

## Viaje al portal. La física en el Belén

Felipe Quintanal Pérez\*, Benito González Cachinero\*, José Ángel Espino Pérez\* y José Antonio Quintanal Pérez\*\*

### Resumen

La siguiente experiencia se efectúa desde una doble perspectiva. Por un lado, presentamos cómo realizar un Belén para dinamizar la vida colegial, implicando a diferentes estamentos educativos. Por el otro, cómo utilizar diferentes elementos del Belén para explicar conceptos relacionados con la Física de 4.º de E. S. O. y su uso como herramienta didáctica.

### Palabras Clave:

Belén, dinamización, vida colegial, Física (4.º E. S. O.), herramienta didáctica.

### Abstract

The present experience is twofold. On the one hand, we present the making of a nativity scene as a motivating task to liven up school life, involving several school sectors. On the second hand, we explain how to use different parts of the nativity scene to teach different notions related Physics (4.º E.S.O.) and their use as a didactic tool.

### Keywords:

Nativity scene, motivating aspect, school life, Physics (4.º E. S. O.), didactic tool.

---

Esta experiencia ha ganado el segundo premio en el I Concurso de Experiencias Educativas convocado por esta revista.

---

\* Colegio Cervantes (Córdoba)

\*\* Colegio La Inmaculada (Granada)  
fequintanal@gmail.com

## 1. Fundamentación teórica

El mundo de la educación es un mundo apasionante como indica Jacques Delors en su informe (informe Delors, 1998), “la educación encierra un tesoro” y al mismo tiempo, una labor ardua y compleja que, muchas veces, descansa sólo en los hombros de los educadores. Hoy en día los educadores nos vemos inmersos en nuevos retos para poder responder a las exigencias de formar personas libres, felices, autónomas y capaces de vivir su proyecto vital. Como indicaba el P. Champagnat en su Carta 34 a Luis Felipe, rey de Francia, “una buena educación es el medio más seguro para procurar buenos ciudadanos a la sociedad”. Por ello los educadores debemos ser los primeros en tomar conciencia de las dificultades y problemas que hoy entraña la tarea educativa.

Es evidente que cada día se hace más difícil porque somos muchos los que estamos inmersos en una labor comunitaria; en una labor integral, que abarca todas las dimensiones de la persona; en un proceso y no en un producto cuantificable o evaluable; en un sistema con multitud de variables que escapan de nuestro alcance y porque intervienen tantos factores divergentes (credos, valores, principios éticos diversos, necesidades diferentes, diferencias socioeconómicas, educadores con distintos grados de competencia y profesionalidad, etc.) que parece que nuestra ambición se ha recortado y se ha vuelto más frágil.

Ante esta panorámica aparentemente negra y desoladora, hay que volver la vista hacia atrás y contemplar las virtudes que hicieron del Padre Champagnat un educador de nuestro tiempo. Un hombre con iniciativa, previsión, imaginación, realista, práctico, dinámico, que incorporó los métodos pedagógicos más efectivos de su tiempo, con elevadas habilidades sociales y todo fundado y bien asentado en su confianza en Dios y en María. Ello nos ha conducido a analizar nuestro sistema educativo, detectando que uno de los problemas fundamentales característico de todo sistema educativo es la incapacidad del docente de tener en cuenta y poder adaptarse a las características psicosociales y necesidades reales de sus alumnos, tales como estilos de aprendizaje, conocimientos previos e ideas preconcebidas, edad, estrato social, etc.

Todo ello nos ha conducido a diseñar una actividad didáctica con la cual favorecer y mejorar el aprendizaje de nuestros alumnos. El punto de partida sería intentar dar una definición sobre qué se entiende por éste y cómo se aprende, cuestiones que son difícilmente acotables, pues existen multitud de tendencias en cuanto a la interpretación de los procesos de aprendizaje. Procedemos a exponer brevemente aquellas en las que nos hemos basado principalmente.

La *teoría conductista clásica* está relacionada con el estudio de los estímulos y las respuestas correspondientes. Esta línea psicológica ha encontrado su modificación a través de los aportes de B. F. Skinner, quien tomando los elementos fundamentales del conductismo clásico, incorporó nuevos elementos como es el concepto de condicionamiento operante, que se aproxima a las respuestas aprendidas. De acuerdo con este enfoque, la participación del alumno en los procesos de enseñanza-aprendizaje está condicionada por las características prefijadas de la actividad por donde tiene que caminar para aprender, es decir, es un individuo cuyo desempeño y aprendizaje escolar pueden ser arreglados desde el exterior (la situación pedagógica, los métodos, los contenidos), siempre y cuando se realicen los ajustes ambientales y curriculares necesarios. Un maestro eficaz debe ser capaz de manejar hábilmente los recursos tecnológicos conductuales de este enfoque (descomposición de la información en unidades, diseño de actividades que requieren una respuesta y planificación del refuerzo) para lograr con éxito niveles de eficiencia en su enseñanza y sobre todo en el aprendizaje de sus alumnos.

La *teoría cognoscitiva o cognitiva* pone énfasis en el estudio de los procesos internos que conducen al aprendizaje, se interesa por los fenómenos y procesos internos que ocurren en el individuo cuando aprende, cómo ingresa la información a aprender, cómo se transforma en el individuo y cómo la información se encuentra lista para manifestarse, así mismo considera al aprendizaje como un proceso en el cual cambian las estructuras cognoscitivas (organización de esquemas, conocimientos y experiencias que posee un individuo), debido a su interacción con los factores del medio ambiente.

