

La enseñanza y el aprendizaje de la física y el trabajo colaborativo con el uso de las TIC

Teaching and learning physics and collaborative work using ICT

José Luis Serrano Sánchez y María Paz Prendes Espinosa

Departamento de Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Facultad de Educación. Universidad de Murcia. Campus Universitario de Espinardo, 30100 - Murcia. España.

E-mail: jl.serranosanchez@um.es; pazprend@um.es

Información del artículo

Recibido 2 Marzo 2012
Aceptado 27 Junio 2012

Palabras clave:

Aprendizaje, Física,
Educación Secundaria,
Aprendizaje de la Ciencia,
Simulación

Keywords:

Learning, Physics,
Secondary Education,
Science Learning,
Simulation



Resumen

Para promover en profesores de física, técnicas que promuevan el aprendizaje activo de la física en sus alumnos, se ha desarrollado un seminario utilizando vídeos, animaciones y experimentos. Esta experiencia se enmarca en el Proyecto Europeo MOSEM. Participaron veintiún profesores de física de la Región de Murcia. Se analiza el desarrollo del seminario para determinar el efecto que produjo en la formación de los docentes respecto a dos grandes bloques: competencias y uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) y expectativas y grado de satisfacción respecto al seminario. Los resultados indican que con una adecuada formación, el docente haciendo uso de TIC (específicamente, simulaciones de física), podría mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en secundaria.

Abstract

To promote physics teachers techniques that promote active learning in students of physics, has developed a seminar using videos, animations and experiments. This experience is part of the European Project MOSEM. Twenty-one physics teacher participated in the Region of Murcia. We analyze the seminar to determine the effect produced in the formation of teachers on two main groups: skills and use of information technology and communication (ICT) and expectations and degree of satisfaction with the seminar. The results indicate that with proper training, teachers using ICT (specifically, physical simulations) could improve the teaching and learning of physics in high school.

1. Introducción

1.1. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y su aplicación en la Enseñanza y el Aprendizaje de la física

Transcurrida la primera década del siglo XXI, pocos profesionales de la educación cuestionan las múltiples posibilidades que las TIC pueden ofrecer al ámbito educativo, desde la Educación Infantil hasta la Educación Superior. Fernández (2001:139), afirmó que «*la presencia de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos de nuestra sociedad hace inevitable su uso en entornos educativos*». Sin lugar a duda nos encontramos ante una sociedad estrechamente vinculada a las Nuevas Tecnologías siendo posiblemente la autonomía, organización y la velocidad, los tres términos que podrían sintetizar el porqué del éxito de las TIC (Wolton, 2000, citado en Martínez y Prendes, 2003). Nos encontramos en la llamada sociedad de la información y la comunicación, caracterizada por la velocidad, el cambio y la transformación, «*siendo lo único previsible lo imprevisible*» (Cabero y Llorente, 2007:20). En esta misma línea, en una publicación de la UNESCO (2005:15) se afirma que «*una de las características más contundentes de la civilización moderna es la rapidez con la que se producen los cambios*». Es por ello que la Educación debe de incluir en sus programas educativos formación en TIC, de esta forma se intentaría dando respuesta a las necesidades que la sociedad actual demanda. Es conveniente tener presente que antes de que las TIC se implementen en la educación hemos de tener en cuenta que toda innovación tecnológica requiere una innovación pedagógica. En esta línea, Escudero (2009:22), afirma que «*hoy como ayer sigue siendo cierto que las nuevas tecnologías no generan por sí mismas una verdadera renovación pedagógica*». De hecho, si analizamos el sistema educativo español, el papel de las TIC en la educación ha comenzado a ser relevante o por lo menos eso es lo que da a entender la legislación existente.

Múltiples y variadas son las aplicaciones y/o posibilidades de las TIC en la enseñanza de la ciencia. Seguidamente destacamos algunas de ellas tomando como referencia el trabajo realizado por Daza *et al.* (2009:321):

- Favorecen el aprendizaje de procedimientos y el desarrollo de destrezas intelectuales de carácter general (Pontes, 2005) y permiten transmitir información y crear ambientes virtuales combinando texto, audio, video y animaciones (Rose y Meyer, 2002). Además, permiten ajustar los contenidos, contextos, y las diversas situaciones de aprendizaje a la diversidad e intereses de los estudiantes (Yildirim *et al.*, 2001).
- Contribuyen a la formación de los profesores en cuanto al conocimiento de la química, su enseñanza y el manejo de estas tecnologías. Se pueden consultar, en multitud de páginas Web, artículos científicos, animaciones, videos, ejercicios de aplicación, cursos en línea, lecturas, etc.
- En los entornos virtuales, las posibilidades de sincronismo y asincronismo facilitan la comunicación y permiten que estudiantes y/o profesores de diferentes lugares del mundo intercambien ideas y participen en proyectos conjuntos.
- Las simulaciones de procesos fisicoquímicos permiten trabajar en entornos de varios niveles de sofisticación conceptual y técnica.

Siguiendo con las aportaciones del trabajo de Daza *et al.* (2009) los alumnos tienen la posibilidad de complementar otras formas de aprendizaje utilizadas en el aula gracias al uso de las TIC en clase, pueden mejorar «*la comprensión de conceptos difíciles o imposibles de observar a simple vista o en los laboratorios escolares*» (p.321). Actualmente la simulación y el vídeo son dos herramientas tecnológicas que están siendo muy utilizadas en la enseñanza de la física en Secundaria. La simulación puede llegar a convertir al ordenador en un verdadero laboratorio virtual, promoviendo la idea de aprender investigando, de esta forma la enseñanza por descubrimiento, que tantas dificultades prácticas en la experimentaciones ha tenido, podría verse beneficiada (Cañizares, 2008). Sin embargo, no podemos todavía afirmar que las simulaciones por ordenador sean usadas por la mayoría de los docentes, según Esquembre (s.f.) esto es

debido en muchos casos a que «los profesores se resisten a utilizar una tecnología que no comprenden o controlan con seguridad. En muchos otros, a que no encuentran un producto que satisfaga completamente sus necesidades educativas». Para este autor una buena solución sería formar a los docentes para crear sus propias simulaciones. Según la experiencia de Esquembre (s.f.), cuando se crea «una simulación, muchos profesores obtienen una nueva perspectiva del fenómeno que están tratando de explicar, lo que casi siempre incrementa su entusiasmo por el uso de esta tecnología con sus estudiantes».

