecto fue realmente exigente para ellos, ya que su tiempo se ocupa en otros cursos, en el trabajo científico y en actividades de gestión.

6 Conclusiones

Los proyectos colaborativos y los entornos de aprendizaje ricos son dos elementos clave del diseño instruccional constructivista. En el curso de Óptica Aplicada los estudiantes tenían que lidiar con muchos tipos de recursos, en vez de recibir un conjunto de información, y esto requiere tener habilidades de gestión del conocimiento. Adicionalmente, tuvieron que poner en práctica conocimiento, habilidades y actitudes para implementar en grupo el proyecto. Esto implicó la posibilidad de aprender juntos los unos con los otros, en un proceso dinámico, pero también la necesidad de desarrollar una actitud reflexiva hacia el conocimiento de cada uno, para poder capaces de explicar, compartir y posiblemente defender, cada uno sus ideas en el grupo. Lo que está en riesgo en este planteamiento de enseñanza-aprendizaje no es solo la habilidad de aplicar el conocimiento teórico a un problema práctico, lo cual podría bien ser hecho en una asignación individual, sino la posibilidad/reto de discutir los diferentes puntos de vista y hacer la mejor elección. El trabajo en equipo promovió la distribución de responsabilidades y roles en el equipo, que comportó a un compromiso personal hacia las

tareas, de acuerdo con la personalidad de cada estudiante y sus habilidades. En muchos casos esto llevó a un compromiso entusiasta hacia el autoaprendizaje y las actividades de investigación.

El aprendizaje colaborativo, aunque muy exigente en términos de tiempo e interacción interpersonal, fue bien recibido por muchos estudiantes, e incluso por aquellos que lo encontraron muy duro, apreciaron la oportunidad de experimentar un I+D en una situación real. En el curso de Aplicaciones Ópticas, el e-learning y el aprendizaje basado en un proyecto colaborativo fue combinado con éxito, de tal forma que los estudiantes pudieron experimentar situaciones de la vida real. La gran calidad final del proyecto muestra que el trabajo en colaboración fue efectivo y que las LU bien diseñadas ofrecieron una buena distribución para el autoaprendizaje, una precondition para el planteamiento proactivo y creativo del trabajo de clase y laboratorio. En conjunto, los recursos online y las sesiones sincrónicas online de resolución de problemas fueron muy apreciadas. Por el contrario, las actividades en los foros de web no llamaron la atención de los estudiantes, aunque el uso de esta herramienta para "resolución de dudas" mostró tener un gran potencial.

Recomendaciones:

- El trabajo en un proyecto colaborativo debería ser planeado con cuidado, con metas a corto plazo y objetivos claramente establecidos desde el principio.;
- Los grupos no deberían ser mayores de cuatro personas;
- Los informes del proyecto deberían ser escritos de acuerdo con un formato específico.
- Antes de abrir un foro en la web, los profesores deberían estar entrenados para moderarlo y deberían ser conscientes de que es una actividad que puede consumirles mucho tiempo.
- Todos los profesores y asistentes al curso deberían estar involucrados en su diseño o al menos haber estado introducidos en su filosofía
- El personal de e-learning debería garantizar el soporte necesario y la asistencia a los profesores y estudiantes.
- En cualquier departamento, la asignación de tareas de gestión debería tener en cuenta que los profesores comprometidos en innovaciones pedagógicas necesitan tiempo extra para desarrollar actividades de enseñanza.

Referencias

Ally M. (2004), Foundations of educational theory for online learning. In Anderson T. Alloumi F. (Eds.), Theory and practice of online learning. Athabasca University, 3-31, retrieved September 12, 2007 from http://cde.athabasca.ca/online_book

Calvani A. (2005), Rete, comunità e conoscenza. Costruire e gestire dinamiche collaborative. Trento, Erickson.

Cristini G. and Nestani L. (2003), La Laurea in Ingegneria Informatica OnLine del Politecnico di Milano. Form@re, n.21 maggio-giugno, retrieved October 19, 2007 from http://formare.erickson.it/archivio_03.html

Di Marco S. (2008), Blending objectivism and constructivism to foster meaningful learning. The experience of the Applied Optics course at the Faculdade de Ciências e Tecnologia-Universidade Nova de Lisboa. Master dissertation, Università degli Studi di Firenze/FCT-UL.