David P. Ausubel, teórico del aprendizaje cognoscitivo, describe dos tipos de aprendizaje:

*Aprendizaje repetitivo:* Implica la sola memorización de la información a aprender, ya que la relación de ésta con aquella presente en la estructura cognoscitiva se lleva a cabo de manera arbitraria.

*Aprendizaje significativo:* La información es comprendida por el alumno y se dice que hay una relación inherente entre la nueva información y aquella presente en la estructura cognoscitiva.

Las dos formas de aprendizaje son:

- a) Por recepción. La información es proporcionada en su forma final y el alumno es un receptor de ella.
- b) Por descubrimiento. En este aprendizaje, el alumno descubre el conocimiento y sólo se le proporcionan elementos para que llegue a él.

Se deduce que respecto a la teoría anterior, el alumno es un agente activo de su propio aprendizaje, procesando su propia información y aprendizaje. El maestro como primera condición, debe partir de la idea de un alumno activo que aprende de manera significativa, que aprende a aprender y a pensar. Su papel en este sentido se centra sobre todo en confeccionar y organizar experiencias didácticas que logren esos fines. Desde esa perspectiva, el profesor debe estar profundamente interesado en promover en sus alumnos el aprendizaje significativo de los contenidos escolares. Para ello, es necesario que procure en sus lecciones, exposiciones de los contenidos, lecturas y experiencias de aprendizaje que exista siempre un grado necesario de significatividad lógica, para aspirar a que los alumnos logren un aprendizaje en verdad significativo.

*La teoría constructivista*, propugnada e impulsada por Piaget, considera que las estructuras del pensamiento se construyen por interacción entre las actividades del sujeto y las reacciones del objeto. Piaget denominó a su teoría “constructivismo genético”. En ella explica el desarrollo de los conocimientos en el niño como un proceso de desarrollo de los mecanismos intelectuales. Este desarrollo ocurre en una serie de etapas o estadios, que se definen por el orden constante de sucesión y por la jerarquía de las estructuras intelectuales que responden a un modo integral de evolución. Cada estadio se caracteriza por la aparición de estructuras que se construyen en forma progresiva y sucesiva, de modo tal que una estructura de carácter inferior se integre a una de carácter superior, y constituya así el fundamento de nuevos caracteres cognoscitivos que son modificados por el desarrollo, en función de una mejor organización.

Según esta aproximación al aprendizaje el maestro es un promotor del desarrollo y de la autonomía de los educandos. Debe conocer con profundidad los problemas y características del aprendizaje y las etapas del desarrollo cognoscitivo en general. Su papel fundamental consiste en promover una atmósfera de reciprocidad, de respeto y autoconfianza en el niño dando oportunidad para el aprendizaje autoestructurante de los alumnos, principalmente mediante la enseñanza indirecta y del planteamiento de problemas y conflictos cognitivos. El maestro debe reducir su nivel de autoridad en la medida de lo posible, para que el alumno no se sienta supeditado a lo que él dice cuando intente aprender o conocer algún contenido escolar y no se fomente en él la dependencia. En este sentido, el profesor debe respetar los errores y estrategias de conocimiento propias de los alumnos y no exigir la emisión simple de la respuesta correcta.

Según lo expuesto anteriormente, nos quedamos con la definición globalizadora de aprendizaje propuesta por Alonso y Gallego (1996) y que lo considera como “proceso

de adquisición de una disposición, relativamente duradera, para cambiar la percepción o la conducta como resultado de una experiencia". Por lo tanto, ya no se contempla el aprendizaje como mero aumento cuantitativo de conocimientos, sino como proceso dinámico en el que influyen tanto los factores intrínsecos del que aprende como los factores extrínsecos a él, y que están en relación con el mensaje y el medio. En cuanto al mensaje, algunos autores como Gagné (1987) ponen énfasis en el análisis de la estructura del contenido, que no solo debe ser adecuado al desarrollo cognitivo del alumno, sino que además debe ser significativo en sí mismo, al tiempo que presentado de manera lógica. Esta consideración lleva a la necesidad de planificar una metodología adecuada en cuanto al modo y recursos, puesto que cada tema de aprendizaje exige la metodología más adecuada a su estructura. En relación al medio o los recursos, parece probado que el aprendizaje es más consistente y duradero cuantos más sentidos estén involucrados en el proceso de aprender.

De ahí que a la hora de efectuar nuestra experiencia hayamos intentado llevar a la práctica toda una serie de principios del aprendizaje, tales como:

- *Ley de la novedad.* Todo acontecimiento novedoso e insólito se aprende mejor que lo que sea rutinario o aburrido.
- *Ley de la pluralidad.* El aprendizaje es más consistente, amplio y duradero cuantos más sentidos (vista, oído, tacto...) estén involucrados en el proceso de aprender.
- *Ley del ejercicio.* Cuanto más se practica y repite lo aprendido, tanto más se arraiga el contenido del aprendizaje.
- *Ley de la motivación.* El alumno puede sentirse más predispuesto a "aprehender" los conceptos y tareas propuestos en clase si los ha visto previamente en acción en el devenir colegial.
- *La participación intensa y activa.* Redunda en una asimilación más rápida y duradera.