A continuación destacamos dos de las muchas experiencias e investigaciones que existen en el uso de las simulaciones en la enseñanza de la física en Secundaria. Por un lado, el Dr. Esquembre de la Universidad de Murcia ha desarrollado un entorno de diseño de simulación (*Easy Java Simulations*, EJS) muy destacable dentro del ámbito de la física (Esquembre, 2004). El EJS es una herramienta de software diseñada para la creación de simulaciones sencillas por computador, es decir, «un programa que intenta reproducir, con fines pedagógicos o científicos, un fenómeno natural a través de la visualización de los diferentes estados que éste puede presentar» (Esquembre, s.f.). EJS ha sido diseñada para enseñar a una amplia audiencia como crear de forma sencilla y rápida simulaciones científicas en Java. Estudiantes, profesores e investigadores de ciencias con un conocimiento básico de programación informática son los destinatarios del EJS, por lo que está pensado para «personas que están más interesadas más en el contenido de la simulación, en el fenómeno mismo que se simula, que en los aspectos técnicos necesarios para construir la simulación» (Esquembre, s.f.). Por otro lado, Cañizares Millán (profesor de Física y Química en secundaria, en la Región de Murcia, España) llevó a cabo una propuesta de enseñanza basada en el uso de simulaciones con alumnos de 4º de la ESO, analizando los resultados obtenidos sobre el aprendizaje de los alumnos. Esta experiencia incluye unas conclusiones interesantes, tales como: (a) es posible aprender autónomamente mediante simulaciones; (b) las simulaciones pueden ser muy efectivas en la enseñanza de la física si son compatibilizadas con las explicaciones del profesor; (c) los alumnos aprenden activamente y con mayor motivación; (d) las simulaciones facilitan la atención a la diversidad, puesto que cada alumno llevó su propio ritmo de aprendizaje; (e) es importante seleccionar muy bien las simulaciones que se vayan a utilizar, si en Internet no están disponibles sería interesante que el docente tuviera la capacidad de crear sus propias simulaciones, y (f) en el uso de la simulación es importante tener claro qué información se quiere dar al alumno y qué es lo que pretendemos que ellos mismos descubran con esta tecnología.

1.2. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias

Con Fernández y Orribo (1995:4), podemos distinguir cinco tipos de modelos de la enseñanza de las ciencias, que sintetizan opiniones e ideas no excluyentes de diferentes autores:

- Tradicional, transmisor-recepto
- Técnico, científicista, eficaz, transmisor-estructurado:
- Humanista, práctico, estructuración-construcción.
- Descubridor, descubrimiento investigativo.
- Constructivista, de elaboración, crítico, reflexivo, investigador en el aula.

Según Mayer (2010:358) autores como Eylon y Linn (1988) y Halpen (1992) han demostrado que existe la «posibilidad de enseñar las habilidades de pensamiento científico» debiendo ser revisados «los currículos de educación científica en el sentido de resaltar la naturaleza del razonamiento científico como proceso creativo». Simon (1980) afirma que la enseñanza en ciencias debería «proporcionar una base de conocimientos amplia (...) y desarrollar estrategias generales de solución de problemas pertinentes para la ciencia» (citado en Mayer, 2010:368). Por otra parte Schunn y Anderson (2001) afirman que «diversas habilidades científicas básicas ni se impartían, ni se aprendían en gran medida» (citado en Mayer, 2010:368). Todos los problemas con los que el docente se encuentra a la hora de enseñar ciencias ha provocado que surjan numerosos «intentos de renovación de la enseñanza de las ciencias, que han conducido a un rápido desarrollo de la investigación específica en torno a los problemas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias» (Sierra, 2005:23). El

docente siempre debe tener en cuenta la meta de la educación científica, que según Sierra (2005:24) es «completar la mente del alumno, más que cambiar su organización, ya que el conocimiento cotidiano es compatible con el científico». Además ha de tener presente que «los alumnos acceden a las clases de ciencias con muchas concepciones previas que a veces pueden ser resistentes a las instrucciones tradicionales», sugiriendo el uso de una «técnica para enseñar que se orienta específicamente a ayudar a los alumnos a revisar sus intuiciones y concepciones científicas» (Mayer, 2010:318). La superación de estas concepciones previas en el contexto de aprendizaje-enseñanza requiere cambio conceptual en el alumno. Como sabemos desde Piaget (1985; citado por Mayer, 2010:308), «los niños reestructuran sus conocimientos cuando tienen la experiencia de que el mundo no concuerda con ellos». El cambio conceptual será clave para el aprendizaje de las ciencias y requiere una actividad de aprendizaje con tres pasos fundamentales: reconocimiento de una anomalía, construcción de un modelo nuevo y utilización del modelo nuevo. Así pues, en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, el cambio conceptual puede «ayudar a los alumnos a cambiar sus concepciones previas y no sólo a añadir información nueva a su memoria» (Mayer, 2010:305).

Si recordamos la teoría del aprendizaje como asimilación frente al aprendizaje como acomodación, los alumnos aprenden mediante asimilación cuando incorporan información nueva a sus conocimientos previos, siendo ésta a veces incompleta al no incluir las formas más profundas de cambio conceptual (Mayer, 2010), las cuales se evidencian con la acomodación, que requerirá que el alumno elabore una concepción nueva para explicar la nueva información previamente poco comprensible. Según esta teoría existe un tipo de razonamiento científico, la creación de hipótesis, que es necesaria cuando las hipótesis disponibles no sirven y se ve obligado a generar nuevas a partir de un replanteamiento del problema (Mayer, 2010:342).

