

## **Evaluación de la transferencia de la formación permanente: análisis de una experiencia de talleres sobre astronomía**

### **Assessing applying of continuous learning: analysis of an experience of workshops on astronomy**

#### Resumen

En el marco de un proyecto europeo para acercar la astronomía a los niños, se desarrollaron varias acciones de formación permanente del profesorado, entre ellas algunos talleres con docentes de diversas etapas del sistema educativo. Este artículo presenta el proceso que se llevó a cabo para evaluar dicha formación, junto con sus resultados, referidos tanto a la satisfacción como a los aprendizajes y a la transferencia realizada en el aula por parte de los asistentes. Se perfilan las barreras halladas en la transferencia de la formación, algunas de ellas vinculadas a la modalidad formativa escogida y otras derivadas de factores personales y de condiciones institucionales. Finalmente, se apuntan algunos lineamientos para la mejora en el futuro de la transferencia de la formación científica en el aula.

#### Abstract

In the framework of a European project to bring astronomy to children, several continuous teachers training activities were developed. These actions were workshops with teachers from various stages of the educational system. This paper presents the process and results of the training program evaluation. It implies to assess participants 'satisfaction, learning and transference to classroom. Barriers encountered in the transfer of training, some of them linked to the training method chosen and other factors derived from personal and institutional conditions, are outlined. Finally, some guidelines for improving the transfer of scientific training to the classroom in the future are pointed out.

#### Palabras clave

Astronomía, evaluación, formación, transferencia

#### Keywords

Astronomy, evaluation, training, transfer

## INTRODUCCIÓN

La astronomía es, sin duda, una ciencia necesaria para entender el mundo. De hecho, desde sus inicios ha estado ligada a muchas otras disciplinas, como la filosofía o la física, en un claro intento de explicar el origen del universo y de explicar, y también predecir, el movimiento de los cuerpos celestes. Por ello parece natural proponer proyectos centrados en la astronomía para desarrollar saberes interdisciplinarios y promover competencias no sólo científicas sino también ciudadanas. Para ello el proyecto ha ofrecido actividades formativas para maestros, profesores y monitores con el fin de que introduzcan la astronomía y otros temas científicos en sus propuestas educativas y desarrollen metodologías interdisciplinarias e innovadoras. Estas actividades han sido evaluadas con una propuesta ad hoc, lo cual es el objeto del presente artículo.

## MARCO TEÓRICO

### **Características de la enseñanza de la astronomía**

Uno de los desafíos de ahora y siempre es el de continuar profundizando en las características de una actividad científica escolar que ayude a los jóvenes a apropiarse del conocimiento científico generado a lo largo de la historia de la ciencia, a ser capaces de generar nuevo conocimiento y a disfrutar haciéndolo (Sanmartí, 2008).

Desde las épocas más remotas el ser humano ha mirado el cielo y se ha formulado preguntas acerca de dónde está, de dónde viene y a dónde va. También desde el origen de los tiempos la astronomía ha servido para saber cuándo nuestros antepasados debían cosechar, cuando parirían los animales y cómo se podían orientar en sus desplazamientos. Toda esta información que encontraban en el firmamento estudiando el movimiento de los cuerpos celestes muestra una de las características más específicas de la astronomía, la predicción de fenómenos, lo cual origina un evidente interés. De hecho, diversos autores coinciden en que la astronomía interesa a los estudiantes (Torres-Peimbert, 2013) y les lleva considerar el estudio de carreras de ciencias y/o ingeniería (Hemenway, 2001; Madsen, 2005; Justi, 2006).

La astronomía es una rama científica con unas particularidades que sin duda dan lugar a unas características que favorecen su enseñanza y aprendizaje:

- Uso de bonitas imágenes que hacen más fácil un primer contacto. Dichas imágenes ofrecen una aproximación desde la perspectiva de la belleza visual y además, en muchas ocasiones, permiten explicar y relacionar de forma didáctica importantes conceptos, lo que en otras ramas científicas puede resultar difícilmente viable. Por ello los materiales incorporan fotografías e ilustraciones creativas, reconociendo la importancia de la comprensión del texto escrito por parte del lector (Campanario y Otero, 2000; Perales y Jiménez, 2002), pero indagando de un modo global en las posibilidades didácticas de la dimensión icónica.
- Interdisciplinariedad: con los ejemplos relativos al estudio de la astronomía se puede llegar a las demás ramas de la ciencia. De hecho está en los inicios de las diferentes ciencias y esto permite instruir a los estudiantes en los rudimentos de ellas usando caminos sencillos, que se pueden reproducir en una escuela con pocos medios, en una situación análoga a la que tenían los antiguos astrónomos pioneros en muchos de los diferentes campos por donde ha discurrido después la ciencia (Ros, 2005).

En 1986 se publicó un trabajo titulado “Science Education and Philosophy of Science: Twenty-five Years of Mutually Exclusive Development” (Duschl 1985). En él se daba cuenta de que la evolución de la enseñanza de las ciencias estaba enormemente separada de las disciplinas de historia y filosofía de la ciencia. No obstante en los últimos decenios ha habido un acercamiento significativo entre estos campos. No se trata tanto de la inclusión de HFC (Historia y Filosofía de la Ciencia) como un ítem más de los contenidos, sino más bien la incorporación general de temas de HFC a las expectativas de los contenidos y enseñanzas de los currículos. (Matthews, 1994). La historia de la astronomía es un constituyente básico y clave dentro de la historia de la ciencia.

- Interés permanente de la humanidad por saber más sobre el firmamento y el origen del mundo. El comportamiento de los astros además es punto de origen de casi todas las otras ramas de las ciencias y posee muchas conexiones con ellas; usa la observación como fuente para descubrir y reflexionar.