Lo expuesto anteriormente nos indujo a pensar que era posible casar algo tan dispar, aparentemente, como es la elaboración de un belén con la Física de 4.º de E. S. O. Ello se infirió del informe de la Federación Española para la Ciencia y Tecnología (Tecnociencia y Sociedad, 2006), pues en la investigación cualitativa realizada por la FECYT a finales de 2005 (ARTETA, 2005), queda claro que los conceptos de ciencia y tecnología, aunque vinculados entre sí, además de ser diferentes, remiten a sentimientos y emociones que pueden ser muy diferentes.

El concepto de ciencia está particularmente asociado a las actividades de investigación y experimentación. También se asocia mucho al estudio y al conocimiento. Dicho

conocimiento generado tiene la cualidad de ser comprobable, demostrable. Los ciudadanos no se sienten seguros cuando tratan de explicar qué es esa cosa llamada ciencia. Una de las principales representaciones e ideas arquetípicas que se vienen a la mente cuando se piensa en ciencia es el científico de bata blanca, que se mueve entre probetas y tubos de ensayo, que experimenta e investiga para ampliar el campo de unos conocimientos que escapan al entendimiento de ciudadanos corrientes.

Esta representación arquetípica, casi de “tebeo”, sigue arraigada con enorme fuerza en la sociedad. Su vigencia es la mejor prueba del enorme desconocimiento de la población de la actividad científica. Aunque desconocida, es una actividad admirada, y se le atribuyen las cualidades de “humana” y “solidaria”. La ciencia, en tanto en cuanto actividad que fomenta el conocimiento, es valorada muy positivamente, porque se reconoce que es base de progreso, de bienestar, de desarrollo humano. Constituye un valor en sí misma universalmente compartido. Nadie pone en duda que se pueda prescindir de esta a estas alturas de la historia.

Curiosamente cuando se ha evaluado el interés que tiene la población española y otras poblaciones por los temas de ciencia y tecnología se ha comprobado que hay un segmento de población con un perfil sociológico determinado que consume información tecnocientífica. Se trata de jóvenes de 15 a 24 años, de estudios secundarios o universitarios, estudiantes o buscando su primer empleo, de clase media alta, viviendo en hogares con ingresos superiores a 24.000 € y residentes en grandes ciudades. Además, curiosamente, cuanto más jóvenes, mayor es el interés. Parece que existe una especie de “ingenuidad espontánea” que anima a conocer fenómenos científicos y que, con la edad, va decayendo lentamente.

De ahí que hayamos intentado unir ambas experiencias, pues creemos que “a más información más positiva es la actitud”. Los poco formados /informados desconfiarán más, (a la vez que se interesarán menos) porque sienten que es algo que no les va a ayudar tanto en sus vidas, no van a sacar partido de la ciencia y de la tecnología en sus vidas como otros sujetos. (Tengamos en cuenta que los ciudadanos más implicados en la ciencia, así como los más favorables, son de clase media alta y los menos implicados e interesados de clases baja y media baja). Mientras que los más informados /formados son los que más partido le han sacado o se lo van a sacar. Ello nos hace pensar que debemos seguir fieles al carisma del P. Champagnat y conseguir para todos nuestros alumnos un desarrollo lo más adecuado posible a sus personas, independientemente de su categoría socioeconómica.

## 2. Objetivos

La experiencia didáctica propuesta ha contemplado los siguientes objetivos:

- Impulsar la sensibilidad y el buen hacer dirigido a la realización de actividades artísticas, explorando materiales novedosos para conocer sus posibilidades de uso con fines estéticos.
- Favorecer la confianza del alumno en sí mismo y en otros, potenciar el espíritu de trabajo, auspiciando con su validez que surjan ideas, soluciones y compromisos, desembocando de esta forma en la creación de un equipo cooperativo.
- Mantener tradiciones que invitan a la reflexión sobre actividades entrañables en fechas navideñas, favoreciendo un acercamiento de los alumnos, padres y familiares al Centro.
- Conocer los principios físicos básicos que subyacen en la realización de algunos dispositivos destacados en el montaje de un belén.

## 3. Desarrollo de la experiencia

La experiencia didáctica que proponemos se ha realizado a lo largo del curso 2006-2007 en el Colegio Marista "Cervantes" (Córdoba) y otra parte de ella en el Colegio Marista "La Inmaculada" (Granada). El primer centro mencionado se encuentra en el barrio cordobés de la Fuensanta, alejado del casco histórico y oferta desde Infantil hasta Bachillerato, atendiendo a una población con un estatus socioeconómico medio-bajo. El segundo centro se encuentra cerca del centro comercial y administrativo de Granada, no así de su casco histórico. Oferta desde Enseñanza Primaria hasta Bachillerato, atendiendo a una población socioeconómicamente hablando de nivel medio-alto. Fuera del horario lectivo cada centro ofrece un amplio abanico de actividades extraescolares, tales como deportes, grupos de iniciación sacramental, grupos de personalización de la fe, talleres, concursos y un largo etcétera.

Esta experiencia se ha desarrollado en dos fases. La primera ha consistido en la elaboración de un belén, alojado en las dependencias colegiales del Centro Marista de Córdoba y la segunda fase en elaborar un material didáctico para los alumnos de 4.º de E. S. O., partiendo de los dispositivos más llamativos del belén construido, para la asignatura de Física y Química, realizándose en el Centro Marista de Granada y de Córdoba; de ahí que haya tenido que desplegarse a lo largo de todo el curso. El cronograma desarrollado ha sido, por tanto, el siguiente: constitución del equipo responsable (primera semana de octubre); recogida de material belenístico cedido por el Colegio Marista de Cullera (13 y 14 de octubre); circular a todos los alumnos

presentando la idea del belén y solicitando su apoyo en forma de trabajo y de figuras que pudieran ceder (20 de octubre); elaboración del belén (del 27 de octubre hasta el 13 de diciembre); apertura de éste para su visita (15 de diciembre a 7 de enero); recogida del premio otorgado por Cajasur (9 de enero); desmontaje del belén (10 de enero a 13 de enero); elaboración de los materiales didácticos para alumnos y profesores (meses de enero y febrero) y empleo de éstos (meses de marzo hasta principios de junio según la programación de la asignatura). La evaluación de los alumnos se efectuará del 18 al 21 de junio y la de los profesores durante la semana del 25 al 29 de junio.