Para este difícil reto del cambio conceptual, las mejores metodologías docentes son de tipo activo. El aprendizaje activo, destaca como una herramienta esencial para la innovación educativa en las diversas etapas de la enseñanza e incluye diversos métodos como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje cooperativo, práctica en el laboratorio, tutorías, y discusión de casos prácticos, entre otros, así como el empleo de las TIC (Escudero, Martín y Pinto, 2007). Según Margalef (2005:4) «los estudiantes tienen que aprender por sí mismos, nadie aprende por otro. El alumno tiene que transformar la información en conocimiento y este en sabiduría». Para ello todas las estrategias de aprendizaje activo deben considerar, fundamentalmente que los estudiantes: (a) se involucren activamente en las clases; (b) participen en actividades relacionadas con los temas expuestos, como son la lectura de documentación adicional, las discusiones o debates sobre aspectos específicos, o bien el desarrollo de resúmenes o trabajos escritos; (c) aumenten su motivación y (d) desarrollen su capacidad de análisis, de síntesis y de evaluación, a través de los debates o discusiones surgidos a lo largo del desarrollo de la actividad o trabajo propuesto. Por nuestra parte añadiríamos que el docente que dirige una estrategia de aprendizaje activo debe restar énfasis a la transmisión de la información para esforzarse en explorar las habilidades, aptitudes y valores del estudiante.

1.3. El trabajo colaborativo

Para Barkley, Cross y Howell (2007:16) «colaborar es trabajar con otra u otras personas (...). Es aprender mediante el trabajo en grupo, en vez de hacerlo trabajando solo». De hecho la Real Academia Española lo define como la acción de «trabajar con otra u otras personas en la realización de una obra» (RAE). Prendes (2000) entiende que el trabajo colaborativo se da en «situaciones de interacción social en las cuales un grupo de sujetos ha de conseguir realizar una tarea predefinida en la cual el objetivo final de logro es la suma de la consecución de los objetivos individuales de cada miembro del grupo en situaciones de ayuda no competitivas». Además resaltamos la idea que la autora nos ofrece en trabajos posteriores al decir que «todo trabajo colaborativo es trabajo en grupo, mientras que no todo trabajo en grupo es trabajo colaborativo» (Prendes, 2003:106). En la Figura 1, Slavin (1995) nos ofrece los efectos deseables del trabajo colaborativo.

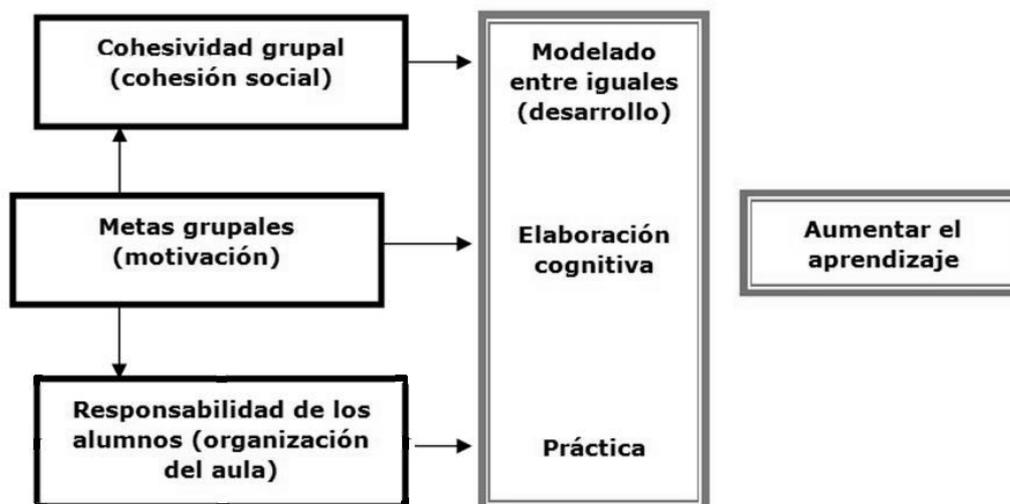


Figura 1. Efectos deseables del trabajo colaborativo (Slavin, 1995)

Prendes (2003:105) realiza una adaptación del trabajo realizado por Martínez (1999), en la que nos ofrece las principales características del trabajo colaborativo: (1) es necesaria una alta interacción entre alumnos; (2) responsabilidad individual en el logro; (3) Interdependencia positiva entre todos los miembros del grupo; (4) Los alumnos desarrollan técnicas interpersonales y de trabajo grupal; (5) según las metas, el alumno recibe un conjunto de materiales o una parte del conjunto; (6) el profesor no es la fuente de información; (7) el profesor define los objetivos, la tarea, el proceso y la evaluación; y (8) tareas diseñadas para la colaboración y no para la competición.

El trabajo colaborativo, cuando verdaderamente lo es, exige al profesorado una mayor dedicación e implicación en el proceso de enseñanza. No significa en absoluto simplificar su labor docente ni un intento de trabajar menos para que trabajen más los alumnos (Prendes, 2000). Además exige «diseñar procesos de enseñanza en los que entenderemos que colaborar es una forma de aprender y a la vez aprender a colaborar es un objetivo del proceso de enseñanza» (Martínez y Prendes, 2003). Por tanto según los autores existe «una intencionalidad clara y a ello se une la necesidad de planificar todo el proceso de colaboración (...) clara definición de los roles de los actores, de las tareas y de los objetivos; planificación de la metodología y el calendario; (...) planificación de la interacción entre los alumnos (cuándo, cómo y para qué); diseño de los procedimientos y criterios de evaluación». Concluyendo con el término, el método de trabajo colaborativo también puede desarrollarse como herramienta de trabajo entre profesores, ya sea para la formación inicial o permanente [tal y como sucedió en la experiencia realizada de este estudio] o como método de trabajo para la organización, planificación y gestión de los centros (Prendes, 2003:117). En este caso los docentes son los que «construyen su conocimiento en interacción con otros profesionales de la enseñanza, lo que a su vez puede ir relacionado o no con los métodos colaborativos en el aula para trabajo con los alumnos». Por otro lado, y en opinión de Fernández (2011:12) «hay que formar al alumnado para que en un futuro aprendan a valerse por sí mismos, pero al mismo tiempo también deben aprender a trabajar en equipo y a capacitarse y habilitarse no solo para una sociedad competitiva, sino para una sociedad cohesionada y sostenible».