Hannafin M. (1999), Open learning environments: foundations, methods, and models. In Reigeluth C.M. (Ed.), Instructional-design theory and models, vol. II, New York-London, Lawrence Erlbaum Associates, 115-140.

Jonassen D. (1999), Designing constructivist learning environments. In Reigeluth C.M. (Ed.), Instructional-design theory and models, vol. II, New York-London, Lawrence Erlbaum Associates, 215-239.

Landriscina F. (2005), Simulazioni e apprendimento: aspetti metodologici e concettuali. Form@re, n. 40, dicembre, retrieved December 11, 2008 from http://formare.erickson.it/archivio/dicembre_05/3_LANDRISCINA_02.html

Maneira A., Ribeiro P.A., Maneira M.J.P. (2007), Applied Optics. Communication at the 13th International Conference on Technology Supported Learning and Training (Berlin, 28th-30th Nov). Abstracts book, 340-344.

Maneira A., Di Marco S., Maneira M.J.P. (2008), Blended learning in experimental science and technology. Practice and future in public higher education. Communication at IASK 2008, Annual meeting of the International Association for Scientific Knowledge (Aveiro, 26th-28th June). Proceedings book, 432-435, ISBN 978-972-99397-8-5.

Mayer R.E. (1999), Designing instruction for constructivist learning. In Reigeluth C.M. (Ed.), Instructional-design theory and models, vol. II, New York-London, Lawrence Erlbaum Associates, 357-371.

Merril M.D. (2001), First principles of instruction, retrieved October 19, 2007 from www.id2.usu.edu/Papers/5Firstprinciples.PDF

Ranieri M. (2005), E-learning: modelli e strategie didattiche. Trento, Erickson.

Rotta M. And Ranieri M. (2005), E-tutor: identità e competenze. Un profilo professionale per l'e-learning. Trento, Erickson.

Salmon G. (2002), E-tivities. The key to active online learning. London-New York, RoutledgeFalmer.

Towers J. and Brent D. (2002), Structuring occasions. Educational Studies in Mathematics, 49:313-340.

Watts M. and Pope M. (1989), Thinking about thinking, learning about learning: constructivism in physics education. Physics education, 24:326-331.

Uggeri M. (2003), Il banco vicino alla cattedra. Gli aspetti comunicativi dell'insegnamento a distanza raccontati attraverso l'esperienza di docenza. Form@re, n.21 maggio-giugno, retrieved October 19, 2007 from http://formare.erickson.it/archivio_03.html

Von Glasersfeld E. (1990), An exposition of constructivism: Why some like it radical. In R.B. Davis, C.A. Maher and N. Noddings (Eds), Constructivist views on the teaching and learning of mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, 19-29.

Autores

Silvia Di Marco, Investigador Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa (FCUL, Portugal)

António Maneira, Investigador, Lab.eLearning - Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL, Portugal)

Páulo Ribeiro, Profesor asistente, Physics Dep. - FCT/UNL

M.J.P. Maneira, Investigador senior, Center of Physics and Technological Research-FCT/UNL

Copyrights

Los textos editados en esta revista, si no se menciona lo contrario, están sujetos a la licencia Creative Commons Attribution-Noncommercial-NoDerivativeWorks 3.0 Unported. Pueden ser copiados distribuidos y emitidos siempre que se citen al autor y la revista digital que los publica, eLearning Papers. No se permite el uso comercial ni el plagio. La licencia completa se puede visitar en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

Edición y Producción

Nombre de la publicación: eLearning Papers

ISSN: 1887-1542

Publicado por: elearningeuropa.info

Editado por: P.A.U. Education, S.L.

Dirección postal: C/ Muntaner 262, 3º, 08021 Barcelona, Spain

Teléfono: +34 933 670 400

Email: editorial@elearningeuropa.info

Internet: www.elearningpapers.eu