### 3.1 Elaboración del belén

El verdadero origen de esta tradición navideña tan popular se remonta al siglo XIII, entre los años 1200 y 1226, cuando se realiza en una pequeña localidad de Italia, una representación viviente de los acontecimientos que rodearon la fecha de la natividad de Cristo. Parece que fue San Francisco de Asís el impulsor de esta representación escénica, con la que pretendía celebrar una Navidad lo más realista posible. Actualmente, dentro de la plataforma escolar tenemos la posibilidad de educar en valores humanos y cristianos de forma ilusionante y cercana a todos, aprovechando tiempos litúrgicos y potenciando un acercamiento a la figura de Jesús; de ahí que se ha intentado implicar a la mayor parte de los estamentos educativos.

Los alumnos de 3.º de E. S. O., dentro de la asignatura de Plástica y Visual y coordinados por su profesora, se encargaron de pintar figuras (dos clases) y de modelar pequeñas figuras de arcilla (otra clase) durante el mes de noviembre. Los alumnos de Tecnología de 4.º de E. S. O. con su profesor al frente se dedicaron a la construcción de tres norias, cinco fuentes y a la preparación de los motores necesarios para realizar los diferentes efectos tales como el ciclo diurno-nocturno o el flujo del agua del río desembocando en una pequeña presa. Se aprovechó también el desarrollo de esta actividad para que los alumnos del primer ciclo de la E. S. O., desde la asignatura de Religión, profundizaran en el sentido histórico y en el actual significado de la Navidad.

Para los padres y madres del Colegio y, en coordinación con la A. M. P. A., se propusieron dos talleres:

*Un taller de pintura de figuras* para 10 a 15 personas. Una profesora del centro actuó como coordinadora del taller. Las figuras de escayola que se compraron medían en torno a 20 cm. La duración del taller fue de dos semanas. Se pintaron las siguientes figuras:



- Misterio completo (José, María, Niño, Mula y Buey).
- Los Reyes Magos (Dos juegos: uno, reyes en camino y otro en adoración).
- 5 Pastores.
- 8 Figuras de diferentes oficios: herrero, carpintero, panadero, hilandera...
- 2 Lavanderas.
- 2 Campesinos.
- 5 Transeúntes.
- Soldado romano.
- La Huída a Egipto (José, María, Niño y Burro).
- 2 Ángeles.
- 2 Figuras con cántaros de agua.
- 3 Figuras sentadas.
- Una figura acompañada por un burro.
- Animales varios (ovejas, burros, cerdos, pavos, gato...).

*Un taller de arcilla y manualidades* con el mismo funcionamiento descrito anteriormente para el taller de pintura. Fue responsable una madre y elaboraron durante tres semanas las siguientes figuras:

- Elaboración de un quiosco de frutas y verduras.
- Material de una panadería: panes, bandejas...
- Material para una alfarería: platos, vasos, vasijas diversas.
- Material para una carpintería: herramientas, mesas, sillas...
- Manuscritos, telas, maceteros, antorchas, carros, corrales para animales, palmeras, etc.

El Equipo Directivo del Colegio se implicó dando todas las facilidades posibles para la gestión y elaboración del belén y colaboró dentro del apartado de recursos. Así cedió la sala de Tecnología como lugar donde ubicar el premontaje del belén, otra sala para la elaboración de los talleres con los padres y madres que intervinieron, el recibidor del Colegio para alojar el belén de forma definitiva y todos aquellos materiales colegiales que hicieron falta (mesas, alargadores, focos, material de limpieza, cables, interruptores, tubos fluorescentes, etc.). De esta manera, cuando el belén quedó totalmente instalado, sus dimensiones finales fueron de  $6.60 \times 2.10$  metros. (*Cfr. anexo I*).

En cuanto a los recursos económicos se contó con una ayuda del A. M. P. A. de 900 € y otra de 500 €, provenientes de la empresa PRASA, gestionada por un padre de alumno del colegio, que se entusiasmó con la idea. El resto de los gastos originados fueron pagados por el Colegio. Puesto que el belén fue galardonado por el jurado de

Cajasur con el primer premio en la categoría correspondiente a belenes organizados por entidades sin ánimo de lucro, su importe revertió nuevamente en el Colegio, con lo que se consiguió que la actividad fuera autosuficiente y no una carga onerosa para los presupuestos colegiales o los bolsillos de las familias. (*Cfr. anexo II*).

Todo ello fue unido, cementado y aglomerado por el equipo organizador, que dedicó un tiempo sin fin para la realización del montaje del belén y con una ilusión desbordante, propia de principiantes y de personas con un amor a los niños enorme tal y como quería el P. Champagnant. De todos ellos, queremos destacar a Benito González Cachinero, que se ha encargado de coordinar toda la parte artística y de construcción del belén, así como a José Ángel Espino Pérez, encargado de las luces, cableado y toda la parte tecnológica del nacimiento. Gracias a ellos, el trabajo ha sido bastante más sencillo y amable.