2. Método

2.1. Problema de investigación

Los investigadores del Proyecto MOSEM partieron del problema de la falta de profesores competentes de ciencias, especialmente los docentes de física, provocando y dificultando el «reclutamiento» de buenos candidatos. Una de las principales acciones que lleva a cabo este proyecto europeo es la formación del profesorado de física mediante seminarios. Una vez finalizada la revisión

bibliográfica, nos surgió la siguiente cuestión: ¿con una adecuada formación, el docente haciendo uso de TIC, podría mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en Secundaria? Esta pregunta fue la que originó el diseño metodológico, dando lugar a una recogida y análisis de datos, obteniendo a través de ellos unos resultados y una serie de conclusiones que desarrollaremos en este trabajo.

2.2. Proyecto MOSEM²

En este proyecto europeo se enmarca nuestra actividad investigadora, formando parte de la familia del Proyecto Supercomet compuesto por 40 miembros (Universidades, Escuelas, compañías...) como, por ejemplo, la Universidad de Murcia y el I.E.S Juan de la Cierva y Codorniu de Totana (Región de Murcia). Participan 16 países (Austria, Bélgica, República Checa, Francia, Alemania, Italia, Letonia, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovenia, España y Reino Unido). Desarrollado a partir de los resultados del Proyecto MOSEM², SUPERCOMET 2, y SUPERCOMET. Ha estado activo desde Diciembre de 2008 hasta Diciembre de 2010. Este proyecto, en el cual hemos participado, promueve el aprendizaje permanente en la física y la mejora pedagógica de los profesores de ciencias en la enseñanza secundaria a través de ofrecer una gama de herramientas de modelado basado en soluciones o aplicaciones sin ánimo de lucro, así como los resultados de anteriores proyectos. Los resultados tangibles del proyecto MOSEM2 incluyen nuevos contenidos. Los nuevos materiales combinan los modelos matemáticos, simulaciones y análisis de vídeo de un simple experimento de mesa, invitando a la reflexión, con el apoyo de materiales electrónicos e impresos (vídeos, animaciones y texto).

De este proyecto se ha seleccionado para esta investigación los seminarios dirigidos a profesores de Secundaria. Dicho seminario (<http://webs.um.es/jmz/mosem2/>) fue diseñado en la Universidad de Murcia en colaboración con el Centro de Profesores y Recursos de Lorca y su objetivo era que los participantes puedan experimentar de primera mano estos recursos, así como los métodos pedagógicos para facilitar el aprendizaje activo, basándose en los resultados de SUPERCOMET 2 y MOSEM. Además, se tiene previsto que MOSEM² mejore en los resultados anteriores de SUPERCOMET 2 y MOSEM añadiendo una explicación de la mecánica cuántica de la física detrás de la superconductividad.

Tal y como hemos mencionado, la Universidad de Murcia ha participado en los proyectos anteriormente desarrollados, especialmente a través del grupo COLOS (iniciales de Conceptual Learning of Science, Aprendizaje Conceptual de la Ciencia, disponible en <http://www.colos.org>), que es una asociación de equipos de investigación de diversas universidades que promueve el desarrollo de métodos de enseñanza innovadores en la ciencia y en la tecnología, y que se caracteriza por su interés en el aprendizaje y la comprensión de conceptos fundamentales de la ciencia; la integración de la comprensión cualitativa e intuitiva con métodos cuantitativos y el uso de simulaciones y de material basado en Red.

2.3. Objetivos

Nuestro trabajo consistió en determinar el efecto que produjo el seminario en la formación de los docentes respecto a dos grandes bloques: (1) las competencias y el uso de TIC de los profesores de Física y Química de Secundaria (participantes del seminario); y (2) las expectativas y el grado de satisfacción respecto al seminario (Serrano y Zamarro, 2010). Definimos cuatro objetivos específicos, los cuales constituyeron las finalidades en nuestro proceso de evaluación:

1. Determinar qué tipo de competencias tenían los docentes sobre el uso de TIC.
2. Valorar las competencias sobre el uso de TIC de los profesores después del seminario.
3. Conocer las expectativas de los docentes sobre el seminario.
4. Analizar el grado de satisfacción de los profesores sobre el seminario.

2.4. Muestra

La muestra por conveniencia fue un grupo de profesores que participaron en el seminario de formación enmarcado en el proyecto MOSEM². La muestra invitada fue de 21 profesores y la muestra real fue de 17 sujetos en el cuestionario inicial y de 16 en la realización del cuestionario final. La causa de que la muestra invitada y real no coincidiese fue debido a la ausencia ese día de los docentes al seminario. Se reunieron profesores de física y química de Educación Secundaria de diferentes centros y localidades de la Región de Murcia (Totana, Beniaján, Ceutí, La Unión, El Palmar, Moratalla, Torrepackeco, Ceutí, Cartagena y Murcia).