- Se basa en la observación, con lo que puede contribuir a desarrollar en los estudiantes la capacidad de observar de forma rigurosa y documentada. De hecho, las observaciones simples son el aspecto más relevante para los estudiantes al aproximarse a la astronomía (Percy, 2013). Por este motivo, todos los centros docentes tienen un laboratorio de astronomía: el patio del colegio. La enseñanza de la astronomía lleva a repensar los espacios escolares a la luz de las actividades que se quiere hacer en ellos, obrando para que el espacio trabaje en la misma dirección que el proyecto que se pretende realizar (Ferro, 2014). La astronomía admite, posibilita y favorece educar a partir de ubicaciones en entornos próximos y cotidianos.
- Se tienen listados de observaciones (algunas no muy precisas) realizadas a lo largo de unos cientos de años, pero en astronomía donde se estudian aspectos relativos a miles de millones de años, unos pocos centenares de años de observación constituyen una información muy escasa (Stavinschi, 2013). Por ese motivo se trabaja en muchas ocasiones realizando simulaciones y manejando modelos que deberán ser confirmados por las observaciones (MacIntyre, 2005). Así se consigue llegar a tener acceso al conocimiento teórico a través de las actividades prácticas (Gerbaldi, 2005). Trabajar con modelos que permitan explicar observaciones es muy interesante en la escuela: promueve el razonamiento, la prueba de hipótesis, la discusión en grupo, el trabajo en equipo, e incluso la investigación científica a una escala oportuna.
- Cabe también construir simples instrumentos de observación, lo que además permite comprender el concepto que subyace en este instrumento, e incluso preparar artilugios más complejos que permitan observar con más precisión (Ros, 2013).
- Existe un gran número de amateurs en todas partes del mundo dispuestos a actuar prestando apoyo a la formación (Mattei y Percy, 2001). Una buena opción para cualquier escuela es concertar una o dos observaciones al año con algún astrónomo amateur de la zona. Esta persona puede orientar sobre los objetos a observar y cuándo hacerlo. Sin duda es una excelente solución ya que un telescopio no es sencillo de manejar y necesita de una instrucción previa que no suele formar parte de los conocimientos de un profesor (Basilotta, 2013).

- Posibilidad de discusión científica: Las ciencias experimentales prueban sus leyes repitiendo sus experimentos en el laboratorio en las mismas condiciones. En astronomía no suele ser posible repetir los fenómenos en el momento deseado ni modificando las condiciones según se desee, lo cual no implica que no se abra la posibilidad al alumno de investigar, incluso con un cierto grado de autonomía, o se planteen - entre iguales y/o con el profesor - enriquecedoras confrontaciones de ideas, sea en primaria o en secundaria iniciales (García Barros & Martínez Losada, 2014).

Hodson (2003) reconoce, en el volumen conmemorativo de los veinticinco años del *International Journal of Science Education*, que el currículo escolar de ciencias no está atendiendo a las necesidades, intereses y aspiraciones de los jóvenes ciudadanos de principios del siglo XXI. Este mismo autor indica que el modelo de enseñanza debería tener como objetivo poner al alumno en condición de aprender ciencia y tecnología (es decir, desarrollar conocimientos teóricos y conceptuales en ciencias y tecnología), aprender sobre ciencia y tecnología (es decir, comprender la naturaleza de la ciencia y la tecnología, así como sus métodos de trabajo, y ser consciente además de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad), hacer ciencia y tecnología (es decir, implicarse en investigaciones y resolución de problemas científicos) e implicarse en acciones sociopolíticas (es decir, adquirir la capacidad de reaccionar de forma adecuada, responsable y efectiva en situaciones de ámbito social, económico, ambiental y ético-moral, con compromiso y a la vez valorar la importancia de su papel en tales situaciones) (Hodson, 2003). Todo ello es un reto y la astronomía, como soporte para la enseñanza–aprendizaje de la ciencia es una puerta abierta al presente desafío.

### **Necesidades y características de la formación permanente sobre astronomía**

En ocasiones se ha indicado que los profesores no tienen formación suficiente en temas astronómicos (Hemenway, 2005) para poder realizar observaciones y modelos que les permitan acompañar a sus alumnos en el conocimiento del proceder de los astros (Gerbaldi, 2005). Además necesitan tener más conocimientos sobre los nuevos tópicos y las nuevas investigaciones que hacen que la astronomía, siendo una ciencia tan antigua, sea a la vez tan novedosa (Madsen, 2005). Por lo tanto, se requiere de una formación permanente de tipo disciplinar que permita actualizar el currículum.

Cabe transferir al mundo de la astronomía lo que se señala en el caso de la incorporación al “mundo TIC”: que muchos docentes necesitan de un docente amigo que les anime en el camino, les ayude a explorar posibilidades y les guíe en el inicio de proyectos (Jimeno, 2013).

Hay docentes que sí que poseen un cierto nivel de preparación, pero no consideran que su propia experiencia pueda tener suficiente interés. Normalmente son muy autocríticos con sus propias prácticas y creen que son muy mejorables y que los resultados no son los esperados, por lo que tienden a pensar sobre los cambios a introducir la próxima vez que se enseñará el tema, más que en comprender lo que ha pasado (Sanmartí, 2008).

La formación permanente del profesorado sobre astronomía y sobre la enseñanza de la astronomía, ha abordado temas diversos, también con profesionales muy diferentes, y ha sido desarrollada tanto desde la propia administración educativa (centros de profesores, direcciones provinciales de educación, ...) como a partir de las propuestas de diversos colectivos y asociaciones (colegios profesionales, asociaciones de enseñantes de astronomía y/o de ciencias en general, etc.), por medio de congresos, encuentros, cursos, seminarios,... , periódicos o no, de alcance nacional o internacional. A escala internacional cabe indicar que una de las comisiones o grupos de interés de la IAU (International Astronomic Union) es la Comisión 46, formalmente “Educación y Desarrollo en Astronomía”<sup>1</sup>. A escala nacional y autonómica cabe destacar el papel activo de las asociaciones de enseñantes y el valor informativo de las plataformas o blogs creadas tanto por la administración como por fundaciones, museos o por los propios profesionales (Educaixa, Edu365, ITE, TEDx, NASE Project, ARC, ciencia en acción, Projecte ciència 6-12 o 12-16, Portal Xplore Health) en los que se pueden encontrar recursos y experiencias. La administración también ha impulsado algunas actividades formativas dentro de sus programas ordinarios pero no siempre se han acompañado de una evaluación rigurosa.

## **Dificultades en la evaluación de la formación permanente**

---

<sup>1</sup> Comisión llamada así desde la Asamblea General del año 2000 pero que con anterioridad se denominaba “Enseñanza de la Astronomía”. Se trata de la única comisión que trata con exclusividad de la educación en astronomía. La anterior Comisión 38 (Intercambio de Astrónomos), que suministraba becas de viaje a astrónomos que las necesitaban, y un Grupo de Trabajo sobre Desarrollo Mundial de la Astronomía, fueron absorbidos por la Comisión 46.