### 3.2 El material didáctico y su uso para Física en 4.º de E. S. O.

La segunda parte de la experiencia efectuada ha tratado de acercar la ciencia que aparece en los libros con la ciencia cotidiana mediante un nexo de enlace como ha sido el belén. Para ello hubo que adecuar los elementos que se presentan en dicho belén con la programación efectuada para la asignatura de Física y Química de 4.º de E. S. O.; de ahí que el planteamiento sólo se haya efectuado inicialmente para la parte de Física, descartando la de Química para prospectivas futuras. Dado que el denominador común entre ambos colegios con respecto a la asignatura mencionada es el libro de texto de Edelvives, del proyecto Alhucema, se ha escogido éste como referente y guía para la elaboración del material didáctico.

Dicho material consta de cuatro fichas de trabajo para el alumno y sus correspondientes soluciones para el profesor, que también cuenta con material de apoyo en forma de transparencias. Hemos optado por esta forma de presentar las explicaciones del profesor con objeto de adecuarnos a recursos que tengan la mayoría de los centros y que el profesor sea capaz de usarlo con facilidad. Evidentemente, cuando las tecnologías de la información y comunicación se vayan haciendo más asiduas y frecuentes en nuestros centros y los profesores las manejen con cierta desenvoltura, se podría transformar dicho material para que sea soportado por dichas tecnologías.

Hemos incorporado las transparencias también por una segunda razón y es para generalizar el empleo del material en centros donde no se realicen belenes, pero los alumnos los conozcan por haberlos visitado en otros momentos y en otros lugares del entorno poblacional donde residen.

El material didáctico ha sido elaborado durante los meses de enero y febrero en el colegio de Granada y puesto a disposición del colegio de Córdoba a principios de marzo. Los elementos del belén escogidos y su dependencia con la Física se relacionan mediante la siguiente tabla:

Elementos del Belén	Núcleo estudiado de física
La Noria	Movimiento circular uniforme: Cinemática y Dinámica
Diferentes figuras del Belén	Dinámica de la partícula: representación de fuerzas
Ángel que aparece y desaparece en la anunciación a los pastores. Efecto de profundidad en las calles del Belén	Ondas: la luz.
El río	Energía y trabajo

Adicionalmente, se ha preparado un anexo para el profesor que explica cómo efectuar los ciclos día-noche, amanecer-atardecer, pues aunque el núcleo temático sea el de la electricidad que no corresponde a la programación curricular de 4.º de E. S. O., creemos que es lo bastante interesante como para poder ser planteado y explicado. De todas formas, lo hemos dejado a criterio del profesor encargado de la asignatura en cada centro. En los anexos se pueden observar ejemplos de las fichas de trabajo elaboradas para los alumnos y profesores (*Cfr. anexo III*).

El uso de este material puede ser efectuado en varios momentos de la impartición de la asignatura. Así, puede utilizarse al principio del tratamiento de cada uno de los núcleos temáticos reseñados anteriormente como elemento que pueda generar un conflicto cognitivo, puede usarse al final del tratamiento de dichos núcleos como elemento reforzante para el aprendizaje del alumno o al final del curso para algún taller que se desarrolle durante la Semana Cultural o bien durante el repaso de la asignatura. Nosotros lo hemos empleado para crear conflictos cognitivos y como elementos reforzadores del aprendizaje y, dicho sea de paso, con un buen resultado. Las fichas han sido empleadas por los alumnos de forma individual, aunque también se puede proponer que las resuelvan por parejas, con objeto de incentivar el trabajo en pequeños grupos y poder descubrir actitudes de los discentes respecto al trabajo cooperativo y a la asignatura. Posteriormente el profesor proponía las soluciones y las explicaciones adecuadas, excepto en la ficha del ángel que se invertía el proceso, comenzando por la explicación del fenómeno por parte del profesor, la realización de la ficha y su posterior corrección.

Cada ficha ocupó una sesión de clase, aproximadamente, exceptuando la del ángel que llevó una sesión y cuarenta minutos de otra.

## 4. Evaluación de la experiencia

A la hora de efectuar la evaluación hemos pretendido efectuar una autoevaluación y una heteroevaluación, pues confiamos en que recogiendo más información se puede permitir la mejora continua de la experiencia descrita y una mayor adecuación a los objetivos propuestos.

Con respecto a la *autoevaluación* señalar que el trabajo y la elaboración del belén ha sido tremendamente satisfactoria a nivel del equipo organizador. Los objetivos perseguidos de fomentar la sensibilidad y el buen gusto artístico, el potenciar el trabajo cooperativo en la realización y alcance de un proyecto común y el mantenimiento de tradiciones que invitan a una reflexión cristiana sobre el sentido y el significado de la Navidad creemos que se han conseguido en un grado bastante efectivo.

Queremos destacar también como punto fuerte de este trabajo que el número de ámbitos relacionados con la Comunidad Educativa que se ha involucrado en este proyecto ha sido muy amplio: alumnos, profesores, padres y madres de la A. M. P. A., comunidad de hermanos del colegio, equipo directivo, equipo de pastoral local y administración han colaborado para impulsar este propósito con su tiempo, habilidades o con recursos económicos y todos lo han hecho desde una base cooperante y solidaria. Además, nos vimos recompensados con el reconocimiento de la ciudad de Córdoba ya que el Belén fue presentado al XXVI Concurso de Belenes de la Ciudad organizado por la entidad bancaria Cajasur, en la modalidad de asociaciones sin ánimo de lucro, y fue galardonado con el primer premio. Ello hizo que el Belén tuviese que estar abierto durante el período de Navidad, con lo que hubo que implicar a más gente para que hiciese turnos de vigilancia y permitió que el ambiente durante este tiempo haya sido más cálido que otros años por la misma época.