El porcentaje de mujeres que ha contestado a los cuestionarios inicial (10 mujeres y 7 hombres) y final (9 mujeres y 7 hombres) es sensiblemente superior al de los hombres en ambos casos, superando en tres y dos puntos respectivamente las puntuaciones femeninas, sin embargo podemos afirmar que la variable sexo está prácticamente igualada. La edad media de los participantes en el seminario y en la presente evaluación se sitúa sobre los cincuenta años encontrándose todos los sujetos entre treinta y ocho y sesenta y tres años, tanto en la información recogida en el cuestionario inicial como el final. En cuanto a los años de experiencia de los profesores en centros de Educación Secundaria, la media de años se encuentra sobre los veintidós años siendo prácticamente igual a los años de experiencia como docentes en la asignatura de Física y Química, (veintiún años). Este dato es relevante en el momento de la interpretación de los resultados del análisis de datos recogidos en los instrumentos utilizados para la evaluación, puesto que todos los participantes poseen prácticamente la misma experiencia tanto como docentes como de profesores de Física y Química.

2.5. Instrumentos

El instrumento que hemos utilizado para la evaluación del seminario de profesores del Proyecto Mosem² ha sido un cuestionario diseñado por el Grupo de Investigación de Tecnología Educativa (GITE) de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia realizando dos versiones: inicial y final (ver Anexos). Ambos están estructurados en secciones las cuales incluyen una serie de ítems que han de ser valorados del siguiente modo: (1) nada, (2) poco, (3) algo, (4) bastante, (5) mucho. Solamente uno de los ítems (número 6) permite la elección múltiple de opciones. El objetivo de estos instrumentos fue recoger información relevante sobre las competencias y el uso de TIC de los profesores de Física y Química y las expectativas y el grado de satisfacción respecto al seminario. Además estos cuestionarios permitieron analizar el efecto que el programa formativo produjo en la formación de los profesores puesto que se administró uno de ellos en la primera sesión y otro en el último día del seminario.

2.6. Procedimiento

Antes de explicar el procedimiento de cómo se recogió la información, es conveniente decir brevemente cómo se desarrolló el seminario. Tomando como referencia un trabajo previo (Serrano y Zamarro, 2010), el seminario se dividió en cuatro sesiones, cada una de dos horas y media de duración. La primera sesión fue dividida en dos partes. La primera fue dedicada a presentar el Seminario de Profesores y sus objetivos, informar sobre el Modelo EFQM (*European Foundation for Quality Management*) y realizar un cuestionario para averiguar las habilidades de los profesores con las TIC y su uso en la clase, y sobre sus expectativas sobre el Seminario. En la segunda parte del primer día, los profesores trabajaron con las animaciones de la aplicación de ordenador y los vídeos del canal MOSEM en *Youtube*. Para realizar este trabajo se dividieron en cuatro grupos: un grupo trabajó con el módulo de conducción, otro grupo trabajó con el módulo de magnetismo y otro con el módulo de inducción de la aplicación de ordenador; finalmente el cuarto grupo trabajó con los vídeos del canal MOSEM en *YouTube*. Se solicitó la realización de un informe sobre los temas revisados. Las tres sesiones siguientes tuvieron una configuración completamente diferente. Se seleccionaron tres temas, en la segunda sesión se trabajó sobre

imanes, en la tercera sesión se trabajó sobre magnetismo y corriente eléctrica y la cuarta se dedicó a la inducción electromagnética y las corrientes de *Eddy*. Se finalizó con una demostración de levitación superconductor (Serrano y Zamarro, 2010).

En esta experiencia piloto, no se pretendió aprender contenido, puesto que lo más importante era desarrollar a cabo metodologías colaborativas y participativas para poder aplicarlas a cualquier tema. Para ello se elaboraron procedimientos para el aprendizaje activo utilizando las TIC. El cuestionario inicial fue suministrado a los docentes el primer día del seminario, una vez que se formalizó la presentación del mismo. Antes de pasarlo, simplemente se explicó su finalidad, tardando entre cinco y diez minutos para su cumplimentación. Tanto el coordinador del seminario como uno de los profesionales de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia fueron los responsables de llevar a cabo y supervisar dicha tarea. La misma operación se siguió con el cuestionario final, cumplimentado al final de la última sesión del seminario.

3. Resultados

Presentamos un resumen de los análisis realizados, mostrando los resultados obtenidos tanto del cuestionario inicial como del final y concluyendo con un análisis en el que relacionaremos los resultados de ambos momentos de la evaluación (inicial y final). Para el análisis de los resultados del cuestionario inicial, procederemos en primer lugar a interpretar algunos de los ítems del apartado competencias y uso de las TIC. Los docentes:

- Consideran que sus alumnos utilizan poco las TIC dentro del aula para el desarrollo de algunas actividades de la asignatura de Física y Química (ítem 9).
- Utilizan poco las TIC durante las actividades realizadas de manera individual (ítem 13).
- Opinan que disponen de pocos recursos proporcionados por algún tipo de apoyo externo al centro (ítem 18).
- Colaboran poco con otros colegas de profesión, al igual que hacen poco uso de redes para acceder a información y a expertos externos (ítem 21).
- Creen que sus alumnos utilizan algo las TIC fuera del aula para el desarrollo de algunas actividades de la asignatura de Física y Química (ítem 8).
- Conocen (algo) la diversidad de aplicaciones y herramientas específicas y las utiliza con flexibilidad en diferentes actividades (ítem 14).
- Consideran (algo) el uso de TIC y su integración curricular como una verdadera necesidad tanto para el profesor como para el alumno (ítems 19,20).
- Dicen que les gusta bastante el uso de las TIC en sus clases (ítem 7).
- Opinan que el uso de TIC facilita bastante el proceso de enseñanza-aprendizaje (ítems 15 y 16).
- Utilizan en mayor medida los materiales propios de un laboratorio de Física y Química, pizarra tradicional e internet. Por el contrario la pizarra digital apenas la utilizan.