La evaluación es un proceso sistemático de recogida y análisis de información y emisión de un juicio del valor o mérito de un sistema de formación, un programa o una acción formativa, para tomar decisiones. Debe de realizarse bajo las reglas del Joint Committee on Standards for Educational Evaluation (1975) de utilidad, factibilidad, precisión y legitimidad. Para ser útil debe de analizar objetos relevantes y recoger diversos niveles de datos. Siguiendo a Kirkpatrick & Kirkpatrick (2000), se pueden distinguir 4 objetos o niveles de evaluación: (a) Nivel de satisfacción de los participantes con la formación recibida; (b) Nuevos aprendizajes y competencias adquiridas gracias a la formación; (c) Transferencia de los aprendizajes realizados al propio puesto de trabajo y (d) Impacto que la formación genera en las diferentes áreas de la institución. Es decir, no sólo es importante que la formación satisfaga sino que genere unos aprendizajes, que éstos se apliquen en las aulas y que ello revierta en última instancia en una mejora de los aprendizajes de los estudiantes. Sin embargo, es relativamente común que la formación se quede en los primeros estados y no se transfiera. Holton (2005), Royer, Mestre & Dufresne (2005) y Doherty (2011) señalan las barreras a la transferencia, indicando que éstas pueden ser de tipo psicológico (falta de motivación y de reconocimiento o recompensa), organizativo (falta de provisión de apoyo y, especialmente, de una temporalización adecuada), político (carencia de una estrategia institucional) y cultural (existencia de valores y normas que no facilitan el cambio). Y si no se produce la transferencia, no puede impactar en las organizaciones y/o en los usuarios últimos.

Sin embargo, se dispone de pocos datos acerca de si ello sucede o no. Muy usualmente la evaluación que se ha realizado de la formación en enseñanza de la astronomía, y en general de cualquier disciplina, se ha quedado en fases muy iniciales (García Barros, Mondelo & Martínez Losada, 1996). Hay numerosas dificultades para evaluar el aprendizaje en la evaluación permanente, pero sobre todo para evaluar la transferencia y el impacto. Por una parte, hay dificultades metodológicas severas para establecer relaciones causales entre un programa formativo y ciertas actuaciones y consecuciones, por lo que suele solicitarse a los propios participantes en una actividad formativa que indiquen qué han aplicado y cómo. Ésta es, sin duda, una evaluación parcial, pues recoge la percepción de aplicación, y debiera triangularse con observaciones y evidencias o huellas del trabajo para mayor rigor. Pero ello topa con otro tipo de dificultades, en ocasiones difícilmente salvables, derivadas de una escasa planificación

de los procesos de evaluación, del coste de los mismos y de los tiempos que requieren (que superan la duración estricta de los programas formativos, puesto que exigen esperar a la aplicación de los aprendizajes o competencias adquiridos y a los posibles resultados que éstos generen).

## METODOLOGÍA

La investigación que se presenta fue desarrollada en el marco del proyecto EU-UNAWE<sup>2</sup> (2011-14) realizado en España, Alemania, Inglaterra, Suráfrica, Italia y Holanda. En él se han ofrecido talleres para maestros, profesores y monitores para que introduzcan astronomía y otros temas científicos en sus propuestas educativas y desarrollen metodologías innovadoras. En concreto se ha propuesto una formación sobre el universo y se ha realizado una evaluación diferida de la aplicación llevada a cabo en las aulas por parte de los asistentes a la actividad formativa.

La evaluación del proyecto EU-UNAWE en su conjunto está formada por la integración de la evaluación de las diversas actividades formativas desarrolladas en el marco del proyecto en el Estado Español, que han sido las siguientes:

- Actividad formativa: “Los sábados de EU-UNAWE” con docentes de primaria (desarrollada en diversas ciudades españolas).
- Actividad formativa: “EU-UNAWE” para profesorado universitario de las facultades de formación del profesorado de diversas universidades españolas (desarrollada en Barcelona).
- Actividad formativa con familiares de niños con síndrome de Asperger (desarrollada en Santa María de Corcó).
- Actividad de difusión del programa con profesionales de los Museos, centros de investigación, universidades y CSIC (desarrollada en el CSIC, Madrid).
- Actividad formativa recurrente, en dos fases, con profesorado que, tras haber sido formado, participa en una sesión de intercambio de experiencias a partir de la aplicación de los materiales y propuestas didácticas ofrecidas en la formación inicial un año antes (desarrollada CSIC, Madrid).

---

2 Proyecto: [http://cordis.europa.eu/result/rcn/53687\\_en.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/53687_en.html)

Desde 2005 UNAWE, red presente en 40 países, con más de 500 astrónomos, docentes e investigadores, se constituye en un espacio para compartir ideas, métodos y recursos entre educadores, con el fin de mejorar la enseñanza de la astronomía y ampliar horizontes de los niños más allá de su área local, descubriéndoles que forman una sociedad global. Ver: <http://www.unawe.org/>

Fecha	Localización	Duración	Etapa	Número de profesores	Número de estudiantes
11-12/11/2011	Barcelona	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	13	0
27/01/2012	Granada	3 horas	Educación Primaria	0	30
27-28/01/2012	Granada	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	43	0
03-04/02/2012	Madrid	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	64	0
15/03/2012	Santa Eulàlia de Riuprimer	3 horas	Educación Primaria	0	30
04-05/05/2012	Pamplona	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	32	0
14-15/12/2012	Santa María de Corcó	12.5 horas	Educación Primaria (Síndrome de Asperger)	0	10
18-19/01/2013	A Coruña	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	47	0
01-02/02/2013	Murcia	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	21	0
14-15/02/2013	Badajoz	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	35	0
19/04/2013	Madrid	7 horas	Educación Infantil y Primaria (CSIC-Madrid)	31	0
10 y 20/06/2013	La Garriga	5 horas	Educación Primaria	0	24
07-09/11/2013	Barcelona	12.5 horas	Alumnado profesorado universitario y de Facultades de Educación	2	22

Tabla 1: Actividades realizadas y participantes<sup>3</sup>

Para la evaluación de estas actividades, se propuso seguir el modelo de niveles establecido por Kirkpatrick & Kirkpatrick (2000), de modo que se superase la mera evaluación de la satisfacción. Si bien es cierto que, como se ha indicado, la evaluación de los aprendizajes, la transferencia y el impacto requeriría de la recogida de evidencias de huellas del trabajo, de la observación, de evaluaciones de 360<sup>04</sup> (que integrasen la autoevaluación con la evaluación de los colegas, de los superiores y de los estudiantes), en este caso, se optó por abordar dichos niveles indirectamente a partir de la percepción de los propios participantes. Es decir, en los cuestionarios realizados se preguntó tanto

<sup>3</sup> Aparecen sombreados los talleres a cuya evaluación se hace referencia en este artículo.