En cuanto a puntos mejorables podemos destacar una mayor organización del trabajo y una mayor amplitud en el número de personas implicadas. Cuando se decidió presentar el Belén al concurso y se acercaba la fecha de su finalización, las horas de trabajo fueron muchas y hasta altas horas de la madrugada algunos días. Creemos mejorable este aspecto teniendo el trabajo más planificado y organizado. Es nuestro deseo también implicar a más personas, sobre todo, alumnos, con objeto de que cada vez sientan más el Belén como algo suyo y no como una actividad que organiza y es propiedad del centro. Ello nos obliga a sentarnos, reflexionar y buscar caminos que den cauce a este deseo de una forma práctica y sencilla.

Con respecto al material didáctico diseñado nos encontramos también satisfechos del trabajo efectuado ya que pensamos que es un material adecuado para explicar los elementos más significativos de nuestro Belén y conecta esta realidad con la teórica que aparece en los textos. Creemos que dicho material ha contribuido a que nuestros discentes hayan profundizado en el conocimiento de ciertos núcleos temáticos de una disciplina “dura” como es la Física y que haya colaborado en el aprendizaje significativo de nuestros alumnos.

El uso de dicho material también ha sido agradable, pues hemos detectado un elevado interés por parte de los discentes en su realización y en su actitud cara a las explicaciones que facilitaban su comprensión de los fenómenos presentados.

Con respecto a la *heteroevaluación* destacamos que en el caso de la construcción del Belén se realizó inicialmente con el director del colegio marista de Cullera y con algunos padres y madres cercanos al equipo organizador. En una segunda fase se realizó con todos los estamentos implicados que faltaban y la valoración fue muy positiva.

En cuanto al material didáctico dicha heteroevaluación se realizó con dos profesores de los departamentos de Física y Química de los centros de Córdoba y Granada. El quinto profesor que nos validó la actividad fue otro del centro de Sanlúcar La Mayor (Sevilla). Todos ellos nos animaron a continuar en la tarea, valoraron positivamente la idea y estimaron como muy adecuados los materiales diseñados. Para completar la heteroevaluación nos falta por incorporar la respuesta real de los alumnos. Dadas las fechas en las que nos encontramos y según el cronograma realizado, esta evaluación se efectuará a finales de junio con los alumnos, por lo que no podemos presentar resultados reales. En los anexos sí adjuntamos el modelo de evaluación que se utilizará (*Cfr. anexo IV*).

## 5. Perspectivas futuras

Creemos interesante plantear cuáles son nuestros retos de cara a un futuro a corto y medio plazo en relación a la experiencia didáctica que hemos descrito anteriormente. En cuanto al montaje del Belén nos planteamos una ampliación del equipo organizador; introducir voluntarios que aprendan a montar los elementos más delicados del Belén como, por ejemplo, la instalación eléctrica y el diseño global del belén; ampliar la superficie total del Belén incorporando nuevas figuras y nuevas escenas, como por ejemplo, las anunciaciones a María y José; incorporación de casas con elementos arquitectónicos cordobeses y de monumentos señalados de la ciudad de Córdoba; construcción de un palacio romano; incorporación de fenómenos atmosféricos como

por ejemplo, tormentas; adecuación de la sala de exposición del Belén (vestíbulo del colegio) con la preparación de una ornamentación adecuada, música navideña rociera y aflamencada y barras de separación entre el Belén y los visitantes. Es evidente que se cuenta con repetir la experiencia y ampliar el número de personas implicadas.

Con respecto al material didáctico, efectuar las correspondientes mejoras según el feed back ofrecido por los alumnos; ampliar el número de fichas de trabajo de tal forma que el currículo de Física de 4.º de E. S. O. pueda relacionarse con un elemento o fenómeno que aparezca en el Belén; desarrollar el mismo esquema de trabajo para los contenidos curriculares de Química y adaptación o transformación de los materiales para que puedan ser utilizados con los soportes habituales de las nuevas tecnologías. Aunque todo es mejorable, creemos que con estos elementos expuestos, si somos capaces de llevarlos a la práctica, conseguiremos lo que un compañero nuestro citó hace un tiempo en una charla informal: “*Si enseñamos a los alumnos a observar, la inteligencia subirá de la vista al cerebro*” (José Guardia Ruiz).

## 6. Referencias bibliográficas

- ALONSO, C. Y GALLEGU, D. (2 002): *Tecnología y Educación*. Madrid: U. N. E. D.
- MORALES ORTIZ, J. V., ARRIBAS PURAS, C.Y LÓPEZ FENOY, V. (2002): *Física y Química. ESO: Curso 4*. Proyecto 2.2. Zaragoza: Editorial Luis Vives.
- QUINTANA CABANAS, J. M., LOMBAERTS, H., GIL LARRAÑAGA, P. M. Y ARTACHO LÓPEZ, R. (1999): *La Difícil Tarea de Educar*. Aula Viva. Cátedra de Educación Cristiana “San Juan Bautista de la Salle”. Madrid: Editorial Bruño.
- QUINTANAL PÉREZ, F. (2004): Granada: el regalo divino del agua. *Aprender y Formar con T. I. C.* (2 CD). Madrid: Anaya y U. N. E. D.
- VV. AA. (1998): *Misión Educativa Marista. Un proyecto para hoy*. Madrid: Conferencia Marista Española.