A continuación interpretamos algunos de los ítems correspondientes al apartado expectativas del seminario. Los docentes:

- Niegan rotundamente que asisten al seminario por presión de otros compañeros de profesión o por otro tipo de intereses que no sean los propios de la mejora profesional (ítems 23 y 24).
- Han tenido pocas experiencias de formación sobre simulaciones virtuales (ítem 31).
- Creen que el contenido del curso podría mejorar en algo su metodología didáctica (ítem 27).
- Piensan que el seminario perfeccionará algo ciertas habilidades y competencias que ya poseen sobre el uso de TIC en el aula (ítem 28).
- Afirman que tiene bastante intención de llevar a la práctica inmediatamente los posibles aprendizajes que tengan en el seminario (ítem 29).

- Consideran (bastante) que en el seminario pueden aprender nuevas técnicas y métodos para la enseñanza de la Física y Química (ítem 30).
- Afirman que las simulaciones virtuales pueden ser bastante interesante para los alumnos (ítem 32).
- Pretenden compartir (bastante) con otros compañeros de su centro lo que puedan aprender gracias al seminario (ítem 33).

Antes de iniciar el análisis de los resultados del cuestionario final, recordamos que este instrumento de evaluación recoge información clave para lograr uno de los objetivos de esta investigación, determinar el efecto que produjo el seminario en la formación de los docentes, puesto que en este momento del proceso evaluativo se obtienen datos una vez finalizado el seminario. Al igual que hicimos durante el análisis del cuestionario inicial, procederemos en primero lugar a interpretar algunos de los ítems del apartado competencias y uso de las TIC. Los docentes:

- Consideran que su centro dispone de pocos espacios y tiempos adecuados para hacer uso de los recursos tecnológicos que han aprendido durante el seminario (ítem 17) y a su vez afirman que necesitan bastante apoyo externo para la implementación de TIC en el aula tras lo visto durante el seminario (ítem 18).
- Afirman que tienen (poco) previsto utilizar las TIC durante las actividades en las que los alumnos trabajan de forma individual (ítem 12). Sin embargo utilizaran (bastante) las TIC durante la clase y/o durante las actividades realizadas en pequeños grupos (ítem 10 e ítem 11, respectivamente).
- Dicen que tienen pensado usar (bastante) las TIC en sus clases (ítem 5).
- Afirman que durante el seminario han conocido (bastante) nuevas aplicaciones y/o herramientas específicas que pueden mejorar el desarrollo de sus clases (ítem 8). Al igual que consideran (bastante) que lo aprendido en el seminario les capacita más para integrar el uso de las TIC en su aula (ítem 9).
- Consideran (bastante) que sus alumnos pueden utilizar más las TIC dentro del aula para el desarrollo de algunas actividades de la asignatura de Física y Química (ítem 13).
- Afirman que teniendo en cuenta lo visto en el seminario, el uso de TIC puede facilitar bastante el proceso de enseñanza y aprendizaje en su materia (ítem 15 e ítem 16, respectivamente).
- Opinan que el uso de TIC y su integración curricular es una verdadera necesidad (bastante) tanto para el alumno como para el profesor (ítem 19 e ítem 20, respectivamente).
- Afirman que les gustaría colaborar (bastante) con otros docentes y hacer uso de redes para acceder a información, a colegas y a expertos externos.
- Una vez finalizado el seminario, podrían utilizar en adelante, en mayor medida, las siguientes tecnologías en sus aulas: simulaciones y/o animaciones virtuales, materiales propios de un laboratorio de Física y Química e Internet (ítem 6).

Seguidamente ofrecemos algunos de los resultados de los ítems del cuestionario final correspondientes al apartado expectativas del seminario. Los docentes:

- No consideran que el seminario sirviese, en exclusiva, para satisfacer necesidades de certificación (ítem 23).
- Afirman que el seminario ha satisfecho bastante sus necesidades de formación y que les gustaría (bastante) volver a participar en cursos de formación para el uso de TIC en el aula (ítem 22 e ítem 24, respectivamente).
- Creen (bastante) que lo aprendido durante el seminario tendrá impacto directo en sus clases (ítem 25).
- Consideran que las simulaciones y/o animaciones virtuales vistas en el seminario son bastantes interesantes tanto para ellos como para los alumnos (ítem 30 e ítem 31).
- Tienen pensado (bastante) compartir con otros compañeros de su centro lo aprendido en el seminario.

Puesto que uno de los principales objetivos de nuestro trabajo de evaluación del seminario es determinar el efecto que éste produjo en la formación de los docentes respecto a dos grandes bloques, competencias y uso de TIC y grado de satisfacción del seminario, ofrecemos a continuación un análisis en el que relacionaremos los resultados de ambos momentos del proceso evaluativo (inicial y final). En primer lugar analizaremos las relaciones de los resultados de los ítems de ambos cuestionarios del apartado competencias y uso de las TIC. La Tabla 1 pretende facilitar su lectura y comprensión.

Tabla 1. Porcentajes de las valoraciones de los ítems correspondientes al apartado competencias y uso de las TIC de los cuestionarios inicial y final.

Nº ítem cuest. inicial	Valoración en porcentajes (%)										Nº ítem cuest. final
	Nada (1)	Poco (2)	Algo (3)	Bastante (4)	Mucho (5)	Nada (1)	Poco (2)	Algo (3)	Bastante (4)	Mucho (5)	
5	5.9	29.4	35.3	29.4	0	0	0	18.8	50	31	5
7	5.9	0	29.4	41.2	23.5	0	0	12.5	37.5	37.5	7*
8	0	11.8	64.7	23.5	0	0	0	56.3	37.5	6.3	14
9	17.6	41.2	29.4	5.9	5.9	0	0	31.3	56.3	12.5	13
10	0	11.8	47.1	35.3	5.9	0	6.3	12.5	50	25	9*
11	5.9	17.6	58.8	17.6	0	0	0	25.0	50	18.8	10*
12*	5.9	41.2	23.5	23.5	0	0	0	25	50	18.8	11*
13*	17.6	29.4	23.5	23.5	0	0	6.3	31.3	31.3	6.3	12*
14	5.9	17.6	41.2	29.4	5.9	0	12.5	0	56.3	31.3	8
15	5.9	0	29.4	41.2	23.5	0	0	18.8	31.3	43.8	15*
16	0	0	52.9	23.5	23.5	0	0	0	50	43.8	16
17	0	41.2	23.5	35.3	0	6.3	37.5	25	18.8	12.5	17
18	35.3	29.4	17.6	17.6	0	6.3	6.3	37.5	25	25	18
19	0	11.8	47.1	29.4	11.8	0	6.3	12.5	56.3	25	19
20	0	5.9	58.8	17.6	17.6	0	0	25	56.3	18.8	20
21	29.4	11.8	35.3	23.5	0	0	0	18.8	50	31	21

Los porcentajes que aparecen en cursiva en las Tablas 1 y 2 son relevantes para el análisis del efecto que el seminario produjo en la formación del profesorado. Aquellos ítems en los que uno o más docentes no contestaron han sido marcados con un asterisco (*). Seguidamente ofrecemos en la Tabla 2 los porcentajes de las valoraciones de los ítems correspondientes al apartado expectativas del curso que son pertinentes para el análisis de los resultados.

Tabla 2. Porcentajes de las valoraciones de algunos de los ítems correspondientes al apartado expectativas del seminario de los cuestionarios inicial y final.

Nº ítem cuest. inicial	Valoración en porcentajes (%)										Nº ítem cuest. final
	Nada (1)	Poco (2)	Algo (3)	Bastante (4)	Mucho (5)	Nada (1)	Poco (2)	Algo (3)	Bastante (4)	Mucho (5)	
22	29.4	11.8	35.3	23.5	0	0	6.3	6.3	62.5	25	22
27	5.9	5.9	52.9	29.4	5.9	0	6.3	43.8	25	25	26
28	0	5.9	58.8	23.5	11.8	0	6.3	43.8	31.3	18.8	27
29*	0	0	35.3	41.2	17.6	6.3	12.5	18.8	31.3	31.3	28
30	0	0	17.6	76.5	5.9	0	6.3	37.5	31.3	25	29
32	0	0	29.4	47.1	23	0	6.3	6.3	62.5	31.3	31
33*	0	0	17.6	47.1	29.4	0	0	31.3	37.5	31.3	32

4. Conclusiones

4.1. Conclusiones generales

Este estudio empírico pretendía fundamentalmente determinar el efecto que produjo un Seminario en la formación de docentes de física de distintos centros de Educación Secundaria respecto a dos grandes bloques: el primero de ellos sobre competencias y el uso de TIC; y el segundo, sobre las expectativas y el grado de satisfacción respecto al seminario. Para ello contamos con la colaboración de los docentes participantes cuya media de edad se situaba sobre los cincuenta años encontrándose todos los sujetos entre treinta y ocho y sesenta y tres años, contando con aproximadamente el mismo número de hombres que de mujeres. Se trata de profesores con gran experiencia en la docencia (veintidós años de media). Para la recogida de información de la presente evaluación se utilizaron dos cuestionarios: inicial y final. Una vez finalizado el proceso de evaluación del seminario de profesores, extraemos una serie de conclusiones que, resumidamente, pasamos a exponer a continuación.

En referencia al bloque competencias y el uso de TIC:

- Antes de iniciar el seminario, los docentes opinaron que el uso de TIC facilita bastante el proceso de enseñanza y aprendizaje y que el uso de estas tecnologías era de su agrado, sin embargo, afirmaron que sus alumnos utilizan poco las TIC dentro del aula para el desarrollo de algunas actividades de la asignatura de física y química. Por lo que entendemos que el profesorado realmente desea integrar las TIC en sus clases pero pueden tener dudas a la hora de implementar las actividades con TIC. Este tipo de afirmaciones fueron ratificadas con mayor fuerza al finalizar el programa.
- Una vez finalizado el seminario, los docentes afirmaron que disponen de pocos espacios y tiempos para hacer uso de los recursos tecnológicos que han aprendido, y a su vez afirman que necesitan bastante apoyo externo para la implementación de TIC en el aula.
- Tras la realización del seminario, los profesores consideraron que se encuentran más capacitados para integrar el uso de las TIC en sus aulas, afirmando a su vez que sus alumnos pueden utilizarlas más tanto dentro como fuera de clase para el desarrollo de algunas actividades, siendo una verdadera necesidad tanto para el alumno como para el profesor.
- Antes de iniciar el seminario, los docentes utilizaban en mayor medida los materiales propios de un laboratorio de física y química, pizarra tradicional e internet, por este orden. Sin embargo, al finalizar dicho programa formativo, afirmaron que las tecnologías que en adelante podrían utilizar en mayor medida serían: simulaciones y/o animaciones virtuales, materiales propios de un laboratorio e internet, por este orden.
- Uno de los pensamientos que el profesorado tenía al inicio del seminario y que más fue modificado tras su realización fue el siguiente: al inicio los profesores consideraban muy poco apropiado el uso de TIC durante las actividades en pequeños grupos, sin embargo, esta afirmación cambió rotundamente al final.
- Un aspecto y objetivo importante de este seminario fue lograr que los profesores se encuentren más motivados para colaborar con otros docentes y hacer uso de redes para acceder a información, a colegas y a expertos externos, puesto que al inicio del programa no mostraron interés en esta acción y al final del mismo cambiaron de parecer drásticamente.

En referencia al bloque expectativas del seminario:

- Al inicio del seminario, los docentes afirmaron que apenas habían tenido experiencias de formación sobre simulaciones virtuales, considerando que éste podría perfeccionar ciertas habilidades y competencias que ya poseían sobre el uso de TIC en el aula pudiendo aprender nuevas técnicas y métodos para la enseñanza de la física y química. Una vez finalizado

- el seminario, los profesores opinaron que sus necesidades de formación y expectativas habían sido, no solo satisfechas, sino superadas, e incluso deseaban volver a participar en cursos de formación para el uso de TIC en el aula.
- Tanto al inicio como al final del seminario, los docentes tenían la intención de llevar a la práctica inmediatamente los posibles aprendizajes que se lleven a cabo, teniendo un impacto directo en sus clases. Por otro lado consideran que las animaciones y/o simulaciones virtuales vistas en el seminario son interesantes tanto para ellos como para los alumnos, más de lo que en un principio afirmaron.

4.2. Limitaciones del estudio

Tal y como teníamos previsto, los resultados y en consecuencia las conclusiones, no pueden ser generalizados a otras personas o ambientes, por lo que los hallazgos del estudio no pueden ser utilizados como conocimiento para otras poblaciones y situaciones. Sin embargo esto no significa que los resultados no sean útiles, simplemente significa que es necesaria mucha cautela a la hora de generalizar. El objetivo era conseguir un mejor entendimiento de las relaciones que pueden existir debiendo interpretar los resultados como válidos para profesores similares a los estudiados, es decir, no descartando los resultados, sino limitarlos al tipo de sujetos de la muestra. Por otra parte, teniendo en cuenta que los métodos de recogida de datos no son altamente consistentes, la muestra debería de haber sido mayor para compensar el error intrínseco en la recogida de datos. Este tipo de limitaciones eran previstas, puesto que el número de docentes participantes en un seminario de formación no puede ser muy alto por cuestiones administrativas.

5. Referencias bibliográficas

- Barkley, E. F., Cross, K. P. & Howell, C. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo*. Madrid: Morata.
- Cañizares, M.; Zamarro, J.M.; Fernández, L. y Amorós, L. (2008). *Enseñanza de la conducción eléctrica con simulaciones informáticas en el marco del proyecto SUPERCOMET. Una experiencia en el IES Juan de la Cierwa de Totana*. Disponible en http://webs.um.es/jmz/jmz/SUPERCOMET_COMUNICACION.pdf
- Daza, E., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, Á., Guerrero, N., Gurrola, A., Joyce, A., y otros. (2009). *Experiencias de enseñanza de la Química con el apoyo de las TIC*. Obtenido 29 Mayo 2011, desde http://www.montenegroripoll.com/Artigos/revista_mexicana_2009.pdf
- Escudero, J. M. (2009). Prólogo. En J. De Pablos (Coord.), *Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Málaga: Aljibe, 19-25
- Escudero, P., Martín, M. y Pinto, G. (2007). Introducción. En G. Pinto (Ed.), *Aprendizaje activo de la Física y la Química*. Madrid: Equipo Sirius, 11-14
- Esquembre, F. (2004). *Creación de Simulaciones Interactivas en Java*. Madrid: Pearson.
- Esquembre, F. (s.f.). Página web personal. Obtenido 15 Enero 2011, desde <http://www.um.es/fem/EjsWiki/Es/WhatIs>
- Fernández, J. y Orribo, T. (1995). *Los modelos didácticos en la enseñanza de la Física*. Ponencia IX Congreso de la Didáctica de la Física. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Septiembre de 1995, Madrid.
- Fernández, M. (2001). La aplicación de las nuevas tecnologías en la educación. *Didáctica Universitaria*, 6, 139-148.
- Fernández, L. (2011). Proyectos telemáticos escolares: trabajo cooperativo y competencias digitales hacia el emprendizaje. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 10, (2), 11-19. Obtenido 15 diciembre 2011, desde <http://campusvirtual.unex.es/revistas/index.php>
- Margalef, L. (2005). Innovar desde dentro: transformar la enseñanza más allá de la convergencia europea. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37, (3), 1-12
- Martínez, F. (1999). El trabajo colaborativo y sus posibilidades como método de telenseñanza, Seminario impartido en Monterrey (México).
- Martínez, F. y Prendes, M.A. (2003). ¿Adónde va la educación en un mundo de tecnologías? En F. Martínez (Coord.) *Redes de comunicación en la enseñanza: las nuevas perspectivas del trabajo corporativo*, Barcelona: Paidós, 281-300.
- Mayer, R.E. (2010). *Aprendizaje e Instrucción*. Madrid: Alianza.
- Piaget, J. (1985). *The equilibrium of cognitive structures*. Chicago: University of Chicago Press.
- Prendes, M.A. (2000). Trabajo colaborativo en espacios virtuales. En J. Cabero, J. Salinas y F. Martínez (Coords.). *Medios audiovisuales y nuevas tecnologías para la formación en el siglo XXI*, Murcia: DM, 223-246.

- Prendes, M.A. (2003). Aprendemos ¿cooperando o colaborando?. Las claves del método. En F. Martínez (Coord.) *Redes de comunicación en la enseñanza: las nuevas perspectivas del trabajo corporativo*, Barcelona: Paidós, 93-127.
- Serrano, J.L. y Zamorro, J.M. (2010). *Formación de docentes de Física en métodos activos de enseñanza utilizando TIC, dentro del Proyecto Europeo MOSEM²*. Disponible en http://webs.um.es/jmz/jmz/Formacion_docentes_Fisica.pdf
- Sierra, J.L. (2005). *Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato*. Centro de Investigación y documentación Educativa. N° 167 de la colección Investigación. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Simon, H. A. (1980). Problem solving and education. En D. T. Turna & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in Teaching and Research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning. Theory, Research and Practice*. Massachussetts: Allyn & Bacon.

Cuestionario inicial. Acceso mediante el siguiente enlace:

<https://docs.google.com/document/d/1-1mPF44314QLpanF8ApiQsdilqKzsAG-9DfiY6BMNBY/edit?hl=es#>

Cuestionario final. Acceso mediante el siguiente enlace:

https://docs.google.com/document/d/1dsHNVOg7WDkk5SpnRgZ_83jW0xyjPeJMWNJqB9ynpTA/edit?hl=es#