<sup>4</sup> La evaluación de 360 grados o evaluación integral, usual en la evaluación de competencias, considera todas las relaciones representativas que tiene el evaluado a su alrededor, de modo que recoge tanto la evaluación del individuo acerca de su propio desempeño como la valoración que de éste hacen los compañeros, los superiores y quienes reciben los resultados de su trabajo.

por la satisfacción como por los aprendizajes que creían haberse realizado, por lo que se había aplicado al aula (y en caso de no haberlo hecho, por qué motivos) y de los aprendizajes que creían haber generado en los estudiantes. Por ello el diseño de los instrumentos de evaluación fue el siguiente:

- Cuestionario en línea para la evaluación de la satisfacción diferida y de la transferencia de la formación

En primer lugar, se procedió a estudiar las dimensiones que el proyecto consideró para la evaluación de los aprendizajes de los niños, se realizó una primera versión, se validó con expertos (una persona experta en evaluación educativa y una persona experta en astronomía), se elaboró la propuesta definitiva y se administró a los profesores participantes mediante Google Forms.

- Registro para la recogida de opiniones de las familias de niños con síndrome de Asperger

Dadas las características del colectivo con el que se trabajaba y del escaso número de asistentes, no se realizó ningún instrumento ad hoc para recoger los datos, sino que se tomaron notas abiertas.

- Cuestionario para la evaluación de las posibilidades de la formación según los profesores participantes en la jornada del CSIC.

Cuestionario sobre el grado de satisfacción y de conocimiento aportado por las actividades de formación desarrolladas por EU-UNAWA. También se realizó una versión inicial, se validó y se elaboró la versión definitiva.

- Actividad de difusión del programa con profesionales de los Museos, centros de investigación, universidades y CSIC (CSIC, Madrid)

Cuestionario sobre el grado de satisfacción y de conocimiento aportado por las actividades de formación desarrolladas por EU-UNAWA.

- Cuestionario presencial para la evaluación de la satisfacción y de los aprendizajes del profesorado universitario de didáctica de las ciencias

Se realizó un cuestionario ad hoc para el profesorado de facultades de educación y/o de formación del profesorado de diversas universidades españolas asistentes al encuentro de diciembre de 2013. Este colectivo, formadores de formadores, puede emitir juicios de otra naturaleza respecto a la formación inicial y permanente del profesorado de primaria en cuanto a la astronomía.

Los cuestionarios incorporaban preguntas cerradas, que permiten un análisis cuantitativo y preguntas abiertas, que pueden ser analizadas cualitativamente. En el presente artículo se muestran únicamente los resultados de los cuestionarios del profesorado participante en las actividades formativas en modalidad taller. La relación de las actividades desarrolladas puede apreciarse en la tabla siguiente, que recoge también el número de respuestas recibidas:

ACTIVIDAD EVALUATIVA	Actividad formativa	Número de participantes (profesorado)	Número de respuestas (% del total de participantes)	% del total de respuestas
<b>Evaluación de la satisfacción diferida y de la transferencia de la formación:</b>	11-12/11/2011	13	2 (15%)	(37%)
	27-28/01/2012	43	4 (9%)	(6%)
	03-04/02/2012	64	15 (23%)	(24%)
<b>CUESTIONARIO EN LÍNEA</b>	04-05/05/2012	32	6 (19%)	(10%)
	18-19/01/2013	47	28 (60%)	(11%)
	01-02/02/2013	21	2 (10%)	(3%)
	14-15/02/2013	35	5 (14%)	(8%)
	<b>Nº respuestas</b>	<b>255</b>	Media de participación: 21,43%	100%

Tabla 2: Respuestas recogidas en el proceso de evaluación

Las categorías de análisis de los datos cualitativos se generaron de forma inductiva, siguiendo los procedimientos de la teoría fundamentada (Glaser y Strass, 1967), quienes proponen el análisis de contenido por medio de categorías temáticas, que hace manejable la información (mediante su reducción) y su interpretación (mediante la codificación). A partir de la lectura de las respuestas y de la clasificación de las diversas unidades de significado para su posterior categorización se procedió a la obtención de conclusiones. Este proceso se realizó manualmente.

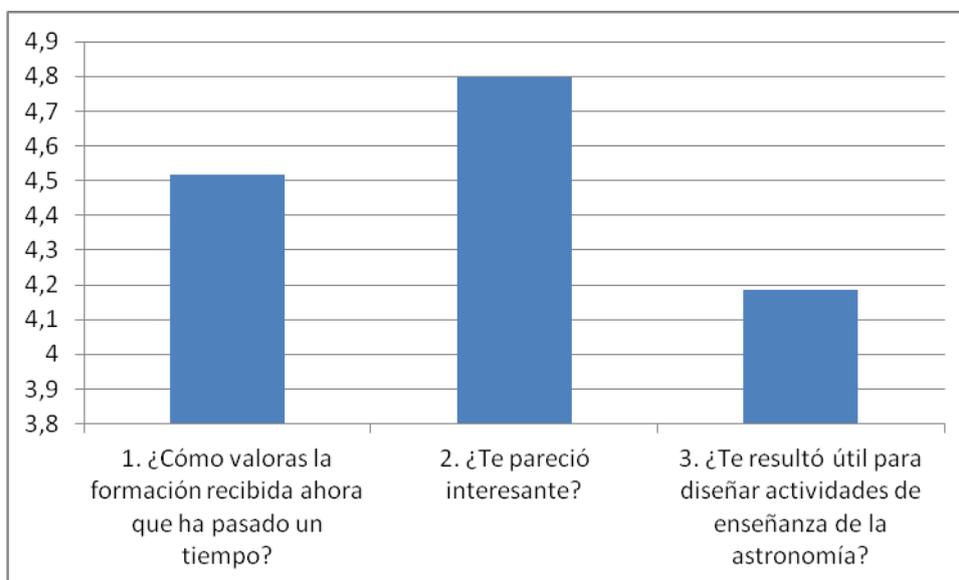
## RESULTADOS

El cuestionario contenía algunos ítems para evaluar la satisfacción de los participantes, que es el primer nivel (“reacción”) del modelo de Kirpatrick & Kirkpatrick (2000). Respecto a esta cuestión los resultados fueron los siguientes (en una escala de valoración del 1 al 5):

	1. ¿Cómo valoras la formación recibida ahora que ha pasado un tiempo?	2. ¿Te pareció interesante?	3. ¿Te resultó útil para diseñar actividades de enseñanza de la astronomía?
Media	4,52	4,79	4,19
Desviación típica	0,59	0,48	0,73

**Tabla3: Opiniones globales respecto a la formación**

Pese al gran interés suscitado por la formación, se percibe que el ítem que obtiene menor puntuación es el 3, relativo a la utilidad para el diseño curricular, que tiene una media de 4,19 y obtiene además la mayor desviación típica.