### 6.1 Referencias en internet

Alcaicería:

[http://www.alcaiceria.com/alcaiceria/pags/bel/complementos/comple\\_luces.htm](http://www.alcaiceria.com/alcaiceria/pags/bel/complementos/comple_luces.htm)

Asociación belenista “La Roldana”:

[http://www.laroldana.com/curso\\_elec.htm](http://www.laroldana.com/curso_elec.htm)

Informe tecnociencia y Sociedad 2006:

[http://www.ucm.es/eprints/5843/01/informe\\_tecnociencia\\_y\\_sociedad\\_2006\\_pdf.pdf](http://www.ucm.es/eprints/5843/01/informe_tecnociencia_y_sociedad_2006_pdf.pdf)

Teorías del aprendizaje:

<http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/pdf/Lectura%201%20Teor%EDas.pdf>

Teoría del aprendizaje significativo:

<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>

## 7. Anexos

Incorporamos también en esta publicación una selección de los anexos presentados junto con la descripción de la experiencia.

Originalmente se presentaron los siguientes:

Anexo I: Fotos de la elaboración del Belén.

Anexo II: Materiales y Gastos.

Anexo III: Material didáctico.

Anexo IV: Cuestionario de evaluación.

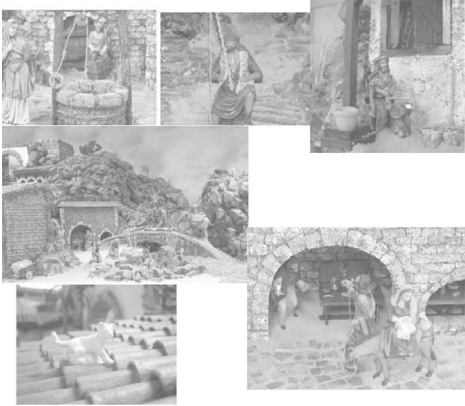
Para no hacer excesivamente voluminosa la publicación, hemos seleccionado a modo de ejemplo una ficha de experiencia del alumno y otra del profesor que inicialmente estaban en el anexo III e incorporamos también el anexo IV completo por su especial interés.

ALUMNO: ..... 4.º ESO .....

FICHA DE ACTIVIDADES		
FÍSICA	Área de Física estudiada: Energía y trabajo	Unidad del texto con la que se relaciona:
Elemento y/o fenómeno estudiado del Belén: El río y el lago		
<p>a) Explica el fenómeno estudiado con tus propias palabras.</p> <p>b) Suponiendo que hay 2 litros de agua en el barreño superior situado a 80 cm de la mesa que soporta el belén, calcula el valor de la energía potencial que tiene.</p> <p>c) ¿Qué trabajo tiene que hacer la bomba para elevar esos dos litros de agua hasta el rebosadero superior sabiendo que se encuentra a 1.60 m de éste?</p> <p>d) Despreciando el rozamiento por el lecho del río, cuánta energía cinética tiene el agua al desembocar en el lago.</p>	<p>Haz un dibujo o esquema que aclare tu explicación:</p>	
<p>Enumera qué conceptos, leyes o procesos has aprendido o comprobado con esta actividad:</p>		



## GUIÓN PARA EL PROFESOR

FICHA DE ACTIVIDADES		
FÍSICA	Área de Física estudiada: Dinámica de la partícula	Unidad del texto con la que se relaciona: Unidad 2
Elemento y/o fenómeno estudiado del Belén: Figuras del Belén		
<p>Dibuja las fuerzas que intervienen sobre el cubo del pozo, el anzuelo, el tronco, el caballo, el gato y el burro. Razónalas en cada caso:</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;">  </div>		<p>Esquemas de fuerzas y explicaciones:</p>
<p>Enumera qué conceptos, leyes o procesos has aprendido o comprobado con esta actividad: Peso, fuerza normal, fuerza de rozamiento, tensión, segunda y tercera ley de Newton.</p>		

Para efectuar transparencias:



Suponiendo cuerdas y poleas ideales, donde  $T$  representa la tensión y  $P$ , el peso



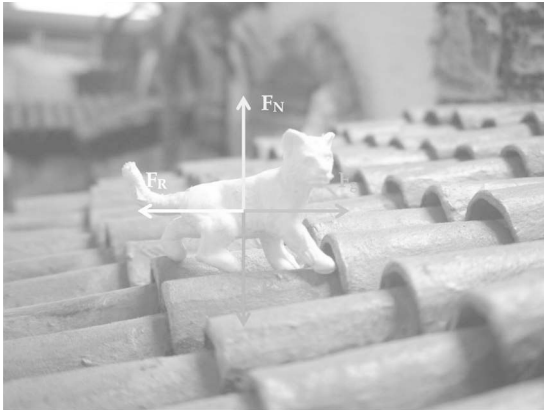
Suponiendo hilo y carrete ideales, donde  $T$  representa la tensión y  $P$ , el peso



Donde:  $F_s$  representa la fuerza de la sierra,  $F_R$  la fuerza de rozamiento entre sierra y tronco y entre tronco y tocón de madera,  $P$ , el peso del tronco y  $F_N$ , la fuerza normal. Se considera despreciable el rozamiento con el aire