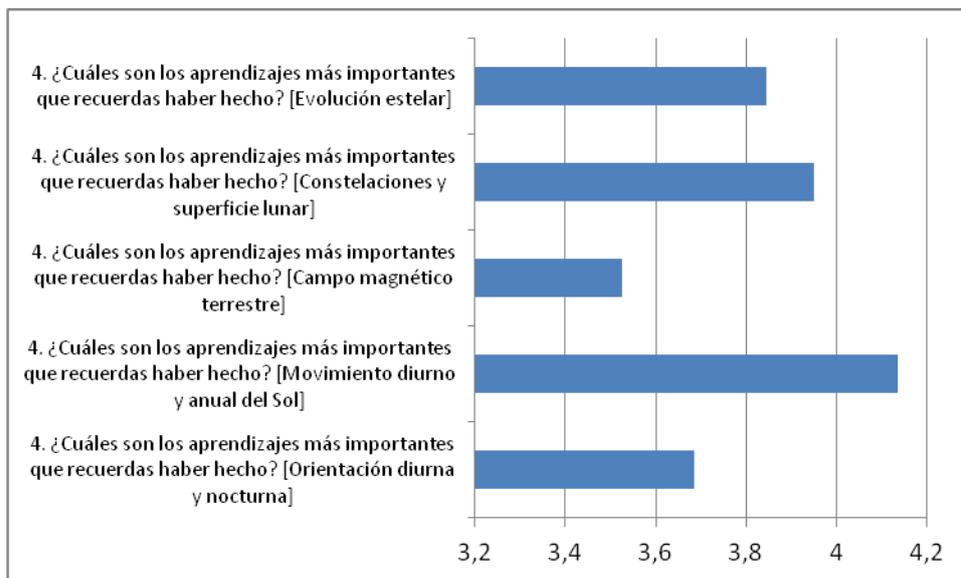


**Gráfica 1: Valoración global de la formación**

En segundo lugar, respecto a la percepción de aprendizajes, que es una medida indirecta que debiera triangularse con evidencias sobre el aprendizaje, los cuestionarios arrojan un mayor aprendizaje percibido respecto al movimiento del sol y las constelaciones y la superficie lunar, como muestra la tabla siguiente:

	4. ¿Cuáles son los aprendizajes más importantes que recuerdas haber hecho? [Orientación diurna y nocturna]	4. ¿Cuáles son los aprendizajes más importantes que recuerdas haber hecho? [Movimiento diurno y anual del Sol]	4. ¿Cuáles son los aprendizajes más importantes que recuerdas haber hecho? [Campo magnético terrestre]	4. ¿Cuáles son los aprendizajes más importantes que recuerdas haber hecho? [Constelaciones y superficie lunar]	4. ¿Cuáles son los aprendizajes más importantes que recuerdas haber hecho? [Evolución estelar]
Media	3,68	4,13	3,52	3,95	3,84
Desviación típica	1,02	0,83	1,07	0,75	0,83

Tabla 4: Aprendizajes que los participantes dicen haber obtenido



Gráfica 2: Distribución de la valoración que se otorga a los diversos aprendizajes.

En tercer lugar respecto a la transferencia, 30 personas, que representa la mitad de quienes respondieron el cuestionario, dicen haber aplicado algo. Si bien algunos dicen haberlo trabajado en forma de actividad puntual, también hay quien indica haber diseñado un taller ad hoc y algunos incluso hablan de haber iniciado un proyecto respecto al tema. Algunos ejemplos de las aplicaciones realizadas fueron:

*Con los alumnos de 5 años, hemos realizado un "móvil" con el Sistema Solar, a escala con los planetas y aprendido sus nombres.*

*El nacimiento, vida y muerte de las estrellas. Con el libro.*

*Construimos telescopios con los niños.*

*Les enseñamos a los niños el día y la noche con una esfera y una linterna.*

*He realizado las actividades con los imanes.*

*Manejar la bola hinchable que representa nuestro planeta para mostrar la rotación de la Tierra y la inclinación de la misma en las estaciones.*

*Hemos jugado con sombras, globo terráqueo y una pelota más pequeña a modo de Luna, para mostrar los eclipses.*

*La construcción y ubicación de relojes solares.*

*Hemos clavado una estaca en el jardín para ver la variación de la sombra según la evolución hacia la primavera y el verano.*

Aquellos que señalan no haberlo aplicado aún aluden a la falta de tiempo para integrarlo, sobre todo para hacerlo de forma interdisciplinar y plantearlo como proyecto.

Entre quienes han realizado comentarios en esta línea destacan:

*He aplicado poco por falta de tiempo*

*En nuestra escuela trabajamos por proyectos y necesito más tiempo para programarlo con los posibles objetivos, contenidos, actividades, recursos... Y proponerlas a las compañeras en el ciclo (2º ciclo de ed. Infantil. Alumnos de 3-6 años). Para este trimestre ya estamos trabajando en otro proyecto pero tengo intención de trabajar el tema del espacio.*

*Aún no he tenido ocasión de ponerlo en práctica (...) tengo en mente hacer un miniproyecto en el tercer trimestre sobre algo relacionado con la astronomía*

*Estamos poniéndonos con el proyecto, pensando en posibles actividades, materiales,...*

*Pues porque este año ya tenemos un proyecto en marcha sobre historia y no podemos compaginar. Para el curso que viene me gustaría plantear un proyecto de astronomía para 2º ciclo de primaria con secciones fijas de observación diarias y semanales tanto en el aula como en las casas. Además me gustaría trabajar las competencias básicas e integrar el uso de las TIC, la expresión artística, las lenguas, etc. Sería un proyecto que abarque todas las áreas del currículo pero centrado en astronomía y su conocimiento.*

*De momento no pude aplicar nada, por falta de tiempo.*

Sin embargo, también se ha aludido a otras barreras para la transferencia, en especial la rigidez de las programaciones (“Otro motivo es que nuestra programación pedagógica esta ya bastante saturada y no hay mucha opción de introducir o crear nuevos proyectos”; “Simplemente por razones de programación y horarios”; “Utilización de

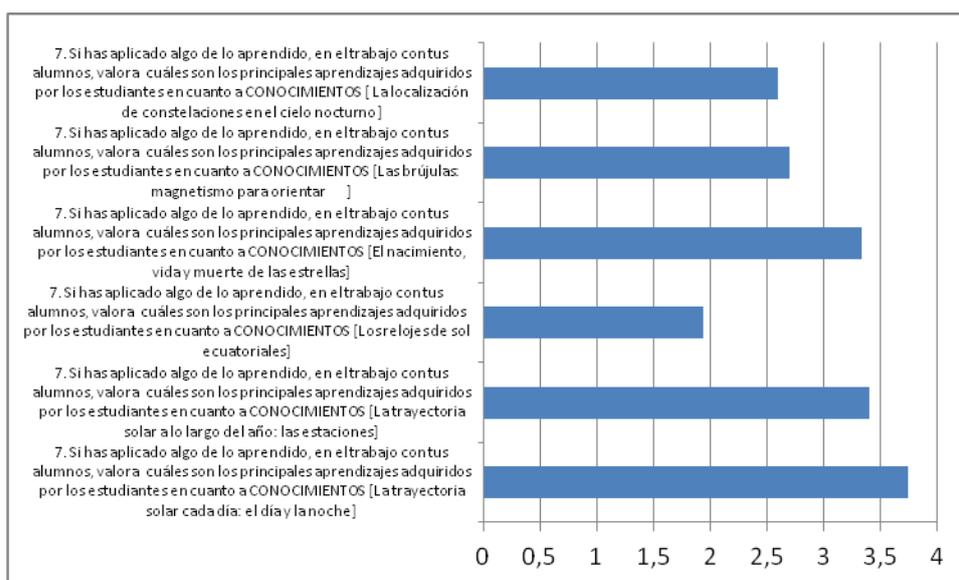
un método con fichas que condiciona las disponibilidad de tiempo. Falta de tiempo”) o las propias limitaciones (“Considero que necesito más formación”; “Estuve muy interesado durante el curso y al acabar tuve ganas de repasar y aplicar lo aprendido. Pero reconozco que una vez acabado el curso no he vuelto a tocar el material del curso ni me he parado a pensar en una posible aplicación en el aula”).

Finalmente, respecto al impacto (percibido indirectamente por los educadores), los principales aprendizajes que los educadores creen que los estudiantes han adquirido son los relativos a la trayectoria solar diaria (como conocimiento), la observación (como procedimiento) y mostrar una actitud positiva hacia la astronomía (como actitud) con medias de 3,7; 3,8 y 4,2 respectivamente:

7. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a CONOCIMIENTOS

	[La trayectoria solar cada día: el día y la noche]	[La trayectoria solar a lo largo del año: las estaciones]	[Los relojes de sol ecuatoriales]	[El nacimiento, vida y muerte de las estrellas]	[Las brújulas: magnetismo para orientar ]	[La localización de constelaciones en el cielo nocturno ]
Media	3,74	3,40	1,93	3,33	2,70	2,60
Desviación típica	1,17	1,14	1,03	1,19	1,45	1,43

Tabla5: Conocimientos adquiridos por los estudiantes

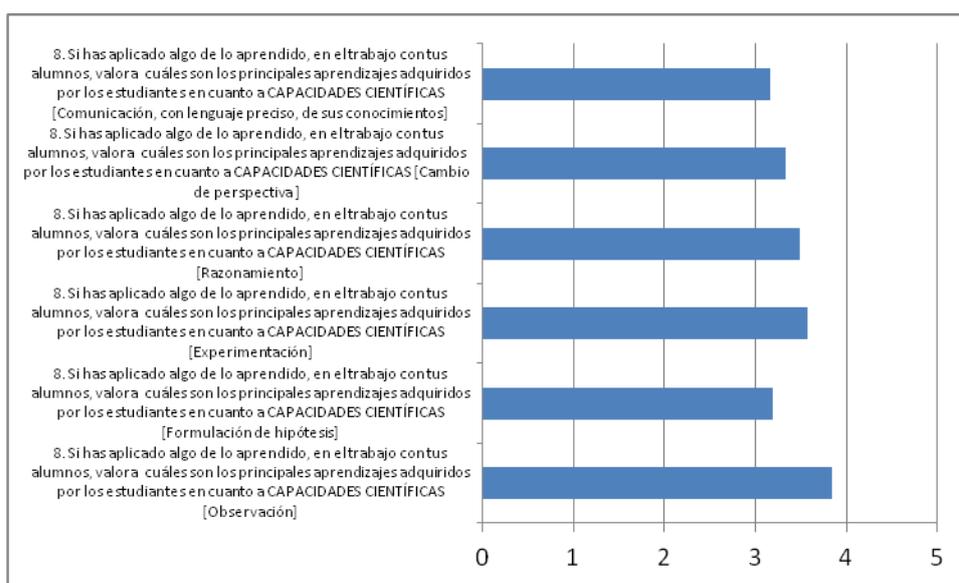


Gráfica 2: Conocimientos adquiridos por los estudiantes

8. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a CAPACIDADES CIENTÍFICAS

	[Observación]	[Formulación de hipótesis]	[Experimentación]	[Razonamiento]	[Cambio de perspectiva]	[Comunicación, con lenguaje preciso, de sus conocimientos]
Media	3,84	3,18	3,57	3,48	3,33	3,16
Desviación típica	0,86	1,24	1,02	1,01	1,11	1,03

Tabla6: Capacidades científicas adquiridas por los estudiantes

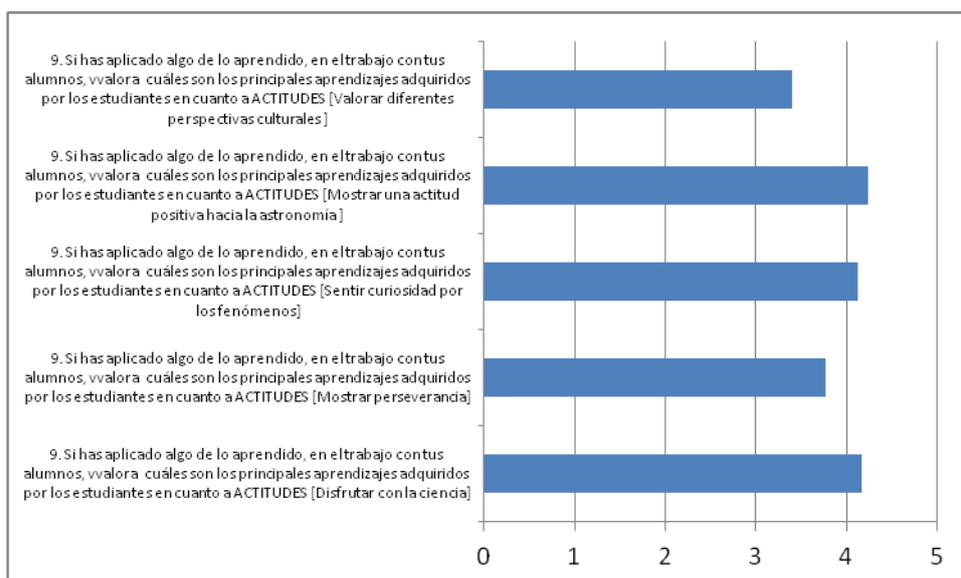


Gráfica 3: Capacidades científicas adquiridas por los estudiantes

9. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a ACTITUDES

	[Disfrutar con la ciencia]	[Mostrar perseverancia]	[Sentir curiosidad por los fenómenos]	[Mostrar una actitud positiva hacia la astronomía]	[Valorar diferentes perspectivas culturales]
Media	4,16	3,77	4,13	4,23	3,39
Desviación típica	0,78	0,86	0,80	0,68	1,11

**Tabla7: Actitudes adquiridas por los estudiantes**



**Gráfica 4: Actitudes adquiridas por los estudiantes**

El impacto del proyecto debería medirse en términos de los aprendizajes de los estudiantes. Dada la dificultad de realizar dicha evaluación, una medida indirecta es la percepción de los propios profesores respecto a los aprendizajes de los estudiantes. Éstos han sido, como se ha visto, especialmente de carácter actitudinal, sobre todo “mostrar una actitud positiva hacia la astronomía” y “disfrutar con la ciencia”, que son objetivos esenciales de este proyecto. Sin embargo, también han obtenido elevadas puntuaciones la capacidad científica de la observación y el conocimiento de la trayectoria solar cada día: el día y la noche.

## CONCLUSIONES

La investigación arroja moderados resultados positivos globales en todos los niveles del modelo seguido. Respecto al primer nivel de evaluación propuesto por Kirkpatrick & Kirkpatrick (2000), la reacción, existe una alta satisfacción del profesorado con la formación recibida, tanto como fuente de aprendizajes para ellos/as como por su utilidad para el trabajo en el aula, como han indicado los resultados (especialmente relevante es la media de casi 4,8 sobre 5 con la que los docentes responden a la cuestión “¿Te pareció interesante la formación?”).

Respecto al segundo nivel, el aprendizaje, el profesorado indica que, efectivamente, se han realizado aprendizajes de todo tipo, en especial los relativos al movimiento diurno y

anual del sol y las constelaciones y la superficie lunar. Las preguntas cualitativas no aluden a dificultades de aprendizaje en ningún caso.

Respecto al tercer nivel, la transferencia, también se han producido resultados positivos, aunque no sin ciertas dificultades. Por una parte, se constata que la aplicación depende de varios factores (tiempo, ciclo o etapa educativa, etc.) pero parece que la evolución estelar, las sombras y los eclipses han sido las actividades más desarrolladas en el aula. De las respuestas parece desprenderse la necesidad de más tiempo antes de transferir (aquellos que sólo hacía un mes que habían hecho la formación parecen indicar que no han tenido aún tiempo suficiente) y la necesidad de buscar la vinculación de la astronomía con otras áreas curriculares, de modo que se puedan ofrecer ejemplos de unidades de programación transversales, focalizadas en las competencias básicas. La astronomía ofrece muchas oportunidades para establecer conexiones interdisciplinares (West, 1998) pero en muchas ocasiones los profesores desean diseñar sus propios caminos para desarrollarlo con sus alumnos y para ello es necesario destinar un tiempo (Gouguenheim y Gerbaldi, 1998). Ello confirma, además, los hallazgos previos de la investigación educativa respecto a la necesidad de un tratamiento interdisciplinar de los problemas y las situaciones cotidianas (Lanciano, 1998; Morin, 2000), tal y como muestran prácticas exitosas desarrolladas previamente como el proyecto Galileo o numerosas webquest.

Por otra parte, las dificultades halladas en la transferencia refuerzan las barreras narradas por Holton (2005) cuando alude a los factores motivacionales, ambientales, de habilidad y secundarios. En este caso, los encuestados han aludido tanto a las características personales o a la motivación e incentivos para transferir (que eran factores relevantes para Doherty, 2011) como al diseño de la actividad formativa y especialmente a la falta de tiempo y a la rigidez del currículum. Estos obstáculos quizá puedan vencerse colectivamente (a través de modalidades formativas en centros, en las que se halle involucrado gran parte del claustro, como indican Sanmartí y Masip, 2011) y diseñando actividades formativas que finalicen con un proyecto de intervención o plan de acción, que parta tanto de necesidades individuales como de prioridades institucionales y que se base en un diagnóstico. En dicho proyecto colegiado, como ya ha sido señalado por Fullan (2002) o Iranzo (2012), hay que identificar y anticipar los cambios esperados y hay que establecer los mecanismos para monitorearlos a lo largo del proceso y para evaluar su impacto al final del mismo. En este caso los objetivos,

pese a que la modalidad era taller, eran de sensibilización. En el futuro, redactar resultados de aprendizaje más acotados y fáciles de monitorear puede contribuir a la transferencia.

Con ese mismo objetivo, facilitar la transferencia, también hay que destacar la necesidad de ofrecer materiales (Gouguenheim & Gerbaldi, 1998). Pese a que la mitad de los profesores dicen no haber aplicado lo aprendido, 45 de ellos dicen haber consultado el material y sólo 10 confiesan no haberlo hecho, lo cual parece corroborar la importancia de ofrecer recursos. Sin embargo, esa demanda puede acarrear riesgos y conducir a una formación excesivamente instrumental y poco reflexiva, por lo que ha de basarse en el desarrollo de competencias que permitan adaptar los aprendizajes a cada contexto de forma consciente y no mecánica e irreflexiva.

Finalmente, respecto al cuarto y último nivel, el impacto que la aplicación de los conocimientos adquiridos ha tenido sobre los estudiantes, medida indirectamente a partir de las percepciones de los profesores, éstos indican que los estudiantes realizan diversos tipos de aprendizajes: entre los de carácter actitudinal, destacan sobre todo “mostrar una actitud positiva hacia la astronomía” y “disfrutar con la ciencia”. Esto enlaza con la dimensión emocional que Sanmartí (2007) ya había atribuido. Entre los aprendizajes de carácter procedimental, destacan la capacidad científica de la observación Y entre los de carácter conceptual, el conocimiento de la trayectoria solar cada día: el día y la noche. Sin embargo, la dimensión transversal de ciudadanía global que puede trabajarse con la autonomía probablemente merecería una mayor atención, lo que sugiere modificaciones en futuras acciones formativas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASILOTTA, V. (2013). Los proyectos colaborativos con TIC como oportunidad para la formación del profesorado. *Comunicación y Pedagogía*, 267-268, pp. 17-23.

CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. En F.J. Perales y P. Cañal (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 323- 338). Alcoy: Marfil.

DOHERTY, I. (2011). Evaluating the Impact of Professional Development on Teaching Practice: Research Findings and Future Research Directions. *US-China Education Review A* 5, 703-714.

- DUSCHL, R.A. (1985). Science Education & Philosophy of Science, Twenty-five Years of Mutually Exclusive Development, *School Science and Mathematics*, 87(7), pp. 541-555.
- FERRO, H. (2014). Espais escolars per a un aprenentatge més autònom i competencial, *Perspectiva escolar*, 378, pp. 15-19.
- FULLAN, M. (2002). *Los nuevos significados del cambio en la educación*. Barcelona: Octaedro.
- GARCÍA BARROS, S., MONDELO, M., & MARTÍNEZ LOSADA, C. (1996). La Astronomía en la formación de profesores. *Alambique*, 10, 121-127.
- GARCÍA BARROS, S., & MARTÍNEZ LOSADA, C. (2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), pp. 179-197.
- GERBALDI, M., (2005). In-service astronomy education of teachers. En J.M. Pasachoff & J. Percy (Eds.), *Teaching and Learning Astronomy* (pp. 147-152). Toronto: Cambridge University Press.
- GLASER, B.G.; STRAUSS, A.L. (1967) *The discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research*. New York: Aldine.
- GOUGUENHEIM, L. & GERBALDI, M. (1998). The Training of Teachers. En L. Gouguenheim, D. Mc Nally & J.R. Percy (Eds.), *New Trends in Astronomy Teaching* (pp. 256-260). Toronto: Cambridge University Press.
- HEMENWAY, M.K., (2001). SALT/HET Cooperation in Education and Public Outreach. En Alan H. Batten (Ed.), *Astronomy for Developing Countries*, (pp. 152-156). San Francisco: Astronomical Society of the Pacific.
- HEMENWAY, M.K., (2005). Pre-service astronomy education of teachers, J.M. Pasachoff, & J. Percy (Eds.), *Teaching and Learning Astronomy* (pp. 139-145). Toronto: Cambridge University Press.
- HODSON, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), pp. 645-670.
- HOLTON, E. F. III (2005). Holton's evaluation model: New evidence and construct elaborations. *Advances in Developing Human Resources*, núm. 7 (37), 37- 54.
- IRANZO, P. (2012). *Asesoramiento pedagógico al profesorado*. Madrid: Síntesis.

- JIMENO, M. (2013). Reflexiones en torno a la enseñanza de las Ciencias Experimentales en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, *Comunicación y pedagogía*, 267-268, pp. 27-34.
- JOINT COMMITTEE ON STANDARDS FOR EDUCATIONAL EVALUATIONS (1975). *The program evaluation standards: How to assess evaluations of educational programs*. Thousand Oaks, CA (EE.UU.): Sage.
- JUSTI, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada de la elaboración de modelos, *Enseñanza de las las ciencias*, 24(2), 173–184.
- KIRKPATRICK, D.; KIRKPATRICK. J. (2000). *Evaluación de Acciones Formativas: los cuatro niveles*. Barcelona: Epise: Gestión 2000.
- LANCIANO, N., (1998). Teaching/Learning Astronomy at the Elementary School Level. En L. Gouguenheim, D. Mc Nally & J.R. Percy (Eds.), *New Trends in Astronomy Teaching* (pp. 133-138). Cambridge University Press.
- MACINTYRE, B., (2005). A Model of Teaching Astronomy to pre-service Teachers. En J.M. Pasachoff & J. Percy (Eds.), *Teaching and Learning Astronomy*, (pp. 14-24). Toronto: Cambridge University Press.
- MADSEN, C., (2005). Science Education for the new century- a European perspective. En J.M. Pasachoff & J. Percy (Eds.), *Teaching and Learning Astronomy*, (pp. 227-234). Toronto: Cambridge University Press.
- MATTEI, J., PERCY, J.R., (2001). Hands-On Astrophysics: Variable Stars for Astronomy Education and Development. En Alan H. Batten (Ed.), *Astronomy for Developing Countries*, (pp. 89-94). Astronomical Society of the Pacific.
- MATTHEWS, M. R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 255 – 277.
- MORIN, E. (2000). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona: Seix Barral.
- PERALES, F.J., JIMÉNEZ, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- PERCY, J. R., (2013). Learning astronomy by doing astronomy. En J.M. Pasachoff, R.M. Ros & N. Pasachoff (Eds.), *Innovation in Astronomy Education*, (pp. 13- 22). Toronto: Cambridge University Press.

- ROS, R.M., (2005). Astronomy and mathematics education. En J.M. Pasachoff & J. Percy (Eds.), *Teaching and Learning Astronomy*, (pp. 14-24). Toronto: Cambridge University Press.
- ROS, R.M., (2013). How to teach, learn and enjoy about astronomy. En J.M. Pasachoff, R.M. Ros & N. Pasachoff (Eds.), *Innovation in Astronomy Education*, (pp. 39- 47). Toronto: Cambridge University Press.
- ROYER, J., MESTRE, J. & DUFRESNE, R. (2005) .Framing the transfer problem. En J. Mestre (ed.), *Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective*, vii–xxvi. Greenwich, Conn.: Information Age.
- SANMARTÍ, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En P. Fernández, (coord.), *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo* (pp. 103-127). Ministerio de Educación. Colección Aulas de Verano (Madrid).
- SANMARTÍ, N. (2008). Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de la identidad del área: La experiencia de la revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), pp. 301-310.
- SANMARTÍ, N.; MASIP, M. (2011). ¿Cómo hacer que la formación impulse cambios en un centro? *Aula de innovación educativa*. Vol.201, 10-14.
- STAVINSCHI, M., (2013). Astronomy in culture. En J.M. Pasachoff, R.M. Ros & N. Pasachoff (Eds.), *Innovation in Astronomy Education*, (pp. 75-84), Cambridge University Press.
- TORRES-PEIMBERT, S. (2013). A critical evaluation of the new Hall of Astronomy of the University of Mexico Science Museum. En J.M. Pasachoff, R.M. Ros & N. Pasachoff (Eds.), *Innovation in Astronomy Education*, (pp. 183-188), Cambridge University Press.
- WEST, R., (1998). Current Trends in European Astronomy Education. En L. Gougenheim, D., Mc Nally & J.R. Percy, *Astronomy Teaching*, (pp. 242-248), Toronto: Cambridge University Press.