Donde:  $F_c$  representa la fuerza impulsora del caballo,  $F_R$  la fuerza de rozamiento entre caballo-jinete y suelo del puente,  $P$ , el peso de la cabalgadura y el jinete y  $F_N$ , la fuerza normal. Se considera despreciable el rozamiento con el aire



Donde:  $F_g$  representa la fuerza impulsora del gato,  $F_R$  la fuerza de rozamiento entre el gato y el tejado,  $P$ , el peso del animal y  $F_N$ , la fuerza normal. Se considera despreciable el rozamiento con el aire



Donde:  $F_R$  representa la fuerza de rozamiento entre el burro –María y el pavimento,  $P$ , el peso del animal–Virgen y  $F_N$ , la fuerza normal. Se considera despreciable el rozamiento con el aire

ALUMNO: .....

## AUTOEVALUACIÓN

Por favor, rellena la siguiente evaluación\* y se la entregas a tu profesor/a. Si tienes alguna duda en su realización, no dudes en preguntar:

### DIMENSIÓN DESCRIPTIVA

#### Identificación de la ficha de trabajo

1. Nombre:

2. Origen

Organismo

Administración

Colegio/Universidad

Empresa

CC.AA.

Otro

3. Autores y afiliación

Institución académica

Colegio

Organización pública

Instituto

Administración centra

Profesor/es

Administración autonómica

Alumno/s

Administración local

Otros

Empresa privada

#### Evolución de la ficha de trabajo

4. Fecha de creación:

5.

---

\* Adaptación efectuada por Felipe Quintanal al cuestionario aparecido en: Gallego, Domingo y Muñoz, Miguel Ángel (2002): Anexos al texto *Nuevos Entornos y Posibilidades Telemáticas en Educación*. Madrid: UNED.

**Idiomas**

6.

7.

8.

**Público destinatario**

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Infantil     | <input type="checkbox"/> Escuela Técnica/Facultad |
| <input type="checkbox"/> Primaria     | <input type="checkbox"/> Otra formación           |
| <input type="checkbox"/> Secundaria   | <input type="checkbox"/> General                  |
| <input type="checkbox"/> Bachillerato |   |

**Extensión de la ficha de trabajo**

9. Número de páginas:

**Áreas temáticas principales tratadas**

10.

11.

12.

13.

## DIMENSIÓN PEDAGÓGICA

### Configuración instructiva (forma de trabajar desarrollada por ti)

- |                                  |                             |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Instrucción individualizada   | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 2. Trabajo colaborativo en clase | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 3. Trabajo colaborativo en casa  | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |

### Modelo instructivo (forma de trabajar propuesta por el profesor/a)

- |                          |                             |                             |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 4. Dirigido (tutorizado) | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 5. Basado en preguntas   | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 6. Libre                 | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |

### Significados instructivos (analiza el contenido de la ficha didáctica)

- |   |                             |                             |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 7. Información básica                               | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 8. Herramientas                                     | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 9. Actividades estructuradas y dirigidas            | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 10. Actividades abiertas                            | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 11. Contiene mecanismos de adaptación al estudiante | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |

### Tipos de interacción (clasifica globalmente el tipo de actividades propuestas)

- |                             |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 12. Búsqueda de información | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 13. Actividades simples     | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 14. Actividades complejas   | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 15. Consulta a experto      | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |

### Proceso cognitivo (qué clase de actividades contiene la ficha)

- |   |                             |                             |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 16. Recogida de información                       | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 17. Memorización                                  | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 18. Análisis de datos y desarrollo de deducciones | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 19. Resolución de problemas                       | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| 20. Creatividad e innovación                      | <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |

**Retroalimentación** (*tu respuesta a las fichas se ha efectuado...*)

21. De forma asíncrona (al final de la explicación del profesor)  Si  No  
22. De forma síncrona (al mismo tiempo que la explicación del profesor)  Si  No

**Recursos de aprendizaje** (*señala qué elementos contiene la ficha que te permiten poder aprender*)

23. Bibliografía/webgrafía  Si  No  
24. Otros recursos adicionales  Si  No  
25. Pregunta a un experto  Si  No  
26. Pregunta a un compañero  Si  No

**Sistemas de ayuda** (*elementos que te permiten responder a las actividades*)

27. Ayuda técnica (Internet)  Si  No  
28. Ayuda contextual (libro de texto, explicación)  Si  No  
29. Tutoriales o libros de consulta  Si  No

**Evaluación**

30. Tests estandarizados  Si  No  
31. Evaluaciones alternativas  Si  No

## DIMENSIÓN COGNITIVA

### Estructura representativa del conocimiento

1. Estructura  Una sola página  Red jerárquica  
 En árbol  Otras

### Significados representacionales *(califica los elementos usados, el 1 representa material muy poco atractivo y el 5, muy atractivo)*

2. Texto  1  2  3  4  5  
3. Imagen  1  2  3  4  5  
4. Transparencias  1  2  3  4  5

### Actitud frente al trabajo efectuado y mi aprendizaje *(califica los siguientes ítems, el 1 representa muy bajo y el 5, muy alto)*

5. Satisfacción del trabajo personal efectuado  1  2  3  4  5  
6. Interés personal demostrado  1  2  3  4  5  
7. Calidad del trabajo entregado  1  2  3  4  5  
8. Resultado obtenido  1  2  3  4  5  
9. Aprendizaje realizado  1  2  3  4  5

### Observaciones: