



MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación
de Profesorado
y Educación / 15-16

(MESOB)

Especialidad
de Física y Química



**¿Cómo empezó todo?
Las Grandes
Cuestiones en
la adolescencia:
cuándo surgen, cómo
se responden y su
relación con
el aprendizaje
de Física y Química**
Rocío del Rey Bajo



¿Cómo empezó todo?

Las Grandes Cuestiones en la adolescencia: cuándo surgen, cómo se responden y su relación con el aprendizaje de Física y Química.

Trabajo Final de Máster

Rocío del Rey Bajo

Realizado bajo la supervisión de Natxo Alonso Alberca.

Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

Facultad de Formación de Profesorado y Educación

Universidad Autónoma de Madrid

Madrid, junio de 2016

Resumen

Hablemos con quien hablemos, desde el más joven de los estudiantes hasta la mayor de las abuelas, veremos que hay una serie de preguntas, que aquí hemos llamado Grandes Cuestiones, que nos fascinan a todas las personas. Se presenta una investigación llevada a cabo en el Colegio Montserrat en la que mediante entrevistas y encuestas se realiza una caracterización de las respuestas y del papel de estas Grandes Cuestiones en las vidas de los adolescentes. Además, se ha comprobado que muchas de estas preguntas pueden entenderse a la vez como grandes motivaciones de la Ciencia. Sin embargo, es común que en la ciencia escolar, como es habitual en las aulas de nuestro sistema educativo, las preguntas rara vez se encuentren en boca de los alumnos, lo cual muestra a la vez que la curiosidad del alumno no se aprovecha para enseñar. En este trabajo se ha diseñado y puesto en práctica un prototipo de actividad que se sirve de las Grandes Cuestiones que interesan a los estudiantes para devolver las preguntas al aula y enseñar a través de la curiosidad del alumno.

Palabras Clave

Grandes Cuestiones, aprendizaje de las Ciencias, humanización de la Ciencia, hacerse preguntas, investigación, trabajo cooperativo

Índice

1. Introducción	1
A. Presentación	1
B. Motivaciones	1
C. Estado de la cuestión: fundamentación y antecedentes prácticos	3
Fundamentación psicológica: preguntas de la vida	3
Fundamentación pedagógica: la relevancia de las preguntas en el aprendizaje	4
Experiencias cercanas	6
Fundamentación metodológica: la investigación-acción	7
D. Nuestra investigación	9
Objetivos	9
Líneas de trabajo y métodos	10
2. Caracterización de las Grandes Cuestiones en la adolescencia	11
A. Metodología	11
Entrevistas con alumnos	12
Encuestas en papel	12
B. Contexto: el alumnado del Colegio Montserrat	13
C. Resultados	14
Respuestas a las preguntas	15
Sobre las Grandes Cuestiones en la vida de los adolescentes	20
¿Qué otras preguntas se hacen los adolescentes?	21
Conclusiones que pueden tener relevancia en el aula	22
3. Las Grandes Cuestiones en el aprendizaje de Física y Química	23
A. Hipótesis de trabajo	23
B. Metodología	24
C. Contexto	25
Métodos didácticos en el Montserrat	25
Clase de 1ºA	26
Programación de Física y Química de 1º de Bachillerato	26
D. Objetivos	28
E. Programación	29
Sesión 1: Presentación y motivación	29
Sesión 2: Primer acercamiento a las preguntas	31
Sesión 3: Evaluación y caracterización de las preguntas	33
Sesión 4: Preparación del poster	33
Sesión 5: Galería de presentación de poster	34
F. Evaluación	36
Evaluación y calificación de los alumnos	36
Evaluación del proyecto por objetivos	36
G. Conclusiones: ¿Conectar los procesos de aprendizaje y contenidos con las Grandes Cuestiones ayuda a aprender Ciencia?	43
4. Propuesta de actividad – reiniciando la espiral	47
5. Conclusiones Generales	49
6. Bibliografía	52

7. Anexos	56
A. Preguntas de la entrevista hecha a los alumnos	56
B. Consentimiento informado	57
C. Programación de Física y Química 1º Bachillerato Montserrat	60
D. Programación detallada y Temporalización del proyecto de innovación	63
E. Rúbrica de evaluación de los alumnos en el proyecto de innovación	68
F. Rúbrica de evaluación del proyecto de innovación	69
G. Tarea para casa tras la primera sesión del proyecto: Mapa de preguntas	76
H. Preguntas propuestas por los alumnos en la lluvia de ideas de la sesión 1	77
I. Fotos de los pósteres	78
A. ¿Cómo surgió el primer ápice de energía?	78
B. ¿Es infinito el Universo?	78
C. ¿Qué es la materia?	79
D. ¿Acabará desapareciendo el Universo?	79
E. ¿Por qué tenemos identidad propia?	79
F. ¿Qué nos hace inteligentes?	80
G. ¿Utilizamos la totalidad de nuestro cerebro?	80
H. ¿Cómo funcionan los sentimientos?	80
J. Cuadernillos para las entrevistas entre los grupos en la exposición	81
K. Encuesta final a los alumnos del proyecto de innovación	85

Agradecimientos

Como cuando uno se pregunta *¿si hubiera nacido medio año más tarde, o si mi madre fuera otra, yo cómo sería?* yo me pregunto qué hubiera sido este trabajo si hubiera trabajado con alguien que no fuera Natxo. Porque me propusiste un tema fascinante, y sobre todo porque me preguntaste *¿Tú qué buscas en un TFM?* y, mejor aún, te adaptaste como tutor a lo que buscaba... por eso, gracias. Gracias también a Santiago Atrio porque te mostraste cercano, flexible y sobre todo interesado en mis primeras propuestas de tema.

Quiero agradecer a Sandra que, siendo los últimos meses la compañera más cercana en el máster (dado que el hacer esto en dos años me ha llevado a estar un poco descolgada), ha respondido alegremente a todas mis llamadas telefónicas buscando empatía. Y a Miguel Ángel con quien he compartido una parte importante de este trabajo.

Este trabajo tampoco lo hubiera podido hacer sin todas las personas del Montserrat que se sumaron a un proyecto lleno de preguntas: a Alejandro por confiar en mi y apoyarme en sus clases, a los alumnos de 1ºA que se pensaban que "sólo iba a ser una encuesta" y todos los que me abrieron la puerta al mar de dudas al que te llevan estas preguntas.

Mis padres y tantos amigos... que habéis dejado que este tema monopolizara las conversaciones durante varias semanas sin quejaros. Y gracias a Adrián, según el cual "me he pasado". Aunque lo cierto es que vosotros sois importantes siempre.

1. Introducción

A. Presentación

Hablemos con quien hablemos, desde el más joven de los estudiantes hasta la mayor de las abuelas, vemos que hay una serie de preguntas que nos fascinan a todas las personas. Preguntas tales como:

¿Cuán grande es el Universo? ¿Cómo se creó? ¿Y cómo funciona? ¿Se apagará el Sol? ¿Cuál es el sentido de la vida? ¿Cómo vivimos y nos relacionamos en sociedad?

Resuenan por nuestras cabezas, y lo hicieron también en las de nuestros tatarabuelos. Además, preguntas similares, aunque seguramente con matices diferentes, también han surgido en otras culturas que han habitado la Tierra a lo largo de su historia y en todos los puntos de su geografía.

Estas preguntas, que podemos llamar transcendentales, “grandes preguntas”... a las que en general nos referiremos como Grandes Cuestiones siguen siendo a día de hoy el motor que impulsa en muchos casos una curiosidad genuina ante el mundo que nos rodea. Juegan un papel fundamental en procesos de aprendizaje que abarcan desde la investigación más puntera sobre el origen del Universo hasta conversaciones que podemos tener con un grupo de semejantes bajo un cielo estrellado al encontrarnos de frente con la inmensidad del mismo.

B. Motivaciones

Viajemos ahora a un pequeño rincón sobre la Tierra, a algún centro de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Al pensar en los alumnos que allí se congregan a diario surge la inquietud: “¿se harán este tipo de preguntas?” “¿qué tipo de respuestas encontrarán a las mismas?”, “¿y qué otras preguntas de este tipo les inquietan?” En el presente trabajo nos preparamos para hacer una inmersión en la vida adolescente respecto a las Grandes Cuestiones.

Es de esperar que este tipo de preguntas puedan tener relevancia dentro del aula; nosotros buscamos conocer qué papel que pueden tener estas preguntas al enseñar Ciencia. La Ciencia avanza despacio, y a día de hoy avanza en líneas muy especializadas. Pero cuando pasas suficiente tiempo entre investigadores te das cuenta de que *aunque los pasos sean pequeñitos, las motivaciones no dejan de ser enormes*. Por poner un ejemplo, las motivaciones en la física de partículas son entender por qué existe más materia que

antimateria de forma que no se hayan aniquilado entre sí o cuál es el bloque más pequeño del que está hecho la materia. La genética se pregunta qué nos hace humanos, la psicología indaga sobre qué es la conciencia y la medicina sobre cómo convivir con las bacterias. Estas preguntas que parecen enormes se resuelven paso a paso, idea por idea.

Los conocimientos que se enseñan en las aulas de Física y de Química, desde la ESO hasta la carrera, están directamente relacionados con las preguntas que son *motor de la Ciencia*, estas *Grandes Cuestiones*. Bien porque sean necesarios para entender aquellos conceptos más abstractos que se encuentran en la frontera del conocimiento, bien porque en algún momento esos mismos conocimientos eran desconocidos, se encontraban más allá de dichas fronteras, sólo accesibles mediante las preguntas. Sin embargo, es común que las clases de Física y Química se presenten como una colección de teorías, leyes, y en algunas ocasiones excepcionales, modelos, que las personas hemos conseguido descubrir, y que, ahora que los sabemos, podemos poner en uso. Los conocimientos se muestran cerrados, concluidos... se esconden las grietas: esas preguntas cuya respuesta aún no conocemos, que nos indican por dónde tenemos que seguir mirando. Por ejemplo, en Química se enseña a hacer la configuración electrónica de un átomo, pero jamás se expone lo difícil que es hacerlo con una molécula. Y en Física hacemos infinitud de ejercicios en condiciones de vacío y casi nunca se trata de modelizar los efectos del rozamiento. Además, explicamos los conocimientos científicos alejados del acto de descubrirlos, alejados de las preguntas a las que responden. ¿Por qué no intentar “conectar” la curiosidad de los estudiantes con la que pudieron sentir los descubridores de la Ciencia?

Pero mejor aún, ¿por qué no intentar “exprimir” esta curiosidad, que ésta se convierta en un elemento importante para el propio aprendizaje? Cuando se enseña en clase, no sólo de Ciencia, sino de casi cualquier cosa, el método que se utiliza comúnmente no *requiere* de la curiosidad del alumno. El hecho de tener un currículum asume que todos debemos aprender lo mismo en el mismo momento, independientemente de nuestra edad, y aún peor, independientemente de nuestros intereses. Pero ¿acaso no hemos sentido todas lo bien que se aprende cuando se tiene interés? Podemos plantearnos cómo estimular ese interés; qué espacios o propuestas de trabajo podemos preparar para que nazca en los jóvenes ese interés, emoción fundamental en el aprendizaje. Montessori hablaba de los periodos sensibles, aquellos momentos en la vida de un niño o niña en los que es especialmente sensible a aprender un determinado conocimiento o capacidad, pues ni antes ni después lo aprenderá tan fácilmente ni tan profundamente. Este periodo a menudo se detecta precisamente por el *interés* del niño o niña a quien, por ejemplo en su periodo

sensible para la lecto-escritura, podremos quizás encontrar siguiendo las letras de la camiseta de su madre con el dedo. Al entrar en la escuela la cantidad de preguntas que se hacen los niños y niñas desciende drásticamente. Puede tener que ver con que se les obliga a aprender cosas *antes* de que hayan mostrado interés por ellas, o como dice Andrés Candelas (Andrés Candelas, 2011), “porque nuestro actual sistema educativo recompensa la respuesta y sanciona la pregunta”. Nosotros esperamos poder traer de nuevo las preguntas a las mentes de los estudiantes.

De cara a la investigación que se plantea en el presente trabajo, existe una última motivación para las sesiones de clase que se han preparado y que se explican en el capítulo 3, muy popular en este momento en el ámbito educativo. Tras años de perfeccionamiento de la clase magistral, basada en la atención “activa” de un alumno “pasivo”, un vuelco en la educación trata de centrar el aprendizaje en la acción y la actuación, ahora sí, del alumno, poniendo a éste como protagonista responsable y consciente de este proceso. Existen, a nuestro parecer, tres razones de peso para ello: la primera es que, con esta asunción de responsabilidad, el aprendizaje no será sólo de conocimientos sino también de actitudes y de competencias; la segunda es que esta toma de conciencia ayudará a que el alumno aprenda *mejor* – más fácil o profundamente y la tercera es que, al poner en el centro del aprendizaje el interés del alumno éste será más eficaz. Existe a día de hoy un trabajo amplísimo sobre lo que conocemos como *aulas cooperativas* y *guías de trabajo autónomo*, por lo que ni por asomo se pretende una acción pionera en este ámbito. Muy humildemente, la motivación para trabajar estas técnicas es más bien la de explorar la vivencia del profesor en el aula, en este caso profesora de educación secundaria y bachillerato *en formación*¹. Siendo poco común para los alumnos ubicarse en un papel tan central en su aprendizaje, es normal encontrarse con resistencias y problemas. Precisamente, se busca identificarlas, y conocer personalmente como docente la experiencia de hacer frente a las mismas.

C. Estado de la cuestión: fundamentación y antecedentes prácticos

Fundamentación psicológica: preguntas de la vida

Uno de los pocos estudios psicológicos en el que se estudia las preguntas en la vida adolescente es el de Lena Adamson y Björn Lyxell (Adamson & Lyxell , 1996). Éstos estudiaron un grupo de adolescentes tardíos (18-20 años) y encontraron que las preguntas

¹ Tomo un momento para un apunte biográfico, sin mayores pretensiones que compartir con el lector o lectora un pequeño trazo del contexto personal de la que será profesora en el aula, es decir

más comunes en el grupo eran aquellas referentes al futuro, en oposición a las que hacen referencia a la muerte, la religión y las filosofías de vida, el sentido de la vida en general o preocupaciones sobre la identidad. Mientras que un cuestionamiento del sentido de la vida no parecía ser su principal preocupación, sí parece relevante encontrar aquello en lo que creer, ya que hallaron que los adolescentes que tenían “cierta” o “mucho” necesidad de encontrar algo en lo que creer tenían un auto-concepto más negativo que los que creían en la existencia de algo más allá, o superior. Encontraban también que un auto-concepto positivo estaba fuertemente relacionado con la creencia de que los adultos se interesaran en sus preguntas existenciales. Finalmente, Adamson y Lyxell encontraron que incluso los adolescentes que no se sentían solos de cara a las preguntas existenciales deseaban encontrar más oportunidades para hablar de ellas con adultos.

Fundamentación pedagógica: la relevancia de las preguntas en el aprendizaje

Si bien sobre las Grandes Cuestiones que aquí tratamos, no parece haber precedentes de investigación o trabajo en el contexto educativo, sí se han encontrado en el campo de la pedagogía trabajos descriptivos de la importancia de las preguntas en el aula como son los de Mario Andrés Candelas (2011), que centra sus cuestionamientos “en el comportamiento que presenta la escuela como institución ante las preguntas” y el artículo de Contxita Márquez Bargalló y Montserrat Roca Tort (2006) que analiza la forma que tienen los alumnos de relacionarse con las preguntas, lo que le sirve para presentar “algunas características de las preguntas que pueden ayudar a acercar los conocimientos científicos al alumnado”. Ambas reflexiones comparten que en las aulas que conocemos, en general es el profesor el que ostenta el derecho de preguntar, pudiendo llegar a utilizarse éste como medio de coerción. Además, parece existir un miedo por parte del docente a hacer preguntas abiertas que puedan llevar a lugares donde su conocimiento no está afianzado. Pero también a recibirlas, pudiendo incluso plantear, en palabras de Freire – citado en (Andrés Candelas, 2011), si ante las preguntas de los alumnos no pudo ser el profesor “el primero quien hizo una sonrisa irónica descalificándola y sugiriendo que quien la hacía era un ignorante”. Por este miedo o porque las escuelas no se basen en la curiosidad del alumno sino en lo que deciden los maestros (o el ministerio o consejería correspondiente), lo que termina por suceder es que las preguntas desaparecen de la boca de los alumnos.

En contraste, aunque no muy extendidas, existen experiencias que tratan de invertir esta situación y vertebrar el aprendizaje, en muchos casos científico, mediante preguntas o tratar de crear espacios donde pensar en las Grandes Cuestiones. En el siguiente apartado exponemos algunas de ellas.

Desde el punto de vista del aprendizaje individual, el acto de argumentación en sí mismo ayuda a aprender, tal y como se observó en una experiencia (Díaz Montes, 2008) en la que se proponía la solución a problemas irresolubles en matemáticas como medio para la construcción del conocimiento. En ese sentido, pueden ser útiles las preguntas que hagan al alumno darse cuenta de *cómo* ha llegado a una determinada conclusión (Lawson, 2002) [citado en (Márquez Bargalló & Roca Tort, 2006)]. Por otro lado, existe también una relación entre el hecho de tener que poner en *común* – con otras personas – una argumentación y el acto de aprender, ya que la puesta en común exige convencerse a uno mismo a la vez que convence a los demás. ¿Qué pasa, entonces, cuando los estudiantes se hacen preguntas entre ellos? La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (propuesta por Moreira (Moreira, 2005), basándose en las ideas de Postman y Weingartner (Postman & Weingartner, 1969)) se basa en que

favorecer el cuestionamiento en el aula de clase a partir de la interacción social posibilita la negociación de significados, que a su vez implica un intercambio permanente de preguntas como fuente del conocimiento humano y como actividad fundamental en la ciencia. (López, Angela Veit, & Solano Araujo, 2014)

De hecho, el Principio 1 de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico es precisamente el “de la interacción social y el cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas”, basado en que “el hecho de permitirle a los estudiantes cuestionarse de un modo sistemático acerca de los diferentes fenómenos y hechos que les rodean, fomenta un aprendizaje significativo que les permite recurrir a un conocimiento previo de forma no arbitraria y no literal”, como también se deriva del constructivismo.

Este último artículo presenta un estudio cualitativo hecho con alumnos universitarios que, entre otras cosas, trata de estudiar cómo la formulación de preguntas (en este caso sobre dinámica Newtoniana estudiada mediante modelación computacional) puede servir como medio para aprender. En concreto, lo que se concluye es que las sesiones diseñadas, en las que se les indica a los estudiantes que busquen las preguntas foco de determinados procesos, sirven para perfeccionar la habilidad de “formular preguntas de interés sobre un determinado campo de conocimiento”. Tanto en este estudio como en aquel realizado por Larreamendy-Joerns, Sandino y Tascón (Larreamendy-Joerns, Sandino, & Tascón, 2001) también entre alumnos universitarios, pero ahora en el campo de la Biología Evolutiva, se encuentra que hay una estrecha relación entre la naturaleza de las preguntas y el grado de conocimiento. Parece poderse concluir, por lo menos, que al desarrollo en el conocimiento sobre un tema le acompaña un desarrollo en el tipo de preguntas que se hace uno: a

mayor conocimiento, más incitan las preguntas a la conceptualización y posibilitan el establecimiento de relaciones claras y coherentes entre los conceptos que explican un fenómeno.

Trabajar *sobre* el acto de argumentar puede ser una herramienta para el aprendizaje, además de una consecuencia del mismo. Nosotros nos preguntamos ¿puede también serlo el hecho trabajar *en el acto de hacerse preguntas*? En el texto de Andrés Candelas hay indicios de que sí, pues según él “la realización de preguntas es de gran ayuda [para la organización del conocimiento que van generando], ya que esto les permite situar y resituar aquellas cuestiones que no tienen claras”.

Aunque nuestro estudio no analizará cuantitativamente de qué manera hacerse preguntas ayuda al aprendizaje, a lo largo de este trabajo se presentará un prototipo de actividad encaminada a explorar este proceso, proponiendo a los alumnos realizar un trabajo de investigación grupal mediante preguntas que se evaluarán en base a sus características y utilidad.

Experiencias cercanas

Existen esfuerzos por parte de diferentes personas en la comunidad educativa para invertir problemas de la enseñanza como los que hemos descrito aquí. Lamentablemente, no hemos tenido constancia de estas iniciativas hasta después de la realización de las sesiones de innovación, por lo que no se han podido aprovechar estos trabajos para partir de experiencias de otros. No obstante, incluimos aquí algunas de ellas por completitud.

Aprendizaje por indagación

El aprendizaje por indagación surge en los años 60 con el movimiento del aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1961). Consiste en permitir que sean las preguntas y la curiosidad de los estudiantes los impulsores del currículum. La indagación comienza reuniendo información utilizando los sentidos humanos: vista, oído, gusto, olfato y tacto. Después se anima a los estudiantes a preguntar, a investigar por interés genuino y a hacer descubrimientos propios. La práctica transforma al profesor en alumno entre alumnos, y a los alumnos en profesores. El aprendizaje por indagación aprovecha la experiencia y el conocimiento anteriores, hace uso de las diversas formas que tienen las personas de aprender y de mirar desde nuevas perspectivas en la exploración de asuntos, contenidos y preguntas (Collier , Johnson, Nyberg, & Lockwood).

El currículum “in-google-able”

Algunos profesores, intentando proponer trabajos de investigación a sus alumnos, se encontraban con el problema de que sus alumnos no saben investigar bien (Mister Foale is learning, 2014). Inspirados en las ideas de Ewan Macintosh sobre las preguntas “in-google-ables”², desarrollan trabajos de clase en los que utilizan este concepto para proponer preguntas que requieran una reflexión y análisis profundos. Un concepto asociado a menudo a estas preguntas es el de Higher Order Thinking Skills (herramientas cognitivas de orden superior) que son, en orden de abajo a arriba, memorizar, entender, aplicar, analizar, evaluar y crear.

Clases universitarias de “grandes preguntas”

En otra línea diferente, se encuentran algunas iniciativas en universidades (Walvoord, 2008), que responderían más bien a los deseos de los adolescentes de poder compartir las “grandes preguntas” con adultos (Adamson & Lyxell , 1996). Se trata de iniciativas diversas en las que se ponen en práctica propuestas como discusiones basadas en preguntas en clase, redacciones de autobiografías en las que se propone que asocien sus experiencias personales a marcos teóricos, lecturas de textos... que ayudan a los estudiantes a analizar y evaluar ideas de manera crítica y a desarrollar sus propios valores.

Fundamentación metodológica: la investigación-acción

Metodológicamente, el trabajo que se va a realizar se enmarca en lo que se conoce como investigación-acción, que consiste en adquirir conocimientos sobre la enseñanza mediante el mismo acto de enseñar.

Los orígenes de la investigación-acción se sitúan en los trabajos realizados en los años 40 en Estados Unidos por el psicólogo prusiano Kurt Lewin. Como consecuencia de la escasez en determinados alimentos, Lewin fue contratado por la administración americana con el fin de poner solución a los problemas derivados de la Segunda Guerra Mundial. En palabras de Mercedes Suárez Pazos (Suárez Pazos, 2002), “el objetivo de estos trabajos era resolver problemas prácticos y urgentes, adoptando los investigadores el papel de agentes de cambio en colaboración directa con aquellas personas a quienes iban destinadas las propuestas de intervención”. A Lewin le siguen otros autores como el antropólogo de Chicago Sol Tax o el sociólogo colombiano Fals Borda.

² La pregunta que se pone de ejemplo en el blog citado es *¿Fue la construcción de las esfinges una pérdida de dinero?*, que, por el hecho de aparecer en internet en inglés deja de ser “in-google-able”.

Lewin concibió este tipo de investigación como la emprendida por personas, grupos o comunidades que llevan a cabo una actividad colectiva en bien de todos, consistente en una práctica reflexiva social en la que interactúan la teoría y la práctica con miras a establecer cambios apropiados en la situación estudiada y en la que no hay distinción entre lo que se investiga, quién investiga y el proceso de investigación.

Con el paso de los años, la investigación-acción ha sido acogida en el seno de la comunidad educativa y se ha convertido en una práctica muy extendida. Uno de los primeros promotores de la idea de “profesores como investigadores” es Lawrence Stenhouse, (Elliot, 2002) y hay muchas referencias a Carr y Kemmis (Carr & Kemmis, 1988), y el mismo John Elliot como figuras importantes en el desarrollo de la investigación-acción aplicada a la educación. Además de la idea fuerza de Stendhouse, la investigación-acción se basa, según Suárez Pazos, en el hecho de que muchos profesores ponían en cuestión la utilidad de la investigación académica dominante, que ni conocía adecuadamente la realidad educativa ni era capaz de provocar mejoras; parecía un conocimiento que sólo interesaba a los mismos que lo creaban y a algunos otros colegas del ámbito universitario.

Más allá de esta introducción histórica, lo importante es entender en qué consiste la práctica de la investigación-acción:

El qué. ... la investigación-acción consiste en explorar la práctica educativa tal y como ocurre en los escenarios naturales del aula y del centro... es imprescindible que el objeto de la exploración sea un problema vivido como tal por los profesores.

El quién. ... Las personas implicadas directamente en la realidad objeto de estudio son también investigadores;... Queda atrás el docente “objeto” de estudio, ahora es el agente, el que decide y toma decisiones. ...

El cómo. La investigación-acción siente predilección por el enfoque cualitativo y utiliza técnicas de recogida de información variadas...: registros anecdóticos, notas de campo, observadores externos, registros en audio, video y fotográficos, descripciones ecológicas del comportamiento, entrevistas, cuestionarios, pruebas de rendimiento de los alumnos, técnicas sociométricas, pruebas documentales, diarios, relatos autobiográficos, escritos de ficción, estudio de casos, etc. (Hopkins, 1989; Winter, 1989). ... huye de la sofisticación para que pueda ser utilizado por los profesores...

El para qué. La finalidad de la investigación-acción es mejorar la práctica, al tiempo que se mejora la comprensión que de ella se tiene...

No se trata de una acción lineal y mecánica; tiene algo de riesgo e incertidumbre y exige toma de decisiones instantáneas, ya sea porque no se pudieron contemplar todas las circunstancias, o porque éstas variaron en el transcurso de la acción. Con todo, es una acción meditada, controlada, fundamentada e informada críticamente.

Es común, como método de trabajo, el uso de la espiral en ciclos. Ésta consta de cuatro fases. La primera consiste en la **determinación de la temática** sobre la que se va a investigar, identificando problemas que son vividos como tales por los docentes y que pueden ser resueltos a través de soluciones prácticas. En el presente trabajo éste análisis se encuentra en el capítulo de *Introducción*, entre las *Motivaciones*. La segunda fase es la de la **reflexión inicial o diagnóstica**, en la que nos preguntamos cuál es el origen y la evolución de la situación problemática, la postura de las diferentes personas involucradas, los aspectos más conflictivos, etc, con el fin de identificar los obstáculos de las propuestas de cambio. A este fin se estudia el *Estado de la cuestión*, buscando antecedentes de trabajo en el mismo campo, y el capítulo 2, *Caracterización de las Grandes Cuestiones en la adolescencia*. Esta reflexión deberá dar paso a la **planificación**, que será flexible con el fin de incorporar aspectos no previstos en el transcurso de la investigación. La planificación se encuentra en el capítulo 3, *Las Grandes Cuestiones en el aprendizaje de Física y Química*, junto con sus resultados, que se corresponden con la cuarta fase, la de **acción-observación**. Se dice espiral porque tras la acción-observación el investigador docente se encuentra en situación de volver de nuevo a una fase de reflexión, en la que tratará de esclarecer en qué medida ha dado respuesta a las preguntas y los problemas con los que comenzaba, o en resumidas cuentas, realizar una **evaluación de su acción** que le dote de nuevas líneas de planificación de los siguientes pasos de su observación. Tras esta evaluación, a la que se dedica la última sección de el capítulo 3, en el capítulo 4, *Propuesta de actividad – reiniciando la espiral*, hay una propuesta específica de actividad para su futura puesta en práctica en la que esperamos ser capaces de incorporar lo aprendido en el aula para dar inicio a la siguiente vuelta en la espiral.

D. Nuestra investigación

Objetivos

Existen dos miradas al asunto que tenemos entre manos. La primera consiste en una caracterización de lo que para los adolescentes suponen estas preguntas. Este

acercamiento, de cariz más antropológico, se materializará en encuestas y entrevistas que utilizaremos como medio para conocer su mundo. La segunda mirada, desde un punto de vista didáctico, busca conocer el papel de estas Grandes Cuestiones en el aprendizaje, en concreto de las ciencias. Nos llevará a las aulas a aprender cómo aprenden los jóvenes, y a hacerlo a través de la acción.

Sintetizando, los objetivos de esta investigación son:

- ✓ Conocer la realidad de los adolescentes respecto a las Grandes Cuestiones: ¿cuáles son las preguntas que se hacen más? ¿con quién las discuten? ¿de dónde obtienen respuestas?
- ✓ Realizar una caracterización de las respuestas que tienen los adolescentes a las Grandes Cuestiones.
- ✓ Conocer y poner en práctica métodos de enseñanza que se basen en el planteamiento de preguntas como requisito previo para un buen aprendizaje.
- ✓ Descubrir si conectar los procesos de aprendizaje y contenidos con las Grandes Cuestiones ayuda a aprender Ciencia.

Líneas de trabajo y métodos

Los capítulos 2 y 3 se dedican a profundizar en los objetivos que se han planteado. En primer lugar, se realiza una investigación descriptiva mediante encuestas y entrevistas. Los resultados de esta parte se exponen en el capítulo 2, y sirven tanto para dar respuesta a los dos primeros objetivos como para sentar las bases para la segunda fase del proyecto. Ésta consiste en una puesta en práctica de un proyecto de innovación, cuya programación y evaluación se exponen en el capítulo 3. Las conclusiones que de aquí se extraigan servirán para hacer una última propuesta de actividad para el aula, a la que se dedica el capítulo 4 de este trabajo.

2. Caracterización de las Grandes Cuestiones en la adolescencia

A. Metodología

De los diferentes métodos que se podrían utilizar para conocer la relación de los adolescentes con las Grandes Cuestiones, en esta investigación utilizaremos dos de ellos: la entrevista y la encuesta. El método seguido, a modo de acercamiento preliminar, ha consistido en plantear las mismas preguntas a estudiantes de diferentes edades, entre 14 y 18 años, para tratar de entender qué respuestas dan. El método vino motivado por un vídeo encontrado en Internet (Hassan, 2012) en el que un niño de 9 años responde a las siguientes preguntas:

1. *¿Cómo empezó el Universo?*
2. *¿Hay vida en otros lugares?*
3. *¿Hasta qué punto somos libres las personas de hacer lo que queramos, o bien tenemos un destino?*
4. *¿Cuál es el sentido de la vida?*
5. *¿Qué sucede cuando nos morimos?*

Las respuestas son tan sugerentes, es tan interesante ver cómo un niño de esa edad responde a preguntas de tal calado, que se nos ocurrió utilizar estas preguntas para tratar de acceder a la realidad de los jóvenes del Colegio Montserrat. A las anteriores preguntas le añadimos una última:

6. *¿Se te ocurre alguna otra pregunta de este tipo que te has planteado en algún momento de tu vida?*

Esperamos, además de conocer las respuesta a las preguntas, encontrar retazos que nos den pistas respecto a cuáles son los contextos que las estimulan, cuáles son las preguntas que se han hecho antes y cuáles más tarde, y cuáles son aquellas para las que tienen respuestas más claras y de dónde provienen. Hemos optado por una entrevista, y de igual modo una encuesta, abierta ya que el carácter iniciático de este acercamiento a un campo tan amplio hace razonable dejar espacio discursivo para encontrar cosas inesperadas.

A continuación se detalla la descripción concreta de los métodos junto con ventajas y desventajas:

Entrevistas con alumnos

Descripción: Se realizan entrevistas a alumnos de varias edades con el objetivo de conocer sus respuestas a las distintas preguntas, y descubrir qué otras preguntas de este tipo se han planteado. Las entrevistas se recogen en formato audio para poder prestar atención en el momento a la conversación y no al registro de los resultados. Tras pasar por las clases para explicar la investigación se pedirán voluntarios. El objetivo es realizar entre 10 y 15 entrevistas, a poder ser de 1º de la ESO a 2º de Bachillerato.

Ventajas: El ambiente más distendido puede dar lugar a respuestas más espontáneas.

Limitaciones: Supone una inversión importante de tiempo tanto en la realización de las entrevistas como en la transcripción de las mismas.

Recursos:

- ✓ Consentimiento informado firmado por los padres (anexo B).
- ✓ Tiempo con los estudiantes: asumiendo que cada entrevista llevará entre 10 y 15 minutos, implicaría que da tiempo a aproximadamente una entrevista en cada recreo.

Encuestas en papel

Descripción: En la encuesta se realizarán las mismas preguntas que en la entrevista. Se realizará en clase y en una hoja en blanco para no limitar el espacio de respuesta.

Ventajas: El formato permite realizarla a más personas. Además, hacer las mismas preguntas en dos formatos diferentes va a permitir estudiar las diferencias en la recogida de información de diferentes maneras. Finalmente, el espacio concreto donde se realizan son clases de Física y Química de primero de Bachillerato, con las que se va a desarrollar la propuesta didáctica, y la encuesta servirá como introducción a la actividad que se explica más adelante (capítulo 3).

Limitaciones: Frente a la entrevista, que es un método más flexible y cálido, la encuesta tiene el problema de ser más rígida y fría. Esto puede tener como consecuencia que la información proporcionada por los jóvenes sea menos sincera, que puedan llegar a sentirse más “como en un examen” (sentirse evaluados y con miedo a equivocarse). Para evitarlo será importante dejar claro que no hay respuestas correctas ni incorrectas, hacerla anónima, y con una explicación previa que les anime a querer participar.

Recursos:

- ✓ 30 minutos de tutoría o de Física y Química con el grupo encuestado.

B. Contexto: el alumnado del Colegio Montserrat

La etapa de secundaria en el Montserrat está dividida en dos edificios por cuestiones logísticas de espacio. En el cole “de abajo”, donde se encuentran los cursos de Primaria, están también las aulas de 1º y 2º de la ESO, mientras que los alumnos de 3º y 4º de la ESO y los de 1º y 2º de Bachillerato se encuentran en el “de arriba”³.

Es llamativo el buen clima que hay a nivel humano, y en concreto a nivel de aceptación de la diferencia (de la diversidad). Hay dos alumnos con síndrome de Asperger y un chico que padece de enanismo que están totalmente integrados en el aula, donde entiendo por integrados no sólo una aceptación de su diferencia con respecto a lo entendido como “norma”, sino el disfrute de ayuda por parte de sus compañeros cuando se considera necesaria (por ejemplo, uno de los alumnos con Asperger siempre necesita preguntar mucho en clase, y su compañero de al lado le anima a hacer las preguntas cuando se atasca y también le responde a sus dudas a veces para que la clase siga avanzando). La relación de los alumnos con los profesores también es buena. Al caminar por los pasillos se aprecia, con algunos profesores más que con otros, que existen temas de conversación fuera de lo académico

Hay sobre todo dos cuestiones relevantes para la presente investigación: 1) cómo es el ambiente del Montserrat a nivel de discusión y pensamiento crítico y 2) cuál es el marco cultural en el que se encuentran los alumnos.

En cuanto a lo primero, el Montserrat es un colegio en el que llama la atención la cantidad de espacios de discusión sobre temas de relevancia social y ecológica. En las tutorías es común hablar de cosas relevantes de actualidad (un poster en el que los alumnos escriben cómo se sentirían si fueran refugiados, discusiones sobre los atentados del 19 de noviembre, y sobre las religiones, debates sobre la huelga de estudiantes, etc.). Además, fuera de las aulas hay varias iniciativas en las que se desarrolla el pensamiento crítico y la capacidad de los alumnos de hacer cosas autónomamente: por ejemplo, un grupo llamado *Ateneo*, que consiste en una asamblea de estudiantes que realizan actividades de forma autónoma, una intervención informativa en las aulas coincidiendo con el día contra la violencia de género (25 de noviembre), un Grupo de Teatro que organizó una ¿disrupción?

³ Dado que no hemos trabajado con alumnos de 1º y 2º de la ESO, cuando se haga referencia a un alumno de 1º o 2º se entiende que se trata de un alumno de Bachillerato.

en la que los estudiantes iban clase por clase haciendo pequeñas piezas de teatro clásico. Son espacios tremendamente diversos, pero en general espacios en los que se fomenta el compartir opiniones y sentires personales, así como desarrollar intereses, capacidad de pensamiento y discusión y creatividad.

El marco cultural en el que se realizarán estas entrevistas y encuestas está caracterizado primeramente por tratarse, en su enorme mayoría, de adolescentes hijos de españoles, y criados en una cultura occidental. Respecto a la espiritualidad en el hogar no sabemos mucho, más que el sesgo que se pueda dar por el hecho de estar en un colegio laico. El contexto más amplio es el de la sociedad occidental, caracterizada en su mayoría por una defensa de los valores racionalistas y científicos, por una inmersión en la cultura tecnológica, o podríamos decir tecnólatra: caracterizada por la información infinita en internet y por la inmediatez en las relaciones sociales en las redes sociales. El marco cultural es relevante por el tipo de preguntas que se van a realizar, ya que se espera que el tipo de respuestas que recibiremos a las preguntas pudiera depender enormemente de los contextos culturales, siendo esto un foco de estudio futuro muy interesante⁴.

C. Resultados

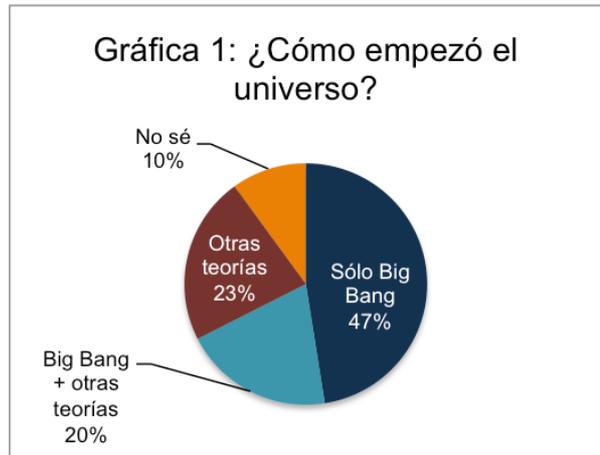
En esta sección se presentan tres tipos de resultados obtenidos con estas encuestas: una caracterización de las respuestas a las preguntas en sí; un intento de entender cuáles son las preguntas que ellos y ellas se hacen y en qué contextos las comparten, otras preguntas similares que se plantean y la relevancia de alguno de los hallazgos de cara al trabajo en el aula. Los alumnos entrevistados/encuestados son:

- 4 alumnos de 3º de la ESO: Entrevista
- 4 alumnos de 4º de la ESO: Entrevista
- 30 alumnos de 1º de Bachillerato: Encuesta
- 3 alumnos de 2º de Bachillerato: Entrevista

⁴ Esta investigación se enmarca en una más extensa en la que participan el tutor de este TFM y otro estudiante de Doctorado. Aquí se plantean unos primeros pasos de un estudio que tratará de hacer una caracterización de las respuestas y contextos en los que surgen las Grandes Cuestiones desde un abanico más amplio de edad y en otros contextos culturales.

Respuestas a las preguntas

Antes de hacer ningún comentario sobre las respuestas en sí es importante constatar de qué manera se han obtenido estos datos. Al tratarse, tanto la entrevista como la encuesta, de espacios de respuesta abierta, los estudiantes mostraban a menudo sus dudas y no se decantaban por una única opción. En consecuencia, en algunos casos se ha mostrado este espacio de duda. Por ejemplo,

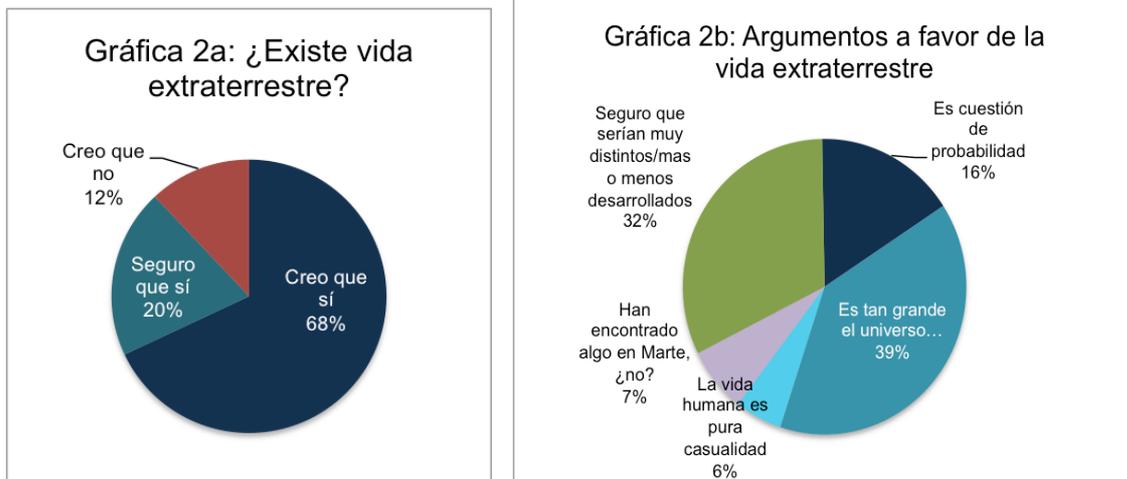


en la Gráfica 1, “Big Bang + otras teorías” hace referencia a los alumnos que además del Big Bang hablaban de otras teorías que tomaban en consideración; al preguntar sobre la vida extraterrestre existen la categoría de los que “Creen que sí” y de los que dicen que “Seguro que sí la hay”; y en la Gráfica 2b no es que cada alumno utilizara un solo argumento para razonar su respuesta, sino que a menudo acompañaba su respuesta afirmativa con más de un comentario. En general, las Gráficas 2b, 3b, 4 y 5 están hechas a partir de respuestas que a menudo contenían más de una de las opciones posibles. Consecuentemente, son más bien un análisis de frecuencia que una catalogación en sí de las respuestas de los alumnos. Dicho esto, los rasgos principales de las respuestas de los estudiantes son:

1. *La mayoría de respuestas apuntan a ideas o pensamiento de tipo científico o racionalista*

Esto se observa en que en la Gráfica 1 un 67% de los estudiantes optan por la respuesta consensuada en la comunidad científica, que es el Big Bang, aunque algunos muestren dudas, y a menudo acompañen su respuesta con comentarios del estilo de “puede ser por cualquier otra cosa” (Carlota de 3º) o “no sé si creérmela” (Andrea de 2º). Ocurre similar al preguntar por la muerte, donde las principales respuestas hacen referencia a la realidad material, “dejamos de existir” y “nos descomponemos” mientras que sólo un 24% de los comentarios apuntan hacia aspectos inmateriales (“nos reencarnamos”, “vamos al Cielo o al Infierno” e incluso “vivimos en la memoria de nuestros seres queridos”).

El racionalismo está muy presente, por ejemplo, cuando más de la mitad de los argumentos a favor de la vida extraterrestre se basan en un concepto estadístico “es cuestión de probabilidad” y/o “el Universo es muy grande”.



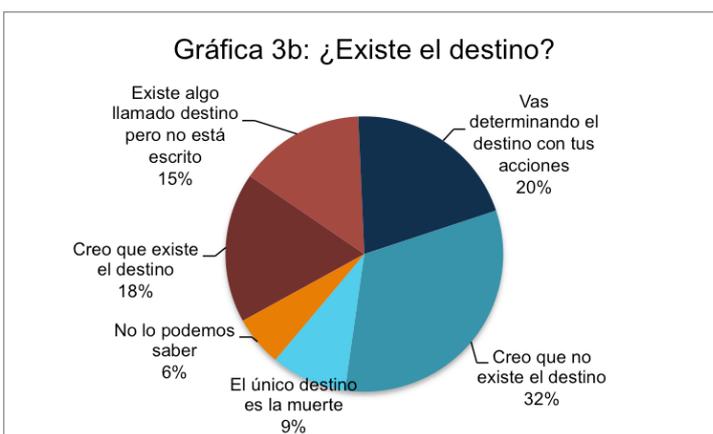
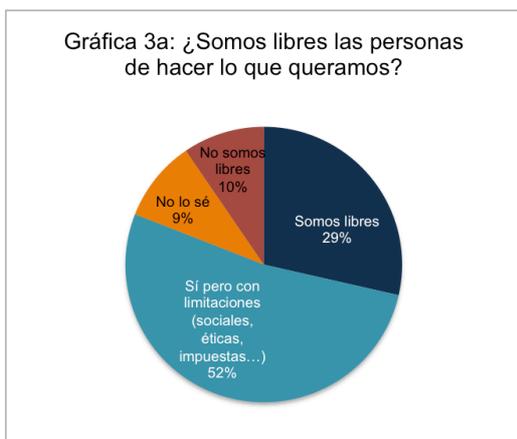
Sin embargo, a pesar de aludir en muchísimos casos al Big Bang como el origen del Universo, algunas descripciones que hacen alumnos de todos los cursos del mismo son de lo más imaginativas, de lo que se deduce que tienen una idea muy general, pero no un conocimiento preciso sobre el mismo. A continuación extractamos un par de descripciones:

...está la teoría planetesimal, que todavía me acuerdo porque a mi me quedó biología en 1º de Bachillerato... lo de la estrella que explota, la nebulosa que se formó, etcetera. A grandes rasgos todo empezó a girar, todo empezó a girar, todo empezó a formarse en una masa, y bueno, eh, el Sol, no sé qué, y luego con los trocitos que quedaron se formó la Tierra. Y claro, ahí se formó la Tierra y todo eso. Pero es que no me acuerdo exactamente. Pero era como que se había formado primero el Sol, que era como una estrella gigante, y luego con los trocitos del big bang que habían quedado pues se había formado a través de ¿fuerza cinética? pues la Tierra. (Karla de 2)

Pues yo pienso que fue el "Big Ben"... que estalló y se crearon el Universo y los planetas. [¿Antes de eso no había nada?] No es que no hubiera nada, creo que había algo, vida y eso, pero que no estaba desarrollada. Pero que había también vida, pues como el Sol, que faltan no cuántos, dos millones de años para que explote. Pues creo que va a volver a pasar lo mismo, que va a volver a lo mismo, va a ser como otro "Big Ben". Y se volverá a formar otra vida, otros planetas y eso. (Alex de 3º)

Esto puede apuntar a que los alumnos *creen* en las teorías científicas, en este caso el Big Bang, pero no las entienden. En una sociedad como la nuestra en la que la Ciencia está tremendamente valorada, en la que un “estudio científico de expertos” es un aval para casi cualquier cosa, este tipo de ocurrencias no son extrañas. Acostumbrados a creerse cosas que no entienden, luego no es de extrañar que la sociedad civil tenga serias dificultades para tener criterio científico (dando lugar a polémicas como la de la Homeopatía). Creo que estas descripciones erróneas son una muestra clara de este fenómeno de *fe en la Ciencia*.

2. *Son los jóvenes conscientes de los factores de opresión de su contexto*



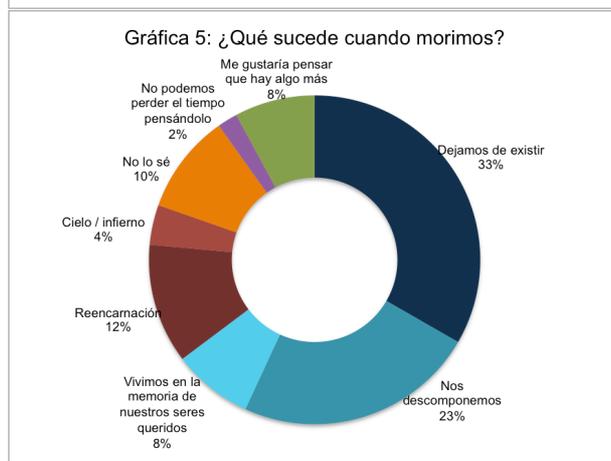
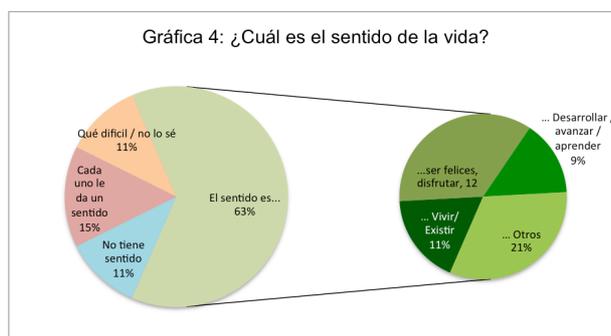
Al preguntar sobre la libertad, un número sorprendentemente grande de estudiantes hablaban casi más de los factores de limitación que de los de libertad, aunque posiblemente la respuesta haya quedado plasmada de forma un poco genérica (en “sí, pero son limitaciones”). Un tercio de esos casos hacían referencia a las mismas leyes como limitantes en la libertad, y en alguna ocasión menos hicieron incluso mención al dinero, al trabajo y las expectativas sociales. Otros limitantes comunes eran los padres, las normas, o, genéricamente, la sociedad.

Inicialmente puede resultar llamativa la conciencia política que parece mostrar este hecho. Sin embargo, se puede entender en por dos cuestiones. La primera es que, como alumnos de este colegio en el que, como ya se ha dicho en la sección de *Contexto*, se dedica un esfuerzo importante a asuntos de concienciación social y ecológica (apoyo a refugiados, reflexión sobre el consumo energético o los efectos de las tecnologías, etc...) no es de extrañar que al hablar de libertad sean capaces de ver los factores de opresión del mundo en el que vivimos. La segunda cuestión hace referencia a su misma cualidad de adolescentes. Según Kohlberg, la adolescencia coincide con el paso de la moral convencional a la moral postconvencional, que requiere la capacidad de formular principios morales abstractos, y en la cual se interiorizan conceptos abstractos tales como la libertad, la dignidad y la justicia (Kohlberg, 1992).

3. Sin Dios pero con espiritualidad

Como hemos dicho en el punto 1, el marco cultural en el que se mueven los estudiantes entrevistados es el del racionalismo y la cultura de la Ciencia. Esto entronca con un ateísmo bastante extendido, que ha sido mencionado explícitamente en aproximadamente la mitad de las entrevistas⁵. Sin embargo, los estudiantes no dejan de acudir a una espiritualidad que aparece en diferentes formas, sobre todo al hablar de la muerte. Karla, de 2º de Bachillerato, dice que ella “en [su] casa nunca ha sido muy creyente”, pero asume que al morir “el alma simplemente va a otra dimensión que no podemos conocer”. Alex, de 3º, opina que “empiezas en la vida otra vez pero en otro lugar, sin recuerdos”, y un alumno anónimo de 1º opina que “nuestra alma asciende a un mundo mejor”. Resulta llamativo también que hasta un 8% de los estudiantes les “gustaría pensar que hay algo más” después de la muerte.

Por otro lado, aunque no se trata exactamente de un pensamiento espiritual, hubo varios estudiantes que expresaron ideas por las que se entiende que, aún moviéndose en un marco científico, en ocasiones se posicionan más allá de sus límites. Por ejemplo, en 1º de Bachillerato, Kate dice que aunque “todo surgió de una explosión central explicado por el Big Bang [...] debió de haber algo que provocase esa explosión... y ese algo no lo conozco” y Estrella se pregunta “qué había antes de eso” a pesar de que precisamente por lo que preguntamos es por el principio de todo. Por otro lado, el 15% de los entrevistados opina del origen del Universo que “eso nunca se va a poder saber” (Andrea de 2º).



⁵ Se entiende la aparición de esta información en la entrevista más que en la encuesta por el hecho de que este medio se presta más a comentarios diversos que no estén en el núcleo de las respuestas que la encuesta.

4. *Carpe Diem*

Al observar la Gráfica 3b se puede observar que, ante la pregunta por el sentido de la vida, las respuestas son en general optimistas: solamente 8% decían que la vida no tiene sentido, y muchos ni siquiera lo dicen como algo malo. Y aunque quizás no sea evidente en esta gráfica, la realidad es que de entre los estudiantes entrevistados ninguno hizo referencia en ningún momento a haber pasado una crisis de sentido. Como comentaremos más en profundidad en el siguiente apartado, en general los estudiantes habían pensado poco en este punto. Y los muchos que sí dan un sentido preciso van en la dirección de “disfrutar”, “pasarla bien” y “hacer lo que quiera hacer. Este hallazgo concuerda con el estudio de Adamson y Lyxell (Adamson & Lyxell , 1996) en el hecho de que ellos hallaron también que el sentido de la vida no era una de las principales preocupaciones de los adolescentes.

5. *El escaso efecto de la edad*

Lo cierto es que a priori no se observan grandes desviaciones en las respuestas en función de las edades de los entrevistados, ni tampoco existe estadística suficiente para tratar de encontrarlas. Sólo destacamos un hecho que resultó llamativo, que fue el encontrarnos de frente con la necesidad de los alumnos más jóvenes de utilizar ejemplos concretos para razonar sus opiniones, encontrando dificultad para la abstracción. Así, Pablo de 2º puede afirmar de manera general que

Puede que en un momento tú veas que algo es malo y luego ha sido bueno

poniendo posteriormente un ejemplo:

Igual en un momento tú no has entrado en la carrera que te gustaba, y resulta que luego has entrado en otra y que esa a lo mejor te gusta más.

Sin embargo, Emma de 3º, para transmitir una cosa muy similar dice

... con mi familia sobre todo, mi padre, porque empezamos a hablar de que... hay cosas que él habría cogido o no habría cogido, y habría cambiado todo. Por ejemplo, estudió ingeniería de telecomunicación, se quería meter por informática. Lo que pasa es que no le dio, no pudo irse por informática y se tuvo que ir por ingeniería, pero ahora dice que.. aunque le habría gustado, dice que decidió hacer ingeniería...

Y ahí donde un anónimo de 1º nos plantea

¿Qué pasa si tomo la decisión contraria a la que tengo o quiero tomar? ¿Estaría desafiando entonces al destino o estaría predestinada en mi decisión de rebeldía ante este?

Alex de 3º dice

A ver yo tomo la decisión de comprarme un barco e irme por ahí, pero a lo mejor ha sido el destino el que me ha dicho que voy a comprar un barco. Pero yo a lo mejor lo que me quería haber comprado si no llego a tener ese destino es un ferrari, una casa...

Sobre las Grandes Cuestiones en la vida de los adolescentes

Se ha planteado en la introducción del trabajo que uno de los objetivos de la investigación era tratar de averiguar en qué contextos de su vida los adolescentes discuten estas preguntas, o de dónde les surgen. Lo cierto es que la investigación de campo no se ha orientado lo suficientemente bien a este respecto pues lo buscado no estaba incluido en las preguntas y las informaciones halladas de manera espontánea al conversar no son muy concluyentes. No obstante hay unas pocas conclusiones que merece la pena señalar:

1. La pregunta sobre el origen del Universo se la plantean los estudiantes por primera vez motivados por los contenidos de Ciencias Sociales. Los comentarios de los estudiantes a este respecto incluyen “Yo me lo sabía por la teoría que dábamos en Biología” (Karla de 2º) y “De pequeño no sabía qué había pasado, y luego... lo vimos en sociales”.
2. Respecto al destino, hay un par de comentarios que pueden indicar que es un concepto introducido por productos culturales: “Leí sobre eso... una noticia que hablaba sobre el libre albedrío” (Miguel de 4º) y a la pregunta “¿Alguna vez has pensado *esto estaba destinado a pasar?*”, Jairo de 3º responde “Sí... lo he oído y leído en libros... lo he visto en películas”.
3. Al preguntar sobre el sentido de la vida, como se ha comentado en el anterior apartado, hay seis comentarios que indican que no es un tema que les preocupe/haya preocupado mucho mientras que sólo uno dice que “eso es algo que [se pregunta] bastante”.
4. A la pregunta por la muerte, al contrario que la anterior, parece haberles preocupado la que más, ya que cinco de los seis comentarios esta vez indican diferentes momentos en los que lo han pensado.

Con el fin de ampliar esta caracterización existe una propuesta de investigación que está ya diseñada para su futura puesta en práctica. Se trata de un método llamado “Grupo Focal” consistente en una discusión en grupo en la que existe un moderador externo que

va alimentando la conversación y enfocándola para no perder el centro de lo que se está tratando de hablar. Esta experiencia en concreto trataría de acceder a recuerdos personales de los presentes de alguna Gran Cuestión que les haya preocupado a lo largo de su vida, las personas con las que han compartido esa pregunta y los contextos en los que hayan obtenido respuesta. Poniendo estas preguntas sobre la mesa ,pero mediante un recuerdo concreto de las personas presentes, se espera hallar respuestas sinceras.

¿Qué otras preguntas se hacen los adolescentes?

Como se observa en la siguiente tabla, cuando se les pregunta, los estudiantes tienen facilidad para encontrar preguntas que a ellos y ellas les inquietan. En la siguiente tabla se recogen las preguntas que ellos mismos se hacen, ordenadas por categorías.

Espacio-tiempo	<p>¿Se podría viajar más rápido que la velocidad de la luz?</p> <p>Lo único que sé a ciencia cierta que existe es el tiempo ya que existía antes de que le diésemos medida.</p> <p>¿Qué es el espacio?</p> <p>¿Qué es el tiempo?</p> <p>¿Qué es la nada?</p> <p>¿Pueden existir los viajes en el tiempo?</p> <p>¿Se puede cambiar el pasado?</p>	Vida humana	<p>¿Puede haber otro tipo de vida que no esté basada en el Carbono?</p> <p>¿Qué es lo que nos hace humanos, cuando sólo somos partículas unidas en moléculas que dan a ser lo que somos?</p> <p>¿Es la vida una simple coincidencia?</p> <p>¿Quiénes somos?</p> <p>¿Hay distintas realidades a las que podemos acceder dentro de nuestra propia persona?</p> <p>¿Podrá el hombre traspasar su mente o su cerebro a una máquina?</p> <p>¿Hasta qué punto podemos conocer nuestro cuerpo?</p> <p>¿Cómo funcionan los sentimientos y trastornos mentales?</p> <p>¿Qué pasaría si pudiéramos tener un mayor desarrollo de nuestro cerebro? ¿Qué habilidades podríamos tener?</p>
Universo	<p>Cuando un agujero negro tenga una masa ¿a dónde va a parar?</p> <p>¿Por qué se habla de curvatura del espacio-tiempo? ¿Es realmente como una sábana?</p> <p>¿Es el Universo infinito?</p> <p>¿Qué ocasionó el origen del Universo?</p> <p>¿Qué había antes del Big Bang?</p> <p>¿Desaparecerá el Universo en algún momento?</p> <p>¿De dónde surgen las primeras partículas del Universo?</p>	Existencialismo	<p>¿Por qué nos preguntamos por la muerte?</p> <p>¿Por qué nos preocupamos de la muerte en vez de vivir la vida?</p> <p>¿Qué es morir aparte de dejar de respirar?</p> <p>¿Por qué la vida es algo tan fragil que si la pierdes no hay nada que hacer?</p>
Sociedad	<p>¿Para qué se creó el dinero?</p> <p>¿Por qué hace daño la gente?</p> <p>¿Por qué aceptamos ciegamente vivir en esta sociedad?</p> <p>¿Necesitamos las normas o son innecesarias?</p> <p>¿Por qué la raza humana es tan destructiva?</p> <p>¿Cómo funciona el mundo?</p>	El porvenir	<p>¿Estamos evolucionando o retrocediendo?</p> <p>¿Hacia dónde quiero dirigir mi vida?</p> <p>¿Qué es el destino?</p> <p>¿Somos la salvación o la destrucción?</p> <p>La veracidad de la existencia.</p>
Identidad	<p>¿Quién soy?</p> <p>¿Era algo antes de nacer?</p> <p>¿Por qué soy yo?</p> <p>¿Por qué soy yo? ¿Tengo pensamiento original, o una copia de pensamiento colectivo o de la sociedad?</p>	Otras	<p>¿Por qué necesitamos decir que somos, para existir?</p> <p>¿Somos importantes para el mundo?</p> <p>¿Existe Dios en realidad?</p> <p>¿Qué es la casualidad? ¿Existe?</p> <p>¿Y si hemos vivido otra vida?</p> <p>¿Por qué el tiempo es algo que puede superar nuestra mente?</p> <p>¿Existe Dios en realidad?</p>

Conclusiones que pueden tener relevancia en el aula

Del estudio realizado se extraen también conclusiones que pueden ser de interés si, como aquí, se tiene intención de utilizar las Grandes Cuestiones como medio para hacer un trabajo de investigación en Física y Química.

La primera es que, aun sin preguntar por Grandes Cuestiones que motivan la Ciencia (que de hecho es lo que se hizo para las sesiones de clase), sólo preguntando por Grandes Cuestiones que se preguntan ellos, existen tres categorías que perfectamente enlazan con conocimientos habitualmente enseñados en las asignaturas de Ciencias: tanto *Espacio y Tiempo* y *Universo* podrían a priori conectar con el temario de Física, y algunas (evidentemente no todas) aparecidas bajo *Vida humana* tienen relación con contenidos de Biología.

La segunda es que, como ya se ha comentado, las entrevistas han servido para detectar conocimientos erróneos, sobre todo en lo referente al Big Bang. Aunque en el proyecto de innovación que se expone en el siguiente capítulo no se va a delimitar los contenidos del proyecto de investigación que propongamos a los alumnos, es interesante detectar este error, ya que ponerle solución podría ser el objetivo de un proyecto similar en el que sí delimitáramos los contenidos.

Finalmente, de relevancia para el aula, está el hecho de que a lo largo de las entrevistas los estudiantes mostraron interés por el tipo de preguntas que se les hacía. El interés, que es un ingrediente esencial para el aprendizaje, es en ocasiones escaso en las aulas, por lo que detectar un foco de interés de los alumnos siempre es útil para pensar cómo enseñar.

3. Las Grandes Cuestiones en el aprendizaje de Física y Química

A. Hipótesis de trabajo

Acabamos de estudiar cómo los adolescentes se relacionan con las Grandes Cuestiones en general, y en concreto algunas consecuencias que pueden ser de interés de cara a utilizar las Grandes Cuestiones para enseñar Ciencias. Nos quedamos con dos hallazgos muy importantes:

- ✓ Cuando se pregunta a los alumnos por las preguntas que ellos se hacen, no son pocas las que se encuentran.
- ✓ Los alumnos han mostrado un gran interés en el tema, nos daban a entender en las entrevistas que eran cosas que les preocupaban y en las que habían pensado.

Aprovechando esto, en las sesiones que se describen a continuación trataremos de generar un contexto en el aula en el que la curiosidad esté en primera línea del pensamiento, en el que las preguntas sean protagonistas en la mente de los alumnos, y éstos mismos protagonistas conscientes y responsables de su proceso de aprendizaje. Trabajaremos con las preguntas, las miraremos desde diferentes lugares, y trataremos de aprovechar su papel central en el pensamiento científico para hacer un ejercicio de aprendizaje que aproveche la fascinación que sentimos todas las personas ante las Grandes Cuestiones, resolubles y no, para ponernos en conexión con las mentes que transgreden las fronteras del conocimiento científico.

A grandes rasgos, lo que en este capítulo se muestra es un *prototipo* de actividad que aproveche la universalidad de la curiosidad ante las Grandes Cuestiones para suscitar curiosidad científica. Partimos de la creencia de que:

- ❖ Como hemos comprobado en las entrevistas, a los alumnos les interesan una serie de preguntas que parecen poder relacionarse con contenidos de Física y Química (entre otras asignaturas).
- ❖ Ser protagonista de un proceso de investigación (que aquí se hará grupal) puede ayudar a que el aprendizaje parta del interés, ingrediente esencial para la motivación y para un aprendizaje significativo.
- ❖ Las Ciencias en clase se enseñan de manera deshumanizada, alejada de la curiosidad que caracteriza la labor de investigación científica.

Hipótesis que están directamente conectadas con las siguientes preguntas a las que esperamos dar respuesta:

- ❖ ¿Existe alguna conexión entre las Grandes Cuestiones y la ciencia escolar?
- ❖ ¿Cómo influye el hecho de ser protagonista de un proceso de investigación a la hora de aprender Ciencia?
- ❖ ¿Al “humanizar” el aprendizaje científico crece el interés por aprender?

B. Metodología

Como ya se ha explicado en la Introducción, esto no pretende ser una propuesta cerrada y definitiva. Precisamente, el interés de poner en práctica un trabajo de clase es el de, como profesores, aprender: nos enmarcamos en la práctica que hemos descrito en la introducción llamada *investigación-acción*. Hacer para aprender de lo que comparten con nosotros los alumnos, y aprender de lo que funciona mejor y peor en clase, para seguir mejorando la acción docente.

Para esta puesta a prueba se han contado con cinco sesiones en las que hemos desarrollado una propuesta de trabajo en grupo, dividiendo a la clase en 8 grupos, cada uno de los cuales trabajará sobre una pregunta. Metodológicamente, el trabajo de clase se caracteriza por:

1. *Acción grupal de los estudiantes*. Las actividades que se les propongan serán bien grupales, bien individuales, para posteriormente volcarlas en el trabajo grupal. Aunque la evaluación formativa se hará individualmente, observando el funcionamiento de los estudiantes en el seno de cada grupo, la calificación será unificada, por lo que los estudiantes están “todos a una” en el trabajo⁶.
2. Investigación activa por parte de los alumnos. Ésta se caracterizará por:

⁶ Aprovechamos esta primera aparición conjunta de los términos evaluación/calificación para comentar que, a lo largo de todo este trabajo, se hará una distinción clara y consciente entre los mismos. Con **evaluar** entendemos “Reflexionar sobre el estado del propio aprendizaje” (Hernando Calvo, 2015), asociado en la taxonomía de Bloom a las acciones de: comprobar, criticar, revisar, formular, hipotetizar, experimentar, probar, juzgar, detectar y monitorizar. La **calificación** la es la reducción de la evaluación al acto de “poner nota”, que en el presente trabajo solo aparece en el aula por ser una exigencia de la administración y de la que consideramos deseable su eliminación, entre otras razones, por no hacer justicia a la complejidad de los procesos de aprendizaje al asociar los resultados del trabajo de cada alumno a un mero número.

- a. Ser guiada en lo que se refiere a técnicas: en el transcurso de las clases la profesora dará pautas respecto a las técnicas que guiarán la investigación.
 - b. Ser abierta en lo que se refiere a contenido: dadas las técnicas, serán los estudiantes los que, a través de su reflexión, discusión, búsqueda y toma de decisiones definan los contenidos del trabajo.
3. Dar importancia a las preguntas más que a las respuestas en la investigación. Al ser una de las principales motivaciones de este proyecto la de introducir las preguntas en el aula, en boca de los estudiantes y como herramienta sobre la que se pueda materializar la curiosidad, es en el proceso de exploración de las preguntas donde se ha puesto más énfasis en las sesiones de clase. El trabajo final, presentado en forma de póster, contará con información en forma de respuesta a las preguntas que habrán sido recabada por los estudiantes que se evaluarán, pero ésta tendrá un peso menor que la toma de conciencia del proceso de preguntar.
 4. Acompañamiento del profesor en el aula: Dada la libertad con la que trabajarán en gran medida los estudiantes, será más importante que en otros contextos la observación, evaluación y posible corrección del trabajo de los estudiantes por parte de la profesora, tarea que tendrá que compaginar con la de explicar y guiar a los estudiantes en las tareas pautadas.

C. Contexto

Métodos didácticos en el Montserrat

En cuanto a los métodos docentes las aulas del Montserrat, son por el momento bastante tradicionales. Existe, sin embargo, una voluntad importante de introducir nuevos métodos didácticos y hay iniciativas como cursos de formación en *aulas cooperativas multitema* impartidas por el Colegio Padre Piquer a las que están asistiendo bastantes profesores que van en el sentido de introducir prácticas metodológicas innovadoras. El proyecto educativo, que no es específicamente del Montserrat sino de todos los colegios de la FUHEM (desde primaria), define *criterios metodológicos* por los que, entre otras cosas, se buscarán actividades que sean variadas, propicien actividad, promuevan aprendizajes significativos e incorporen la colaboración y la cooperación entre alumnos y alumnas. Apuntan como opciones a fomentar el trabajo por proyectos, la organización del aula en rincones o la adopción de modelos estructurados de aprendizaje cooperativo a lo largo de toda la escolarización. Y aunque no hay iniciativas establecidas formalmente, los profesores sí utilizan una variedad de técnicas docentes. Así, hemos presenciado sesiones de clase basadas en el trabajo colaborativo para resolver ejercicios o salidas a museos, al teatro, al

Congreso, al campo... que muestran un interés en los profesores de proponer un aprendizaje variado a los alumnos.

Clase de 1ºA

Este proyecto se realiza en una clase de 1º de Bachillerato en el Colegio Montserrat, concretamente en una clase de Física y Química impartida por el profesor Alejandro Labourdette. Si en general los estudiantes de este colegio tienen cierto hábito de trabajo en grupo y realización de proyectos, en particular, la clase con la que se va a trabajar tuvo dos sesiones la semana anterior a la intervención en las que trabajaban el tema y los ejercicios del libro de texto en grupos, tratando de derivar las ecuaciones del tema (movimiento circular) y resolver los problemas, asegurando que todos entendían las soluciones.

Como grupo, los estudiantes de 1ºA son animados, con iniciativa en clase, muy participativos, aunque esto puede tener que ver con la forma que tiene Alejandro de dar clase: además, algunas explicaciones teóricas suyas, gran parte de las clases se dedican a que los alumnos le pregunten los ejercicios que han intentado y no entienden. Por lo que se ha observado, existen tres o cuatro chicas y un par de chicos muy responsables en este grupo y por otro lado, un par de chicos que no parecen tener muchas ganas de estar y participar en las clases. Son un grupo con facilidad para debatir (de lo que se pudo observar en tutoría y en las sesiones colaborativas) e interesados en asuntos de justicia social y ecológica –aunque esto mismo se puede decir de un gran número de alumnos del Montserrat. Esto saldrá a relucir, por ejemplo, en que varias de sus preguntas en la primera sesión se cuestionen por qué y cómo los seres humanos destruimos nuestro hábitat. También en las entrevistas descritas en la sección anterior, en las que muchos de ellos mostraban cierto nivel de consciencia sobre la cuestión de si la sociedad se puede o no considerar como un limitante en la libertad.

El profesor ha mostrado un gran interés y ha resultado un gran apoyo de cara a la realización de estas sesiones. Conté con su ayuda y disposición y en mi opinión fue capaz de darme apoyo y confianza, dejándome a la vez espacios de autonomía, por lo que estoy enormemente agradecida..

Programación de Física y Química de 1º de Bachillerato

Antes de realizar una propuesta didáctica es importante plantear cuáles son los elementos del currículum a los que queremos dar respuesta. Junto con los objetivos, serán el eje que conforme el tipo de intervención didáctica que tendrá lugar en el marco de esta investigación. Mientras que en el anexo C se muestran los extractos de la Programación de

Física y Química de 1º de Bachillerato del Colegio Montserrat para el curso 2015-2016 que se cubren en esta actividad, aquí señalamos los más importantes:

Objetivos generales de la etapa

... b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico

... k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico. ...

1.3 Objetivos específicos de Física y Química

1. Conocer y comprender los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción

3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.), relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión. ...

2. Las competencias básicas en la material de Física y Química

- Conocimiento e interacción con el mundo físico.*
- Aprender a aprender.*
- Competencia social y ciudadana.*
- Comunicación lingüística.*
- Autonomía e iniciativa personal*

3. Metodología didáctica

... Se fomenta la reflexión personal sobre lo realizado y la elaboración de conclusiones, de modo que el alumno pueda analizar su progreso. Como finalidad

última se pretende que los alumnos sean, gradualmente, capaces de aprender de forma autónoma. ...

... El trabajo de la asignatura se realizará mediante: ...

- *La exposición oral, el debate y el coloquio.*
- *Planteamiento teórico de pequeñas investigaciones personales de los alumnos.*

... Al igual que otras materias la Física y Química debe desarrollar actividades que estimulen el interés y el hábito de la lectura y la capacidad de expresarse correctamente en público. Las actividades educativas deben favorecer la capacidad del alumno para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos de investigación apropiados. ...

... La interpretación de la información de carácter científico para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con la naturaleza. ...

Como se ha comentado en el apartado de *Metodología*, el punto de partida de esta investigación no delimitará cuáles son los contenidos conceptuales que se van a tratar en las sesiones programadas. En el marco del estudio una de las cosas que se busca es precisamente conocer cuáles son los contenidos que mejor se prestan a ser tratados por un método como el aquí explorado. El dejar libertad para ver los temas que surgen permitirá determinar cuáles son los temas que más vinculación espontánea pueden tener con las Grandes Cuestiones.

D. Objetivos

Los objetivos que guían las sesiones de trabajo que se realizan en el marco de esta investigación son siete: un primero, llamado OI (objetivo de investigación) y otros seis objetivos didácticos (O1-O6).

Objetivo de investigación (OI): Descubrir si conectar los procesos de aprendizaje y contenidos con las Grandes Cuestiones ayuda a aprender Ciencia.

Objetivo que se puede vincular directamente con las preguntas que se derivaban de las motivaciones:

- ❖ ¿Existe alguna conexión entre las Grandes Cuestiones y la ciencia escolar?

- ❖ ¿Cómo influye el hecho de ser protagonista de un proceso de investigación a la hora de aprender Ciencia?
- ❖ ¿Al “humanizar” el aprendizaje científico crece el interés por aprender?

Objetivos didácticos:

- O1. Aprender a hacer preguntas.
- O2. Distinguir las grandes preguntas científicas de las filosóficas, existenciales...
- O3. Desarrollar competencias de trabajo en grupo.
- O4. Realizar las tareas de búsqueda y presentación propias de un trabajo de investigación.
- O5. Mejorar en comunicación oral de cara a las discusiones en grupo y a la presentación oral.
- O6. Conectar las Grandes Cuestiones con elementos de currículum y descubrimientos científicos.

Con estos objetivos en mente surge el siguiente diseño de actividad.

E. Programación

Como hemos explicado en la metodología, el eje en base al que se ha guiado la actividad han sido técnicas de pensamiento y discusión propuestas a los alumnos. La mayor parte del tiempo en clase se ha dedicado a trabajar sobre las preguntas con las técnicas que se explican a continuación. En el anexo D se puede encontrar una planificación detallada, en la que a cada actividad la acompañan los objetivos a los que responde (numerados O1, O1-O6 en la sección D de este capítulo) y la temporalización. A continuación hacemos una descripción más general de las sesiones pues la lectura de la tabla del anexo puede resultar hasta cierto punto ardua:

Sesión 1: Presentación y motivación

Planificación

Lo primero es cautivar a los estudiantes, compartir con ellos las ganas de hacer lo que vamos a hacer. Para eso sirve la **presentación** del proyecto a los alumnos en la que les explicaré tanto las motivaciones para embarcarnos en esta aventura juntas como una idea general del tipo de trabajo que se va a hacer.

Una buena forma de animarles a hacerse preguntas es proponiéndoles una serie de preguntas cuya respuesta es desconocida. La mayor parte de esta sesión la dedicamos a responder a la **encuesta**, que tiene las mismas preguntas que la entrevista:

¿Cómo empezó todo?

1. *¿Cómo empezó el Universo?*
2. *¿Hay vida en otros lugares?*
3. *¿Hasta qué punto somos libres las personas de hacer lo que queremos, o bien tenemos un destino?*
4. *¿Cuál es el sentido de la vida?*
5. *¿Qué sucede cuando nos morimos?*
6. *¿Se te ocurre alguna otra pregunta de este tipo que te has planteado en algún momento de tu vida?*
7. *¿Qué otras preguntas de este estilo crees que han motivado y motivan a los científicos?*

Esta encuesta servirá tanto para introducirles en el mundo en el que “todos podemos preguntar porque las respuestas no están cerradas”, y también será utilizada para la caracterización que aquí hemos descrito en el capítulo 2.

Al final de la sesión hacemos una puesta en común de las respuestas a la pregunta 7 mediante una **lluvia de ideas**. Van escribiendo las preguntas que han respondido, más las que se les ocurran en el camino, en post-it, y saliendo a la pizarra a compartirlas con la clase.

Idealmente, la clase podría finalizar con una **elección de la pregunta** para el proyecto por interés, proponiendo a los estudiantes que marquen tres o cuatro preguntas que les interesen y haciendo los grupos en ese momento. Por el contrario, de no haber tiempo lo hará el profesor informando a los estudiantes antes de la siguiente sesión. Esto permitirá, por otro lado, seleccionar preguntas variadas y bien orientadas para la investigación.

La tarea que tienen para casa es hacer un mapa de preguntas en torno a una cuestión central. La tarea, tal cual se les propuso, se encuentra en el anexo G. Consiste en:

- ✓ Escribir preguntas que se deriven o estén relacionadas con la pregunta que se va a investigar.
- ✓ Buscar relaciones entre preguntas: ¿Cuáles se parecen entre sí? ¿Cuáles son más abstractas y cuáles más concretas? ¿Cuáles tienen respuesta y cuáles no?

- ✓ Empezar a buscar información. Se propone elegir entre diferentes tipos de información: alguna respuesta “rara” o “curiosa”, alguna respuesta científica, alguna respuesta mitológica, alguna polémica al respecto.

Realización

La presentación, la encuesta y la lluvia de ideas se realizaron según se programaron. Las preguntas que propusieron los estudiantes se encuentran en el anexo H, aunque ponemos aquí un extracto, marcando en rojo las que terminamos utilizando para la investigación:

Preguntas existenciales	¿Quiénes somos? ¿Qué hay tras la muerte?
Preguntas del Universo	¿Habrá vida en otros planetas? Si es así, ¿por qué no han venido a la tierra? ¿Cómo surgió el primer ápice de energía? ¿Acabará desapareciendo el Universo? ¿Es infinito el Universo?
Preguntas de la vida humana	¿Por qué se creó la vida? ¿(Por qué) Tenemos una identidad propia? ¿Por qué tenemos tantas diferencias entre animales y nosotros? ¿Conseguiremos utilizar todo nuestro cerebro? ¿Qué nos hace inteligentes? ¿Utilizamos la totalidad de nuestro cerebro?
Preguntas de la naturaleza	¿Qué es la materia? ¿Qué ocurriría si viajáramos en el tiempo? ¿Cambiaría la historia? ¿Qué es el tiempo?
Otras preguntas	¿Es infinita la estupidez humana? ¿Vamos a acabar con nuestro propio mundo?

Se puede observar que, aunque se propuso buscar preguntas que motivan a la Ciencia, surgieron preguntas de tipo más existencial / filosófico (primera y última categoría de la tabla) y de tres categorías científicas: el Universo, aquello que rodea o caracteriza la vida humana y la naturaleza en un sentido más amplio.

Sin embargo, siempre se tarda más de lo que se piensa, por lo que no dio tiempo a hacer el reparto en clase. Por ello el diseño de los grupos fue mi responsabilidad. Los alumnos fueron informados del reparto a través del “aula virtual”.

Sesión 2: Primer acercamiento a las preguntas

Planificación

La clase comenzaría con una puesta en común de los hallazgos de la tarea de casa, discutiendo qué tipos de relaciones y qué tipos de preguntas han encontrado. Esto se realizaría en gran grupo, tratando de hacer tentativamente una primera caracterización de qué preguntas son más útiles para un pensamiento científico.

La mayor parte de la clase se dedicará a empezar a pensar en las preguntas que van a utilizar para su proyecto, proponiendo a los alumnos las siguientes actividades:

- ✓ Puesta en común de las preguntas que han hallado en forma de lista, y ampliación.
- ✓ Reducción de la lista en la que se propone a los alumnos que hagan una sencilla votación, con 4-6 votos por estudiante, para conseguir reducir la lista a unas 8-10 preguntas. Se trata de que no evalúen aún las preguntas ya que la siguiente actividad se va a dedicar exclusivamente a eso, y en este punto interesa que queden preguntas diversas para la siguiente fase. Se les dice que voten las que consideren “mejores preguntas” o que les interesen más.

Hacia el final de la clase, a medida que los primeros grupos vayan terminando la actividad anterior, se explicará la siguiente actividad, que consistirá en rellenar una tabla de valoración de preguntas. El método consiste en que cada miembro rellene la tabla con “+”, “0” o “-”, según encuentre que la pregunta se responda más o menos afirmativamente, y después pongan en común los compañeros sus respuestas, discutiendo los casos más polémicos (por ejemplo los criterios 1,3 y 5 de la tabla de ejemplo que sigue). No se espera que la tabla se termine esta sesión, pero sí que todos los grupos la empiecen.

	Me interesa	Creo que hay científicos trabajando en ello	Es una pregunta universal	Es útil para acercarme a la Gran Cuestión	Creo que conseguiremos respuesta pronto
¿Por qué y cómo se expande el Universo?	++0- +	++++ +	--0 0	+++0 +	--0+ -

Realización

Aproximadamente la mitad de los estudiantes hicieron en su casa la primera parte de la tarea, pero la segunda y tercera (relaciones entre preguntas y búsqueda de información) no la hicieron la mayoría por lo que se optó por no empezar la clase según estaba programado y dejar que fueran ellos quienes pensaran en caracterizar las preguntas en la actividad de la tabla.

Se empezó la clase directamente en grupos, haciendo el recopilatorio de preguntas. Sucedió en la votación que tenían ganas de discutir sobre las preguntas, por lo que no pusieron en práctica inmediatamente la técnica propuesta. Por esto, aunque no hicimos la primera discusión en gran grupo, no sobró tiempo más allá del previsto. Además, cuando hicieron la votación había sospechosamente poca dispersión en las votaciones, pudiendo pensar que no pensaron independientemente cada uno sino que se vieron influenciados por sus compañeros.

Sesión 3: Evaluación y caracterización de las preguntas

Planificación

Se prevé dedicar la mayor parte de esta sesión a completar la tabla de evaluación, siendo conscientes de que ello conlleva una cantidad importante de tiempo de discusión para obtener resultados satisfactorios. A medida que terminen se les irá indicando que con el análisis que han hecho, elijan las preguntas que vayan a vertebrar su trabajo final. Queremos que el trabajo refleje los diferentes enfoques que puede tener el pensamiento en estas Grandes Cuestiones, pero queremos que sirva para conocer algún tipo de trabajo científico que se esté haciendo o haya hecho en el campo, por lo que indicaremos a los estudiantes que saquen preguntas diversas (filosóficas, espirituales y científicas, reconociéndolas como tal), dando un peso importante a alguna pregunta de carácter científico.

Con estas preguntas ya están en el momento de organizar el trabajo de investigación: tanto cómo se van a dividir el trabajo, como el diseño del poster que van a hacer. Con esto en mente se termina la clase.

Su tarea para casa es hacer una búsqueda de información, que deberán traer a la siguiente sesión en la que prepararemos los pósteres.

Realización

La dinámica en clase ha funcionado bien en el sentido de que ha servido para que todos los miembros del grupo participen y discutan. De manera similar a la votación, el resultado de las evaluaciones parece mostrar una cierta escasez de sentido crítico en los alumnos pues en casi todos los casos, en torno al 80% de los símbolos en las tablas son “+”.

Sesión 4: Preparación del poster

Planificación

En esta sesión los estudiantes pondrán en común la información hallada en casa, que complementarán con una búsqueda que podrán hacer en clase utilizando ordenadores portátiles del colegio.

Con la información lista, y sabiendo lo que quieren comunicar, es el momento de diseñar la presentación. Harán entre todos un boceto del poster, y se lo contarán a la profesora, siendo éste un momento idóneo para que ésta pueda proponer ajustes al trabajo en los puntos débiles y dirigir si fuera necesario a partes que se puedan completar, corregir o ampliar.

Una vez mostrado el boceto, podrán coger el material (papel continuo, rotuladores, papeles de colores, tijeras, pegamento...) para empezar a hacer el poster que terminarán en casa.

Realización

Aunque la actividad del día parecía sencilla, para mi como profesora supuso un reto el tener que asegurarme de pasar por todos los grupos uno a uno revisando su trabajo antes de la revisión. Llevaba además para ese día una rúbrica de evaluación del trabajo grupal por lo que, teniendo la atención dividida no conseguí realizar satisfactoriamente ninguna de las dos tareas, quedando ambas hechas a medias.

Los estudiantes se mostraron muy autónomos ya en esta fase del proyecto, teniendo claro cuáles eran las direcciones hacia las que les indicaban las siguientes preguntas. Hubo un grupo que empezó a tener muchos problemas para encontrar contenido para su trabajo, el grupo A: *¿Cómo surgió el primer ápice de energía?*, pues al final todas sus preguntas estaban muy orientadas a un momento en el que supuestamente se pasó de no haber energía a haberla (haciendo referencia al origen del Universo), para pensar el cual no tenemos herramientas. Hablaremos más en detalle de esto en la última sección de este capítulo.

Sesión 5: Galería de presentación de poster

Planificación

Los estudiantes llegarán a esta sesión con sus poster terminados y preparados para presentar su poster. Ante la duda de cómo organizar esta sesión existía el riesgo de tardar demasiado tiempo en presentar todos los pósters uno a uno en la pizarra y hacer a cada grupo las preguntas de interés. Además, ese tipo de exposiciones a menudo se centran más en el profesor más de lo deseado a la luz de la filosofía de esta programación. Con una sesión de poster conseguíamos que, hasta el final, el trabajo tuviera el valor de ser “por los estudiantes y para los estudiantes”. La organización fue por rotaciones, de forma que en todo momento había dos personas de cada grupo de “anfitriones” en su poster y otras dos de “visitantes” en el poster de otro grupo, estando fijadas de antemano a qué grupo visitaban en cada turno para asegurar que estaban repartidos.

Acompañando la exposición había otra tarea que consistía en una entrevista con cuatro preguntas pautadas en un cuadernillo, y espacio para una libre que haría el grupo “visitante” al “anfitrión”. Las preguntas hacen referencia a:

- El carácter científico vs. filosófico de las preguntas elegidas.

- La facilidad o dificultad de responder a las preguntas.
- Relaciones entre un elemento del currículum dado y una Gran Cuestión que pudiera motivarlo.
- Relaciones entre un descubrimiento científico dado y una Gran Cuestión con el que podría estar relacionado.

Los cuadernillos de entrevista se encuentran en el anexo J. Se les pide que escriban en los cuadernillos las respuestas, que servirán al final para la investigación.

Al final de la clase, en los últimos cinco minutos, se les pasa la encuesta que se encuentra en el anexo K, encaminada a conocer la opinión de los alumnos respecto al cumplimiento de los objetivos de la actividad.

Realización

La organización y desarrollo de la clase en general fue exitosa. Los estudiantes parecían contentos de poder exponer sus trabajos y de conocer los de los demás compañeros, hasta el punto de que algunos de ellos se lamentaban de tener que terminar la actividad sin haber visto todos los pósteres, o por lo menos alguno más. Parecían orgullosos de su trabajo. Tanto es así que varios pidieron dejar los posters colgados en la clase al final de la clase diciendo que “así queda muy bonita la clase” y “así podemos ver luego el trabajo de los demás”. Hicimos fotos de todos los pósteres, que se pueden encontrar en el anexo I.

Hubo dos o tres grupos en los cuales no todos los miembros eran capaces de explicar el poster y tuvieron que dividir el trabajo de forma que algunas personas estuvieron defendiendo en todas las rotaciones. Algunos me lo comunicaron (p.ej. ¿Es infinito el Universo?) y otros no lo hicieron.

Hubo una parte importante de las entrevistas que no rellenaron en papel (~1/3), pero sin embargo mostraban en todo momento mucho interés por las explicaciones del poster y asumo que fue más bien por una falta de organización que de interés (los tiempos de las rotaciones estaban pautados, por lo que si no se organizaban bien no les daba tiempo a hacer las entrevistas).

Por fallo organizativo no dio tiempo a rellenar la encuesta en clase, por lo que se entregó para que los alumnos la completaran en casa y la entregaran la siguiente clase. Este fue el primero de dos problemas con la encuesta, ya que al hacerlo así hubo varios estudiantes que no hicieron la encuesta, y de los que sí la entregaron (en concreto 10 estudiantes), varios no habían rellenado algunas de las preguntas, sobre todo las abiertas. El segundo problema fue la forma en la que se pidió evaluar los objetivos, que como se puede ver en el

anexo K, consistía en ordenar del 1 al 9 diferentes aspectos del trabajo en base a si consideraban que la actividad había servido más o menos para aprender o mejorar en cada cosa. No se entendió bien y muchos evaluaron cada ítem independientemente del 1 al 9, dificultando enormemente la interpretación de los resultados.

F. Evaluación

Evaluación y calificación de los alumnos

La **evaluación** de los alumnos consistirá en:

1. Observación y discusión en clase de las dificultades y progresos que encuentren en las diferentes fases del proyecto.
2. Utilización de la rúbrica que se encuentra en el anexo E a lo largo de todas las sesiones. Al final, se podrá la profesora servir de la misma para la calificación final.

Aunque en el anexo se detallan los grados de logro, los ítems observados son:

Trabajo en clase	Todos hablan
	Todos escuchan
	Todos trabajan en casa
	Dinamización
Material recogido	Diversidad de preguntas.
	Caracterización de las preguntas.
	Relación entre preguntas.
Poster	Estructurado
	Con información
Presentación	Comunicación
	Conocen todo el trabajo
Entrevistas	

Por otro lado, la **calificación** se hará por grupos. Se les explicará al inicio que están trabajando en grupos “todos a una”.

Evaluación del proyecto por objetivos

Como se observa en el anexo F, cada actividad sirve para cumplir unos objetivos determinados. La rúbrica que ahí se muestra ha permitido hacer una evaluación a posteriori de cuáles son los objetivos mejor cumplidos a lo largo de estas sesiones, dando al mismo tiempo indicios de formas de mejorar la actividad para satisfacerlos mejor aún. Aquellos a los que la actividad no haya sabido dar respuesta deberán darnos pistas respecto a futuras propuestas: bien resaltando dificultades a la hora de abarcar mucho – por las que se podría llegar a desestimar determinados objetivos como centrales en un futuro –, bien planteando

el reto de repensar partes de la actividad para satisfacer unos objetivos a los que podemos no estar dispuestos a renunciar.

Objetivos didácticos a los que esta actividad ha respondido especialmente bien

O2: Distinguir las grandes preguntas científicas de las filosóficas, existenciales...

Tanto las tablas de evaluación como las respuestas a las preguntas muestran una comprensión por la que los alumnos son capaces de distinguir las preguntas que dan pie a razonamientos o investigaciones científicas de las que no. Por ejemplo entre *¿De qué está formada la materia?*, *¿Qué son los sueños?*, *¿Se crea al azar?* y *¿Podemos ser sin materia?* se identifica con facilidad que la pregunta más científica es la primera. Esto es especialmente relevante si lo ponemos al lado del hecho de que casi ningún estudiante caracterizó las preguntas en los deberes del primer día, de lo que se puede quizás entender que les resultaba inicialmente complicado.

Resultó llamativo algún caso en el que la identificación se hacía más en base al tipo de respuesta que habían trabajado que a la pregunta en sí: por ejemplo al identificar *¿Cuál es el origen del Universo?* como una pregunta más filosófica que *¿Existe la nada?* *¿Qué es?*. Este hecho, junto con la voluntad de profundizar más en el objetivo de aprender a hacerse preguntas, hace que un paso natural sea utilizar esta identificación para caracterizar las preguntas en sí y de ese modo profundizar en la capacidad de *hacerse preguntas científicas*. Aquí se haría especialmente relevante el trabajo descrito en (López, Angela Veit, & Solano Araujo, 2014) sobre la formulación de preguntas en el aula como evidencia del aprendizaje significativo crítico, donde encuentran una caracterización de las preguntas por la cual existe una evolución desde “preguntas limitadas: ... que indagan por respuestas numéricas... o por aspectos muy generales” hasta “preguntas que incitan al estudiante a la conceptualización... y que posibilitan el establecimiento de relaciones claras y coherentes entre los conceptos que explican dicho fenómeno”.

A menudo el tipo de contenidos investigados eran de índole filosófica (o psicológica) con preguntas como *¿Han sido los sentimientos importantes para la evolución humana?*, *¿Por qué queremos creer que tenemos identidad?* o *¿Un humano sin inteligencia es humano?*. Una vez identificado que este tipo de preguntas pueden tener un origen común con preguntas de las que se preocupa la Ciencia puede tener sentido plantear una colaboración entre ambos departamentos para trabajar este aspecto dado que, además, como profesores de Ciencias es posible (aunque no deseable) que nuestros conocimientos de Filosofía sean más limitados.

Ideas concretas de mejora:

- ✓ Trabajar en la caracterización: pensar por qué unas preguntas son más científicas que otras para poder aprender a hacer mejores preguntas científicas.
- ✓ Proponer un trabajo conjunto con el departamento de Filosofía para profundizar en las similitudes y diferencias del pensamiento científico respecto al filosófico, y aprovechar que desde un origen común – las Grandes Cuestiones – puedan tratarse contenidos de ambas materias.

O3: Desarrollar competencias de trabajo en grupo

Lo que me lleva a situar éste como uno de los objetivos mejor logrados es el haber observado una evolución en clase a este respecto. En siete de las ocho rúbricas del trabajo en clase, para la sesión 2 (la primera en que trabajaron en grupo) quedó anotado que la dinamización recaía sobre una o dos personas, cosa que fue reduciéndose las siguientes dos sesiones dedicadas a la discusión. En general, en lo que al habla y escucha se refiere, solían ser bastante equitativos, observación que se puede entender en el contexto del centro donde, como hemos descrito en la sección C, tienen cierta costumbre de trabajar en grupos.

Otro indicador por el que podemos considerar que este objetivo se ha cumplido con cierto éxito es que ellos mismos así lo consideran en las encuestas: el setenta por ciento de los alumnos consideran que “aprender a trabajar de forma equitativa en el grupo” está entre los tres logros más conseguidos de los nueve propuestos. Además, aunque existía un objetivo específico para la comunicación oral, la mitad de los alumnos considera también que de los objetivos más logrados es “discutir opiniones con sus compañeros”, una competencia esencial del trabajo en grupo.

Por último, se observó una evolución en su disposición a utilizar las técnicas nuevas propuestas que iban precisamente dirigidas a este fin. Por ejemplo, al hacer la evaluación con la tabla de criterios, fueron cogiendo destreza en identificar y discutir discrepancias a medida que avanzaron con la actividad.

Sin embargo, existe espacio para la evolución en este sentido pues parecían tener dificultad a la hora de dejar espacio al criterio individual dentro del trabajo grupal, por ejemplo en las votaciones donde un número enorme de los votos coincidían. Otros puntos en los que hacer énfasis para futuros trabajos son: la responsabilidad en las tareas individuales para el grupo (por ejemplo de búsqueda de información), y pensar más en

cierta especialización por la que a menudo ciertas recaían sobre las mismas personas (por ejemplo en las tareas más manuales de hacer el poster o la presentación del mismo).

Ideas concretas de mejora:

- ✓ Trabajar con roles: por ejemplo, de (Hernando Calvo, 2015) pueden ser dinamizador, ordenador, líder y pensador.
- ✓ División de tareas que se rotaría en varios proyectos a lo largo del curso: dibujar, exponer, buscar...
- ✓ Autoevaluaciones individuales que sirvan a tomar conciencia de los puntos fuertes y débiles del trabajo en grupo.

Objetivos didácticos a los que esta actividad puede potencialmente satisfacer

O1: Aprender a hacerse preguntas

Lo que no permite considerar éste como un objetivo plenamente satisfecho es que la propuesta se basaba en una primera fase de generación de preguntas, pero no existía una evaluación y posterior iteración en el proceso. Aunque se preguntó en la encuesta “Si volviéramos a empezar, ¿cuál sería la siguiente Gran Cuestión a la que hincarías el diente?”, no se especificaba en base a qué: podía ser por interés, porque se considerara una pregunta más universal, por ser más fácil de responder... Para aprender a hacer preguntas hay que pensar qué es hacer bien una pregunta... y para qué. De hecho no hubo evolución alguna pues las preguntas que proponían fueron en muchos casos repetidas (*¿Qué es el tiempo?, ¿Cómo se originó el primer ápice de energía?*) o en cualquier caso menos científicas (*¿Qué sentido tiene llevar la vida que llevamos?*).

Además, hubo un problema importante con el grupo *¿Cómo surgió el primer ápice de energía?*, que quedó muy bloqueado y no supo cómo dar respuesta a su pregunta. Es cierto que la pregunta estaba formulada de manera un tanto alegórica, tratando de buscar una descripción del origen del Universo. Sin embargo, los estudiantes la entendían de manera totalmente literal y se bloqueaban pensando que no había forma de que de la *nada* surgiese *energía*. Incluso al proponerles que por qué no investigaban qué se entiende por energía, que es precisamente algo que ni se crea ni se destruye, esperando ayudarles a salir del bloqueo, no fueron capaces.

Si, habiendo una escasez aparente de aprendizaje en este sentido, se considera uno de los objetivos a los que potencialmente podríamos dar respuesta en una actividad similar es por lo que acabamos de hablar en lo referente a O2. Una profundización en la caracterización

de las preguntas podría servir de manera más que satisfactoria al objetivo de “aprender a hacerse preguntas”. Esto se podría hacer en un proceso con el siguiente esquema:

1. Plantear preguntas sobre un tema.
2. Evaluarlas con criterios dirigidos a pensar preguntas científicas: por ejemplo “¿Está bien definido el concepto que estás usando para describir?” “¿Se puede comprobar experimentalmente?” “¿La pregunta establece relaciones entre diferentes conceptos?”
3. Reformular preguntas para mejorar según la evaluación anterior.

Ideas concretas de mejora:

- ✓ Utilizar la caracterización y evaluación de preguntas como método para mejorar en la capacidad de hacer preguntas.

O4: Realizar las tareas de búsqueda y presentación propias de un trabajo de investigación.

Respecto a este objetivo hay una cierta polarización, pues parece haberse satisfecho simultáneamente...

- ...mal, en lo que respecta a la búsqueda de información. Los estudiantes trajeron impresas páginas web en las que había contenidos poco contrastados. Parecía como si, en vez de buscar ellos, preguntaran a Google y fuera éste quien buscara. Esta es una tarea a la que se prestó menos atención de la deseable: no se evaluaron bien los resultados de sus búsquedas ni sus contenidos finales del trabajo. Tampoco se dieron pautas específicas respecto a cómo hacer una buena búsqueda de información.
- ...bien, en lo que respecta a la presentación de los resultados. Más de la mitad de los estudiantes ubican el “haber mejorado en presentar trabajos” como una de los primeros tres logros de estas sesiones. Además, se encontró que la organización de un trabajo en base a las preguntas puede ser una buena forma de estructurar un trabajo.

Pero además este objetivo se puede ampliar ya que un trabajo de investigación científica idealmente debería contar con la experimentación como método destacado.

Ideas concretas de mejora:

- ✓ Cuidar la etapa de búsqueda de contenidos. Dar pautas para hacerlo bien y evaluar los contenidos hallados.

- ✓ Trabajar con preguntas “in-google-ables”.
- ✓ Tratar de sacar partido al potencial que tiene un trabajo vertebrado en preguntas como medio para estructurar trabajos de investigación.
- ✓ Proponer que una de las partes del proyecto se realice experimentalmente.

O6: Conectar las GCs con elementos del currículum y descubrimientos científicos

En las sesiones de esta actividad no se ha dedicado mucho tiempo a lograr este objetivo expresamente; casi se podría decir que es en sí otro objetivo de investigación que se podría plantear en forma de pregunta: “¿Puede uno, partiendo de Grandes Cuestiones conectar con elementos del currículum oficial de estudios o con descubrimientos científicos?”.

En lo relativo a lograr introducir elementos del currículum, hay que distinguir entre competencias y contenidos. Sin lugar a duda, las actividades propuestas están muy bien alineadas con el logro de competencias tales como *Aprender a aprender*, *Comunicación lingüística* y *Autonomía e iniciativa personal*, aunque hay que reconocer que esto no se deriva precisamente del hecho de que estemos tratando con Grandes Cuestiones. Por otra parte, las sesiones tal y como se han planteado, han tratado de ser todo lo abiertas posibles en cuando a los contenidos. Por eso mismo hacer una valoración a este respecto es complicado, ya que no se dio ningún tipo de indicación por la que los temas tuvieran que ser de clase. Tres indicadores que nos pueden servir para responder a esta pregunta son:

- Las preguntas propuestas inicialmente como “Grandes Cuestiones que motivan a los científicos”, que mostramos en el anexo H se podían dividir en grandes rasgos en cinco categorías, tres de las cuales apuntaban directamente a contenidos de la ciencia escolar: preguntas del Universo, preguntas de la vida humana y preguntas de la naturaleza, lo cual parece indicar que una actividad como esta podría ser una manera ideal de comenzar un proyecto de un tema del currículum.
- Por otro lado, la opinión de los estudiantes sobre si “lo que hemos hecho está relacionado con cosas *de clase*” está muy polarizada: cuatro de cada diez lo ponen entre los tres objetivos menos logrados y cuatro entre los tres más logrados. Esto puede depender de los temas que hayan trabajado. Se puede entender que al trabajar *¿Qué es la materia?* lo relacionen más con cosas de clase que al trabajar *¿Por qué tenemos identidad propia?*.
- En las entrevistas, al pedirles que plantearan Grandes Cuestiones que podrían relacionarse con determinados elementos del currículum surgieron preguntas de lo más variopintas que no enfocaban bien el elemento que se les pedía. Sin embargo,

¿Cómo empezó todo?

rápidamente nos dimos cuenta de que había un mismo “problema” en casi todas: habían establecido la relación con el elemento curricular a través de la pregunta que ellos mismos habían investigado. Así, ante

En Biología se estudian la adaptación de los seres vivos a los lugares donde viven, ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

los alumnos que habían trabajado sobre la identidad respondieron

Sí porque a la biología le concierne el saber si un niño aislado de otros seres humanos tendría identidad.

y los que trabajaron sobre *el primer ápice de energía en el Universo* respondieron si

¿podrían las fases de la vida de este Universo estar basadas en las de un Universo anterior?

Otro ejemplo lo encontramos en los estudiantes que habían trabajado sobre el fin del Universo, a los que al preguntar por Grandes Cuestiones que motivaran el conocer el funcionamiento del corazón estudiado en Biología plantearon *¿Podemos, al nivel del Universo decir que el sol es el corazón del Universo?*. Este hecho, ocurrido similarmente al pedirles que formularan preguntas asociadas a determinados descubrimientos científicos, se puede deducir del hecho de que estuvieran muy concentrados cada uno en su trabajo, y mentalmente muy metidos en sus hallazgos. También juega un papel el que no hayan entendido bien la tareas.

En conclusión, parece que, aunque la actividad no se ha planteado específicamente para conectar con contenidos curriculares, sería perfectamente capaz de adaptarse a ellos, aunque quizás habría que estudiar más en detalle cuáles se pueden introducir de manera más sencilla por este método.

Respecto a los descubrimientos científicos, como se razonaba en las motivaciones, podemos entender el acto de preguntar como una manifestación de la curiosidad humana, fundamental en la investigación científica. A lo largo de estas sesiones las preguntas han estado en boca de los alumnos en casi todo momento, y además muchas de las preguntas que han formulado son, como se buscaba, grandes motivaciones de la Ciencia. De esta manera parece que nos hemos alejado de algunos de los problemas de la Ciencia escolar (repetición de ejercicios, enseñanza de teorías cerradas, ausencia de la curiosidad del

alumno...) para acercarnos a actitudes más propias de la investigación científica gracias a la cual se logran estos descubrimientos.

Objetivos didácticos a los que la actividad no satisface de manera específica

O5: Mejorar en comunicación oral de cara a las discusiones grupales y a la presentación oral

Si bien ciertas actividades sirvieron a este fin, como por ejemplo la técnica de valoración individual y posterior discusión de las discrepancias en la tabla de valoración de las preguntas, que facilitó que la discusión estuviera más repartida entre todos los miembros, no se considera que se haya trabajado específicamente en este sentido.

Otras formas de trabajarlo más específicamente podrían venir de la asignación de roles rotativos como los descritos bajo el apartado O3 de los objetivos satisfechos, o de tiempos dedicados exclusivamente a la preparación de la presentación, contando con ensayos y técnicas de presentación. No obstante, como dice el refrán “quien mucho abarca poco aprieta”, es decir, en ocasiones, quizás sea más provechoso seleccionar objetivos que se trabajen bien y dejar otros objetivos para ser trabajados en nuevas actividades que se puedan diseñar más específicamente para los mismos.

G. Conclusiones: ¿Conectar los procesos de aprendizaje y contenidos con las Grandes Cuestiones ayuda a aprender Ciencia?

No querría terminar este capítulo sin dar respuesta a nuestro principal objetivo de investigación, aquel que conectaba con nuestras más profundas preocupaciones sobre las preguntas en la escuela, y con nuestras más fuertes motivaciones sobre su gran potencial para encontrar los focos de interés y canalizarlo.

¿Existe alguna conexión entre las Grandes Cuestiones y la ciencia escolar?

Lo cierto es que el método de investigar a partir de Grandes Cuestiones no garantiza en absoluto el cubrir contenidos del currículum de Ciencias. Hemos visto que algunas de las preguntas investigadas sí llevaron a los estudiantes a contenidos curriculares. Por ejemplo, el grupo que se preguntaba si *¿Es infinito el Universo?* trataron contenidos que se encuentran en el bloque 2 (La Tierra y el Universo) del temario de Biología y Geología de 1º y 3º de la ESO (Real Decreto 1105/2014, 2014); y el trabajo sobre *¿Qué es la materia?* trató contenidos del bloque 2 (La materia) de Física y Química de 4º de la ESO.

Pero también puede ocurrir que las preguntas estén “bien hechas” pero la dirección en la que deseen mirar los estudiantes no se alinee con el currículum, como sucedió al grupo dedicado a averiguar *¿Por qué tenemos identidad propia?*, que podría haberse preguntado

sobre las teorías de la personalidad, que estudian en 4º de la ESO, y sin embargo optaron por preguntarse *¿Por qué queremos creer que tenemos identidad?*. Y puede también suceder que algunas preguntas provoquen bloqueos en el pensamiento y no sirvan para seguir pensando, como sucedió a los que se preguntaban *¿Cómo surgió el primer ápice de energía?*.

Finalmente, hay un elemento a tener en cuenta para entender los temas que van a surgir en el aula y es el interés del profesor. Es posible que muchas de las preguntas que consideran que se hacen los científicos (anexo H) apunten hacia asuntos del Universo porque la primera pregunta de la encuesta del primer día era *¿Cómo empezó el Universo?* *¿Qué hubiera pasado si las preguntas que se les hacen a ellos hubieran sido, por ejemplo ¿Cómo es posible que se desarrolle vida en la Tierra? o ¿Cómo puede ser que los objetos, entre ellos las personas, que están hechos de partículas minúsculas, no nos rompamos en pedazos???* *¿Qué hubiera pasado si yo fuera Licenciada en Química en lugar de en Física?* Lo cierto es que allá donde el profesor se mueva con más comodidad, tendrá más confianza para explorar y proponer preguntas abiertas. Deberíamos, quizás, quitarnos ese miedo a lo desconocido si queremos que los alumnos se lo quiten, y estudiar de aquellas especialidades que no conocemos, incluso aprovechando las preguntas de investigación para aprender nosotros.

En cualquier caso, el tipo de proceso propuesto requerirá de una intervención activa por parte del profesor, tanto si lo que se busca es cubrir unos contenidos curriculares determinados como si se va a dejar libertad de elección pero se busca que la información hallada sea de calidad y contrastada.

¿Cómo influye el hecho de ser protagonista de un proceso de investigación a la hora de aprender Ciencia?

Estas sesiones se han centrado en dotar a los estudiantes:

1. De herramientas de pensamiento en las preguntas que les pueden servir para guiar dicha investigación.
2. De un método de pensamiento que permite estructurar un campo investigado.

Ellos mismos en las encuestas han valorado la utilidad de las preguntas para investigar. Todas son cosas importantes a la hora de aprender, aunque no son habilidades específicas de las disciplinas científicas. Sin embargo, se ha apuntado en direcciones que se pueden tomar en un momento posterior para dirigir la investigación a campos más científicos. La primera consistiría en incluir criterios específicos para valorar preguntas más o menos

científicas como ejemplo “¿Está bien definido el concepto que estás usando para describir?” “¿Se puede comprobar experimentalmente?” “¿La pregunta establece relaciones entre diferentes conceptos?”

La segunda en proponer que una de las partes del proyecto se investigue mediante la experimentación.

En este caso se trataba de un proceso de investigación grupal, que les llevó a encontrarse con la dificultad añadida de tener que hacer trabajo individual por el grupo, cosa que no lograron con demasiado éxito. Ni, como ya se ha dicho, condujo a tratar contenidos científicos muy rigurosos (es un riesgo que asumimos al poner el interés del estudiante en el centro de su aprendizaje). Para ambas cosas hemos propuesto soluciones (técnicas de revisión de las funciones en el grupo y métodos de evaluación de las preguntas).

Pero aprender Ciencia no es solamente aprender teorías y modelos, sino aprender a pensar y aprender a investigar, tarea que a menudo se hace en grupo. Nos queda mucho camino por andar si queremos conseguir que los estudiantes aprendan Ciencia investigando autónomamente, pero estos primeros pasos parecen llevarnos en la dirección correcta.

¿Al “humanizar” el aprendizaje científico crece el interés por aprender?

Se corre un riesgo a la hora de poner la curiosidad del estudiante en el centro del proceso de aprendizaje y es que, aunque en general la curiosidad responde al interés, hemos comprobado que se pueden dar situaciones en las que un bloqueo en no saber cómo seguir buscando puede hacer que este interés desaparezca. Por eso es muy importante que el profesor anime a seguir buscando y ofrezca cuidado y caminos alternativos para aliviar esos bloqueos.

No obstante, hay dos observaciones que nos llevan a decir que sí ante esta pregunta. La primera es una comparación entre las sesiones dedicadas a este proyecto de innovación y las sesiones de trabajo grupal sobre el tema de movimiento circular en el libro de texto que tuvieron lugar la semana anterior a éstas. En la “clase normal” era muy común que los estudiantes estuvieran distraídos haciendo otra cosa, concentrándose más cuando estábamos alguno de los dos profesores cerca. En oposición a esto, en las sesiones dedicadas al proyecto de innovación los estudiantes mantenían un mayor grado de atención y concentración en las tareas propuestas. Sin embargo, consideramos que hay que tener mucho cuidado con comparativas de este tipo pues habría que ver qué ocurriría si lo innovador se convirtiera en norma... ¿seguiría interesando más? La segunda

¿Cómo empezó todo?

observación es el orgullo que mostraron los estudiantes ante su trabajo final, que se manifestaba en comentarios sobre la lástima que les daba no haber podido ver todos los proyectos o enseñar los proyectos a todos sus compañeros, y en hecho de que pidieran dejar los pósteres colgados en clase al finalizar la actividad.

Recordamos aquí a Andrés Candelas, que decía que “la realización de preguntas es de gran ayuda [para la organización del conocimiento que van generando], ya que esto les permite situar y resituar aquellas cuestiones que no tienen claras”. Nosotros aquí hemos comprobado que, además de para organizar el pensamiento, las preguntas sirven para enfocar la curiosidad, presente a priori en los estudiantes pero excluida comúnmente del aula. Esa curiosidad que apunta a los focos de interés, focos sobre los cuales el aprendizaje será más fácil y más profundo y que, por lo tanto, debemos valorar como profesores.

4. Propuesta de actividad – reiniciando la espiral

Dejamos aquí antes de terminar unas líneas metodológicas y de contenido para una acción futura – el inicio de la siguiente vuelta a la espiral – en las que esperamos incorporar exitosamente las principales enseñanzas de nuestros primeros pasos.

Trataríamos, por completitud en este trabajo, de proponer a los estudiantes una investigación que indague en contenidos propios de la Química. Para ello, se podría iniciar la lluvia de ideas con preguntas tales como *¿Se puede transformar el plomo en oro? ¿Qué es lo peor que podría pasar si el agua fuera apolar? ¿Por qué los humanos necesitamos oxígeno y las plantas dióxido de carbono? ¿Por qué las grasas saturadas son peores que las saturadas?* Desde luego, humildemente reconoceremos que las preguntas que somos capaces de plantear de Química quizás no tengan tanto gancho, o no estén tan bien ligadas con el currículum. Habría que estudiar para hacerlo bien. Pero es cuestión de voluntad.

El proyecto podría empezar por una primera fase de lluvia de ideas. Como uno de los problemas era que la información buscada era a menudo de poca calidad, ponemos en práctica una de las propuestas que es la de trabajar con preguntas “in-google-ables”. Al finalizar la lluvia de ideas presentaremos a los alumnos este concepto y separaremos en la pizarra las preguntas “google-ables” de las que no lo son, razonando que las preguntas que no son “google-ables” requieren capacidades de razonamiento mayores. Por ejemplo, una pregunta con la que podríamos seguir trabajando aquí es aquella sobre el agua apolar.

Divididos en grupos para trabajar cada uno una cuestión, les propondríamos empezar a pensar, en forma de preguntas, qué cosas necesitan saber para poder responder a su pregunta. Estas preguntas deberán basarse en identificar los conceptos que entran en juego, caracterizar los procesos involucrados, y buscar qué pruebas se podrían hacer. Por ejemplo *¿Qué es lo peor que podría pasar si el agua fuera apolar?* puede llevar a preguntar, por ejemplo...

- *¿Qué significa polar y apolar?*
- *¿Qué consecuencias tiene la polaridad?*
- *¿Qué procesos vitales requieren la polaridad del agua?*
- *¿Si el agua fuera apolar, qué ocurriría en esos procesos?*
- *¿Los humanos existiríamos si el agua fuera apolar?*

¿Cómo empezó todo?

Con unas primeras preguntas podríamos entrar a valorarlas en base a criterios más orientados a un razonamiento científico. Pero esta vez la evaluación deberá servir para hacer mejores preguntas, más contrastables, mejor definidas y con las relaciones claras. Estos podrían ser los de la nueva tabla:

	Los conceptos están bien definidos	Se puede comprobar experimentalmente	La pregunta establece relaciones claras entre diferentes conceptos
¿Los humanos existiríamos si el agua fuera apolar?	+ - 0 - 0	--- -	- + - 0 0

Por ejemplo, la pregunta de la tabla es demasiado genérica en su expresión. Por ejemplo, no es muy preciso decir “los humanos existiríamos” porque depende de demasiadas cosas. En la iteración del proceso se podría preguntar mejor *¿Qué procesos humanos hacen uso de la polaridad del agua?* seguida de *¿Existe otra substancia que pueda reemplazar al agua en esta función?*. Este proceso de iteración se puede hacer tantas veces como sea necesario, orientado por el profesor.

Una vez valoradas y ajustadas las preguntas se puede entrar en fase de búsqueda. Como hemos dicho, podemos pedir que alguna de las preguntas se demuestre experimentalmente. Puesto que las preguntas estarán mejor hechas tras la iteración, esperamos que sirvan mejor para hilar una respuesta.

Además de mejorar las técnicas de preguntar podemos mejorar el trabajo en grupo. Resaltamos de nuevo las ideas de mejora que propusimos en la del *Evaluación* del capítulo anterior.

- ✓ Trabajar con roles: por ejemplo, de (Hernando Calvo, 2015) pueden ser dinamizador, ordenador, líder y pensador.
- ✓ División de tareas que se rotaría en varios proyectos a lo largo del curso: dibujar, exponer, buscar...
- ✓ Autoevaluaciones individuales que sirvan a tomar conciencia de los puntos fuertes y débiles del trabajo en grupo.

No se entra en los detalles de la evaluación y temporalización de esta actividad por falta de espacio, esperamos que estas líneas den una idea clara de la propuesta mejorada.

5. Conclusiones Generales

Las preguntas son una manifestación de la curiosidad, fruto del interés, que es en sí un ingrediente esencial para aprender. Pero lamentablemente en el aula las preguntas rara vez están en boca de los estudiantes, siendo más utilizadas por el profesor con el fin de “poner a prueba” a los alumnos. Parece haber un tipo de preguntas, que se mueven entre preguntas transcendentales, grandes preguntas o preguntas sin respuesta; las que aquí hemos decidido llamar Grandes Cuestiones, que fascina a todas las personas, independientemente de su edad o de su origen. Algunas de estas preguntas son *motores* de la Ciencia, incitan a los científicos a seguir avanzando, aunque luego los pasos que den sean minúsculos al lado de las Grandes Cuestiones. En el presente trabajo nos hemos planteado conocer la realidad de los adolescentes respecto a estas Grandes Cuestiones, y explorar formas de aprovecharlas para aprender Ciencia en la escuela.

Hallamos que la realidad de los adolescentes responde al marco cultural en el que se encuentran: inmersos en una mentalidad racionalista encontramos además consecuencias de una fe en la Ciencia que les lleva a creerse cosas que no entienden. La salida común a esta situación suele ser querer profundizar en la alfabetización científica, pero yo me pregunto ¿cuánto hay que saber para considerarse mínimamente culto? ¿Cuán posible es eso en un mundo de saberes cada vez más especializados? ¿Y qué consecuencias puede tener esta dominación del pensamiento científico sobre los demás?⁷

En contraste con este aparente racionalismo, que se suele asociar con un cierto ateísmo, hemos encontrado que los alumnos acuden a ideas de carácter más espiritual, sobre temas como la muerte. Y en este sentido, más allá de la aparente fe en la Ciencia de la que venimos hablando, no son pocos los alumnos que asumen que hay cosas sobre las que podremos teorizar pero no obtener respuestas definitivas, como el origen del Universo. Sería interesante conocer más sobre esta frontera a partir de la cual se encuentra “lo incognoscible”. Aquí se ha detectado que los alumnos ponen más allá de lo cognoscible el origen del Universo, pero ¿qué otras cosas ubicamos ahí y en base a qué lo hacemos?

En el ámbito de lo personal se encontraban las preguntas sobre el sentido de la vida, la muerte, la libertad humana y el destino. Y decimos lo personal pues así lo consideraban muchos, al afirmar que “eso depende de cada uno” o poner la respuesta en boca propia

⁷ Esta última pregunta se vuelve especialmente relevante ante la última Ley Educativa por la que *Historia de la Filosofía* deja de ser asignatura obligatoria en 2º de Bachillerato (LOMCE, 2013).

con un “yo creo que...”. Los estudiantes entrevistados no parecen haber pasado crisis del sentido de la vida, aunque sí se han preguntado por la muerte, cosa que han compartido sobre todo con sus familias. Respecto a la libertad humana, tienen una conciencia fuerte de las limitaciones mundanas a la misma (las leyes, sus padres, el dinero, el trabajo...) que pueden provenir de la esperada rebeldía adolescente o bien tener relación con su contexto educativo. Históricamente la respuesta a este tipo de preguntas ha estado a menudo en manos de las instituciones y corrientes religiosas, y seguramente, si se hiciera un estudio similar en culturas donde la religión tiene un papel más central se observarían notorias diferencias. De hecho, al buscar iniciativas en escuelas que trataran de responder a las Grandes Cuestiones de la vida, la enorme mayoría son de índole religiosa. Sin embargo, no por estar en una sociedad crecientemente atea, va a desaparecer la preocupación por preguntas de este tipo; en concreto hemos visto que los adolescentes agradecen tener espacios en los que compartir sus preocupaciones más existenciales con adultos. Quizás debiéramos dar espacio a reflexiones sobre este tipo de preguntas en nuestro trato con adolescentes, sobre todo en el seno de una cultura posmoderna en la que la desaparición de los grandes referentes en pos del libre pensamiento dejan al individuo solo ante el abismo de algo que a menudo se presenta como un sinsentido.

Más allá de una caracterización, este trabajo relata cómo se ha tratado de generar un espacio en el aula en el que, a través de las Grandes Cuestiones, la curiosidad esté en primera línea del pensamiento, en el que las preguntas sean protagonistas en la mente de los alumnos, y éstos mismos protagonistas conscientes y responsables de su proceso de aprendizaje. A lo largo de estas sesiones hemos aprendido cómo los alumnos se relacionan con las preguntas y cómo responden ante el hecho de protagonizar un proceso de investigación. En términos generales, los alumnos han puesto atención en el trabajo que hemos hecho, y se mostraban orgullosos de su investigación al finalizar la misma. Las preguntas surgían del interés de los estudiantes, lo que ha generado una dinámica de participación muy intensa en las actividades propuestas.

Cuando se realiza un prototipo se busca detectar las dificultades a las que se enfrentan profesor y alumnos. Tratamos de entenderlas para poder mejorar la actividad en un nuevo comienzo de la espiral. Puesto que las preguntas utilizadas para la investigación las han propuesto sin grandes indicaciones ni filtros, ha habido preguntas más rigurosas y otras menos: más concretas y más abstractas. Éstas últimas pueden generar desinterés en el alumno, lo que ocurrió en uno de los grupos en el que la pregunta estaba planteada de forma casi más alegórica que literal. También puede suceder que, aunque este tipo de preguntas parezcan cautivar a los alumnos e introducirles en un estado mental en el que

“pensar produce placer”, si se quieren utilizar para tratar contenidos curriculares, hay que enfocarlas bien. Hemos advertido también que parece haber un “estándar” de lo que hay que hacer cuando se pide buscar información, que parece ser “preguntar a google”. En este sentido resulta muy llamativa la iniciativa conocida como “preguntas in-google-ables” que requieren capacidades de razonamiento más complejo. Asimismo, aunque en general los alumnos distinguen una pregunta científica de una filosófica o espiritual, lo suelen hacer por el tipo de respuesta más que por la pregunta en sí. No parecen haber entendido que, según como preguntes, puedes obtener un tipo de respuesta, apuntando a una línea de trabajo que puede ser útil desarrollar con ellos.

Los alumnos se han enfrentado a técnicas desconocidas de trabajo en grupo, que inicialmente les costaba poner en práctica y en las que a menudo mostraban poco sentido del criterio individual en el grupo y poca crítica. También se ha observado que varios estudiantes descuidaron el trabajo individual para aportar al grupo. No es sorprendente, pues a día de hoy el trabajo grupal es minoritario en las aulas; en general los procesos de trabajo y aprendizaje escolares son terriblemente individualistas. Sin embargo, existen maneras de tomar consciencia del papel de uno mismo en un grupo de trabajo, por ejemplo con autoevaluaciones que permitan al alumno ser consciente de sus puntos fuertes y aquellos a mejorar en el grupo.

Las Grandes Cuestiones, en las que todos y cada uno de nosotros podemos dejar volar nuestro pensamiento, pueden quizás ser una forma idónea de devolver las preguntas al aula en boca de los estudiantes, de centrar el aprendizaje en el interés. Pero en ocasiones pienso que nos encontramos en la lucha por “renaturalizar” espacios que han sido previamente “desnaturalizados”. En un aula donde se encuentran los alumnos obligatoriamente, separados por edades, durante horas ¿seremos capaces de encontrar la espontaneidad y la creatividad que buscamos? Este es un proceso que conlleva ciertas dificultades, pero al fin y al cabo para eso somos profesores: para investigar el aprendizaje y a la vez aprender investigando.

¿Cómo empezó todo?

6. Bibliografía

Adamson, L., & Lyxell, B. (1996). Self-concept and questions of life: identity development during late adolescence. *Journal of Adolescence*, 19, 569–582.

Andrés Candelas, M. (2011). Sobre las preguntas infantiles y su relevancia para el cambio educativo. *Escuela Abierta*, 14, 111-122.

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31 (1), 21-32.

Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.

Collier, C., Johnson, J., Nyberg, L., & Lockwood, V. (n.d.). *Annenberg Learner*. Retrieved 17 de junio de 2016 from Learning Science Through Inquiry: <http://www.learner.org/workshops/inquiry/resources/faq.html>

Colmenares, A. M., & Piñero, M. L. (2008). La investigación acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socioeducativas. *Laurus*, 14, 96-114.

Díaz Montes, A. (2008). La búsqueda de solución a problemas irresolubles. *Revista de enseñanza universitaria* (31), 17-25.

Elliot, J. (2002). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.

Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, Vol. 75 (1), 27-61.

Hassan, Z. (2012). *9 year discusses meaning of life*. Retrieved 27 de January de 2016 from ziahassan.com: <http://ziahassan.com/bodyofwork.html>

Hernando Calvo, A. (2015). *Viaje a las escuelas del s.XXI*. Madrid: Fundación Telefónica.

Hmelo-Silver, C. (sept. de 2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 235-266.

Kohlberg, L. (1992). *Psicología del desarrollo moral*. Desclee de Brower.

Larreamendy-Joerns, J., Sandino, J., & Tascón, R. (2001). Cuando saber es preguntar: comprensión, formulación de preguntas y conocimiento en Biología Evolutiva. *Revista Colombiana de Psicología*, 10, 91-107.

Lawson, A. (2002). *Science Teaching and Development of Thinking*. Belmont: Wadsworth/Thompson Learning.

LOMCE. (10 de diciembre de 2013). *Boletín Oficial del Estado* . España.

López, S., Angela Veit, E., & Solano Araujo, I. (2014). La formulación de preguntas en la aula de clase: una evidencia de aprendizaje significativo crítico. *20* (1), 117-132.

Márquez Bargalló, C., & Roca Tort , M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía* , XVIII (45), 63-71.

Meneses, A. U. (2012). Características del aprendizaje autónomo de los estudiantes del programa de enfermería de la Universidad de Pamplona . *Ciencia y cuidado* , 9 (1), 24-33.

Mister Foale is learning. (16 de junio de 2014). Retrieved 2016 de junio de 2016 from UnGoogleable Questions in the classroom. A first step.: <http://misterfoaleislearning.edublogs.org/2014/06/16/ungoogleable-questions-in-the-classroom-a-first-step/>

Moreira, M. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico. *Revista: Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación* , 83-101.

Postman, N., & Weingartnet, C. (1969). Teaching as a subversive activity.

Real Decreto 1105/2014. (26 de diciembre de 2014). *Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Boletín Oficial del Estado* . España.

Suárez Pazos, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 1 (1), 40-56.

Walvoord, B. E. (2008). How to Help Students Confront Life's 'Big Questions'. *The chronicle of higher education* , 54 (49), A22.

7. Anexos

A. Preguntas de la entrevista hecha a los alumnos

¿Cómo empezó el Universo?

¿Hay vida en otros lugares?

¿Hasta qué punto somos libres las personas de hacer lo que queramos, o bien tenemos un destino?

¿Cuál es el sentido de la vida?

¿Qué sucede cuando nos morimos?

¿Se te ocurre alguna otra pregunta de este tipo que te has planteado en algún momento de tu vida?

B. Consentimiento informado

Madrid, a 9 de mayo de 2016

Estimado/a padre, madre o tutor(a),

Soy Rocío, estudiante del Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en la Universidad Autónoma de Madrid, ¡y con suerte futura profe! Como parte de mi formación en la universidad, estoy realizando una investigación llamada *“¿Cómo empezó todo? Las grandes cuestiones en la adolescencia: cómo surgen, de qué manera las aborda el entorno y su relación con el aprendizaje de Física y Química”*. Grandes cuestiones tales como:

*¿Cuán grande es el universo? ¿Cómo se creó? ¿Y cómo funciona? ¿Se apagará el Sol?
¿Cuál es el sentido de la vida? ¿Cómo vivimos y nos relacionamos en sociedad?*

Bajo la hipótesis de que estas preguntas y la manera en la que se les dé respuesta desde el entorno marcarán el proceso de aprendizaje, me parece importante entender las diferentes partes del proceso. ¿De qué manera surgen las preguntas? Quiero conocer las edades, los estímulos que las potencian, las distintas forma de expresarlas y compartirlas con el entorno. Por otro lado ¿cómo se abordan desde el entorno? Me pregunto qué tipo de atención se les da, si se responden en casa, en el cole, con la familia, los amigos... Buscaré también entender el papel que juegan estas cuestiones en los procesos de aprendizaje, y trataré de vincularlas con los contenidos del currículo de Física y Química. Creo que entender de qué manera funciona la curiosidad en la adolescencia puede servir para hacer mejor mi trabajo como profesora, y estoy muy ilusionada con lo que pueda aprender con esta investigación.

Entre las actividades que voy a realizar para lograr mis objetivos se encuentran grupos de discusión, sesiones de trabajo en clase de Física y Química y de Filosofía y también algunas entrevistas en las que trataré de conocer las respuestas que dan alumnos de diferentes edades a una serie de cinco preguntas como las que muestro arriba, y averiguar qué otro tipo de preguntas de este estilo se hacen. Y es precisamente por estas entrevistas que te estoy escribiendo, ya que me gustaría contar con tu hijo/a para hacer una de ⁵⁶estas entrevistas. Será corta y la realizaremos

en diez minutos de la clase de tutoría. Por razones logísticas me gustaría grabarla en sonido, ya que facilitara la recuperación de información y la fluidez en momento de la entrevista, evitándome tener que tomar notas. Desde luego, la grabación será utilizada únicamente como fuente de información para este trabajo de investigación y no será publicada ni distribuida sin el consentimiento directo de los/las responsables legales, es decir, vosotros/as.

Todo lo que aprenda respecto a este fascinante tema pasará a formar parte de mi Trabajo de Fin de Máster, que entregaré y presentaré en junio de este año en la Universidad Autónoma de Madrid. Estaré encantada de compartir con vosotros mis hallazgos, por lo que si os interesa conocer lo que he aprendido, no dudéis en escribirme en este tiempo.

Si os parece bien que vuestro/a hijo/a colabore conmigo, junto a esta carta se encuentra adjunta una hoja de “Consentimiento informado” que deberéis firmar. Sólo cuando reciba esa nota por parte de vuestro/a hijo/a entonces pasaremos a hacer la entrevista. Si os surge cualquier cuestión o duda, o queréis comunicaros conmigo, mi contacto es:

- Correo electrónico: rocio.rey@uam.es
- Móvil: 686 10 99 75

Por último, agradecer vuestro apoyo. Un saludo,

Rocío

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PADRE/MADRE/TUTOR LEGAL

Participación de los hijos/as.

Las grandes cuestiones en la adolescencia: cómo surgen, cómo las aborda su entorno y su relación con la enseñanza de Física y Química.

Profesora en formación: Rocío del Rey Bajo

Centro: Facultad de Formación de Profesorado y Educación (Universidad Autónoma de Madrid)

Teléfono: 91 299 9855 / 686109975

E-mail: rocio.rey@uam.es

Yo, D./D.ª,

con DNI, en calidad de padre/madre/tutor-a legal de

....., nacido/a el /..... /,

manifiesto que he sido informado/a sobre el estudio “¿Cómo empezó todo? Las grandes cuestiones en la adolescencia: cómo surgen, de qué manera las aborda el entorno y su relación con el aprendizaje de Física y Química” .

Manifiesto que he sido informado/a acerca de las tareas que realizará mi hijo/a, y de los datos que se obtendrán de ello. También de que su participación es voluntaria y condicionada a mi consentimiento. Además, se me ha informado de que todos los datos serán tratados de manera confidencial, y de que tengo derecho a revocar mi consentimiento, así como a acceder, rectificar, y cancelar dichos datos. Se me ha hecho saber que tengo derecho a conocer los resultados, y se me ha informado de la vía por la que puedo hacer efectivos todos los derechos expuestos.

Tomando ello en consideración, doy mi consentimiento para que mi hijo/a, si él/ella lo desea, participe en el estudio.

Lugar y fecha:, de..... de 2016.

Firma del/a padre/madre/tutor legal:

C. Programación de Física y Química 1º Bachillerato Montserrat

Antes de realizar una propuesta didáctica es importante plantear cuáles son los elementos del currículum a los que queremos dar respuesta. Junto con los objetivos, serán el eje que conforme el tipo de intervención didáctica que tendrá lugar en el marco de esta investigación. Los elementos del currículum que se exponen a continuación han sido sacados de la Programación de Física y Química de 1º de Bachillerato del Colegio Montserrat para el curso 2015-2016.

1. Introducción

La materia en el marco del Bachillerato

... El carácter formativo del Bachillerato hace necesario que el currículum contribuya a la formación de ciudadanos informados y críticos y por ello debe incluir aspectos de formación cultural, como la forma de trabajar de los científicos y las complejas interacciones Ciencia- Tecnología-Sociedad. ...

Objetivos generales de la etapa

... b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico

... k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico. ...

1.3 Objetivos específicos de Física y Química

1. Conocer y comprender los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores más específicos. ...

3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.), relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión. ...

9. Apreciar la dimensión cultural de la Física y la Química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente, contribuyendo a la toma de decisiones que propicien el impulso de desarrollos científicos, sujetos a los límites de la biosfera, que respondan a necesidades humanas y contribuyan a hacer frente a los graves problemas que hipotecan su futuro. ...

2. Las competencias básicas en la material de Física y Química

Conocimiento e interacción con el mundo físico.

El desarrollo de esta competencia facilitará que el alumno llegue ser capaz de conocer, comprender y valorar la realidad fisicoquímica poniendo énfasis en una visión de la misma que permita comprender su dimensión social y, en particular, el papel jugado en las condiciones de vida y en las concepciones de los seres humanos; ...

... Una gran parte de los contenidos de Física y Química tiene una incidencia directa en la adquisición de la competencia: ...

** Discusión acerca del sentido de las situaciones o problemas propuestos. ...*

Aprender a aprender.

Se desarrolla por medio de la utilización de recursos como los esquemas, mapas conceptuales, la producción y presentación de memorias, textos, trabajo experimental, elaboración de informes de laboratorio, etc. ...

Competencia social y ciudadana.

Está ligada al papel de la ciencia en la preparación de futuros ciudadanos de una sociedad democrática para su participación en la toma fundamentada de decisiones. La alfabetización científica constituye una dimensión fundamental de la cultura ciudadana, que se apoya en una creciente sensibilidad social frente a las implicaciones del desarrollo tecno- científico que puedan comportar riesgos para las personas o el medio ambiente. ...

Comunicación lingüística.

La materia exige la configuración y la transmisión de las ideas e informaciones. El cuidado en la precisión de los términos utilizados, en el encadenamiento adecuado

de las ideas o en la expresión verbal de las relaciones hará efectiva esta contribución. ...

Autonomía e iniciativa personal

Se estimula a partir de la formación de un espíritu crítico, capaz de cuestionar dogmas y desafiar prejuicios, desde el reto que supone enfrentarse a problemas abiertos y participar en la construcción tentativa de soluciones; desde la aventura que constituye hacer ciencia. ...

3. Metodología didáctica

... Se fomenta la reflexión personal sobre lo realizado y la elaboración de conclusiones, de modo que el alumno pueda analizar su progreso. Como finalidad última se pretende que los alumnos sean, gradualmente, capaces de aprender de forma autónoma. ...

... El trabajo de la asignatura se realizará mediante: ...

- Realización de actividades experimentales.*
- Resolución de cuestiones relacionadas con textos o vídeos científicos.*
- Comentarios de texto científicos.*
- La exposición oral, el debate y el coloquio.*
- Planteamiento teórico de pequeñas investigaciones personales de los alumnos.*

... Al igual que otras materias la Física y Química debe desarrollar actividades que estimulen el interés y el hábito de la lectura y la capacidad de expresarse correctamente en público. Las actividades educativas deben favorecer la capacidad del alumno para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos de investigación apropiados. ...

... La interpretación de la información de carácter científico para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con la naturaleza. ...

.. La utilización correcta de los materiales, sustancias e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo. ...

D. Programación detallada y Temporalización del proyecto de innovación

Actividad	Objetivos	Descripción	Observaciones	Tiempo
Sesión 1				
1	Presentación de la actividad.	La profesora comparte las motivaciones del trabajo que se va a realizar las próximas sesiones. Se trata de compartir cómo las Grandes Cuestiones son algo que interesa a muchas personas, de contextos y edades diferentes. Y después conectar con cómo la Ciencia se mueve por grandes interrogantes que motivan la curiosidad.		5'
2	Los alumnos responden a la encuesta.	La encuesta consta de siete preguntas que se escriben en la pizarra y se responden en una hoja en blanco para no condicionar al alumno con espacio de respuesta. 1. ¿Cuál es el origen del Universo? 2. ¿Qué piensas de la posibilidad de que haya vida en otros planetas? 3. ¿Los seres humanos somos libres? ¿Tenemos un destino? 4. ¿Cuál es el sentido de la vida? 5. ¿Qué ocurre cuando morimos? 6. ¿Recuerdas otra pregunta de este estilo que te has hecho? 7. ¿Qué otras preguntas de este tipo crees que motivan a los científicos?	Por la experiencia previa haciendo entrevistas, parece que proponer a las personas pensar en este tipo de preguntas es útil para acceder a un tipo de pensamiento abierto. Al ser preguntas fascinantes y en muchos casos abiertas, hace más fácil pensar en las preguntas de uno mismo. Esto es útil para la última pregunta y para las siguientes actividades.	25'
3	Los alumnos hacen una lluvia de ideas de Grandes Cuestiones que han motivado a los científicos.	O1, O6 Utilizando las preguntas que han escrito en la pregunta 7 para empezar, hacemos una lluvia de ideas en la que escriben en post-it la pregunta y salen a la pizarra a pegarlo y compartirla con sus compañeros.	En caso de tener una sesión larga esta lluvia de ideas tendría una segunda fase consistente en ordenar las preguntas, juntando las que se parecen entre sí para encontrar relaciones y reducir las repetidas o similares.	15'

4	Los alumnos eligen preguntas por interés.		Pueden acercarse y poner sus iniciales en las tres o cuatro que más les interesen. La profesora utilizará esto para hacer grupos de cuatro personas, tratando de que cada uno esté en preguntas de su interés. Estos grupos serán en los que hagan todo el resto del trabajo.	10'
5	Los alumnos hacen un mapa de preguntas en torno a una central buscando relaciones.	O1, O2	Se explica la tarea en clase y se manda como deberes para el próximo día. Ver Anexo: "Tarea 1er día".	5'
Sesión 2				
6	Discusión en gran grupo sobre los tipos de preguntas.	O5	Para poner en común los deberes que han hecho en casa, se abriría la clase comentando sus hallazgos. Preguntar si ha resultado fácil o difícil pensar preguntas. Si consideran que tienen preguntas de tipo variado. Si han encontrado que algunas preguntas se parecían o tenían relaciones. Si hay preguntas más abstractas y más concretas.	15'
7	Los alumnos ponen en común los hallazgos en pequeño grupo.	O3	Se les da una hoja grande (A3) para que escriban una lista con todas las preguntas.	20'
8	Seleccionan por votación 8-10 preguntas por interés.	O3	Se les indica, por grupos, cuántos votos tiene cada uno dependiendo del total de preguntas para que queden unas 8-10 preguntas votadas por como mínimo la mitad de los miembros.	10'

9	Inicio de la tabla de evaluación (en la siguiente sesión)	O2, O3	<p>Rellenarán una tabla con diferentes categorías que servirá valorar cuáles son las preguntas que consideran buenas, según diferentes criterios. En las filas van las preguntas, en las columnas los criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Me interesa. 2. Creo que hay científicos trabajando en ello. 3. Es una pregunta universal (ha preocupado a mucha gente en muchos contextos). 4. Es útil para acercarme a responder a la Gran Cuestión. 5. Creo que conseguiremos una respuesta pronto. <p>Empezarán rellenando la tabla individualmente con +,0,- según si consideran que es mejor o peor esa pregunta bajo dicho criterio. A continuación buscarán una postura unificada de grupo, apreciando los casos en los que la respuesta es unánime y discutiendo aquellos en los que hay respuestas dispares para buscar una postura común.</p>	Lo más probable es que en esta sesión se explique la tarea y solamente la inicien algunos grupos. Se espera que la tarea se realice mayoritariamente en la sesión 3.	15'
Sesión 3					
9'	Los alumnos rellenan la tabla de evaluación.	"	"		25'
10	Deciden por consenso 3 o 4 preguntas que sean de diferente naturaleza.	O2, O3	Al terminar la tabla anterior deberán salir a relucir los puntos fuertes y débiles de las 8-10 preguntas que han evaluado. Con ello deberán elegir con qué 3 o 4 preguntas van a estructurar su trabajo final. Se les indicará que por lo menos una de las preguntas deberá tener una respuesta relacionada con la Ciencia.		15'
11	Diseño del boceto del póster.	O3, O4	Se les entrega otra hoja grande (A3) para que realicen el boceto de un poster en el que expondrán su trabajo de investigación final. Enseñarán el boceto a la profesora antes de trabajar en el poster final. Esto servirá para que la profesora evalúe las preguntas que utilizarán para trabajar finalmente, pudiendo proponer modificaciones o reevaluaciones de algunas de las preguntas si se considera necesario.		15'

12	Búsqueda de información en casa.	O3, O4	Se explica la tarea para casa que consiste en repartirse la búsqueda de información entre los miembros del grupo y traer resultados para el próximo día.	5'
Sesión 4				
13	Búsqueda de información con ordenador.	O4	Se llevan los ordenadores a clase para que en simultáneo con la realización del poster, algunos miembros busquen y completen la información traída de casa.	
14	Realización del poster.	O3, O4	Se hace entrega a los alumnos de materiales para poster. En este caso se trata de rollo de papel, folios de colores, rotuladores, post-it, tijeras y pegamento. El trabajo de preparación se terminará en casa.	
Sesión 5				
15	Presentación del poster.	O4, O5	Se realizará una sesión de poster en formato de galería que consistirá en exponer todos los pósteres al mismo tiempo, haciendo rotaciones para que algunos miembros queden de "anfitriones" de su poster mientras que otros son "invitados" en el poster de otro grupo. En cada visita se realizarán dos tareas: primero el grupo "anfitrión" explicará los resultados de su investigación. A continuación los "invitados" harán la entrevista, cuyas preguntas se encuentran en un cuadernillo preparado antes de la clase por la profesora (ver siguiente actividad).	Se ha optado por este método pues hacer todas las exposiciones en clase sería mucho más largo. Al combinarlo con la entrevista con guión, permite bastantes preguntas a diferentes miembros de todos los grupos, cosa que, hecha en una exposición en grupo grande resultaría muy pesada.
16	Entrevistas con guión	O1, O2, O6	Las entrevistas que harán el grupo "invitado" al grupo "anfitrión" contienen preguntas con la siguiente idea: 1. Pensar qué preguntas son científicas y cuáles no, y por qué. 2. ¿Qué preguntas han sido más fáciles o difíciles de responder y por qué? 3. Dado un elemento del currículum de la ESO y Bachillerato de ciencias, ¿qué Gran Cuestión crees que lo motiva? 4. Dado un descubrimiento científico concreto ¿qué Gran Cuestión crees que motivaba al científico que trabajaba en ello? 5. Una pregunta libre a elección del alumno.	Toda la clase.

Encuesta final

O1, O1,
O2, O3,
O4, O5,
O6

La encuesta final está encaminada a conocer la opinión de los alumnos respecto al cumplimiento de los objetivos propuestos. Se encuentra en el anexo K.

Si diera tiempo se realizaría en clase, si no, lo más probable es que se entregue para hacer en casa.

E. Rúbrica de evaluación de los alumnos en el proyecto de innovación

Trabajo en clase	Todos hablan	Habla un miembro todo el rato.	Hablan un par de personas, y otras no.	Hablan todas, pero predomina la palabra de algunas.	Hablan todas de manera equitativa.
	Todos escuchan	Algunas personas interrumpen a otras o sistemáticamente no escuchan.	Hay miembros cuyas aportaciones son ignoradas.	Hay miembros a los que, siendo escuchados, se ignoran sus propuestas sistemáticamente.	Todos escuchan de manera activa.
	Todos trabajo casa	El trabajo de casa es escaso en el grupo.	Algún miembro ha trabajado bien, o todos han trabajado mal.	Casi todos los miembros han trabajado bien.	Todos los miembros han traído trabajo hecho de casa.
	Dinamización	La dinamización recae sobre una persona.	La dinamización recae sobre dos personas.	No hace falta mucha dinamización porque casi todos participan.	Todos los miembros están activos y no hace falta un dinamizador fuerte.
Material recogido	Diversidad de preguntas.	No ha encontrado preguntas.	Ha encontrado preguntas pero son pocas y apuntan en una dirección estrecha.	Aporta unas pocas preguntas que apuntan a direcciones muy diversas.	Aporta muchas preguntas que apuntan a direcciones muy diversas.
	Caracterización de las preguntas.	No participa en la caracterización.	Participa un poco en la caracterización pero sin mucho acierto.	Participa en la caracterización bastante y falta poco para que lo entienda bien.	Participa en la caracterización y la entiende correctamente.
	Relación entre preguntas.	No participa en relacionar preguntas.	Hace alguna relación pero poco justificada.	Hace varias relaciones poco justificadas.	Establece relaciones justificadas, sean muchas o pocas.
Poster	Estructurado	El poster no tiene ninguna estructura.	El poster está poco estructurado.	El poster está bastante estructurado.	El poster está muy estructurado.
	Con información	El poster contiene información nada clara.	El poster contiene información poco clara.	El poster contiene información bastante clara.	El poster contiene información muy clara.
Presentación	Comunicación	La expresión oral es incorrecta, difícilmente comprensible o con fallos.	La expresión oral es en general incorrecta.	La expresión oral es en general correcta, con algún fallo.	La expresión oral es correcta en todo momento.
	Conocen todo el trabajo	Ningún miembro es capaz de presentar todo el poster.	Algún miembro es capaz de presentar todo el poster.	Bastantes miembros son capaces de presentar todo el poster.	Todos los miembros son capaces de presentar todo el poster.
Entrevistas		No han hecho (casi) ninguna entrevista.	Han hecho alguna entrevista pero sin sentido/cuidado.	Han hecho bastantes preguntas pero algunas sin cuidado.	Han hecho casi todas las preguntas con bastante cuidado e interés.

F. Rúbrica de evaluación del proyecto de innovación

En la siguiente rúbrica se encuentra la evaluación del proyecto tras la realización del mismo.

Actividad	Obj.	Indicador	Medio	Rúbrica	Observaciones	
Sesión 1						
1	Presentación de la actividad.					
2	Los alumnos responden a la encuesta.					
3	Los alumnos hacen una lluvia de ideas de Grandes Cuestiones que han motivado a los científicos.	Las preguntas que proponen son de carácter científico.	Post-it recopilados.	La mayoría de las preguntas no son científicas.	Unas pocas preguntas son científicas.	<p>> De 30 preguntas: 21 se pueden considerar científicas, 9 no.</p> <p>> En general falta rigor en las preguntas científicas.</p>
		Las preguntas son Grandes Cuestiones de la Ciencia.	"	Casi ninguna es una GC.	Hay unas pocas GCs.	Se corresponden con grandes motivaciones.
4	Los alumnos eligen preguntas por interés.					
5	Los alumnos hacen un mapa de preguntas en torno a una central	Las preguntas halladas son diversas.	Rúbrica deberes 1.	Ha hallado unas pocas preguntas muy similares.	Ha hallado muchas preguntas muy similares.	No se realizó por falta de tiempo.
				Ha hallado pocas preguntas muy similares.	Ha hallado unas pocas preguntas diversas.	

E

A, F, B, B

B

		Sesión 2			
6	buscando relaciones.	o2	Han identificado diferencias entre las preguntas.	"	<p>No ha identificado diferencias ni relaciones.</p> <p>Ha identificado unas pocas diferencias y relaciones.</p> <p>Ha identificado bastantes diferencias y relaciones.</p> <p>Ha identificado muchas diferencias y relaciones.</p> <p>> Los que no hicieron lo anterior tampoco hicieron esto. > Sólo lo hizo una persona y no lo explicó sólo conectó por temas.</p>
	Discusión en gran grupo sobre los tipos de preguntas.	o5			No se realizó por falta de tiempo.
7	Los alumnos ponen en común los hallazgos en pequeño grupo.	o3	Todos participan con ideas y dinamización.	Rúbrica deberes 1.	<p>Habla sobre todo un miembro.</p> <p>Hablan unos pocos miembros.</p> <p>Hablan casi todos pero dinamiza uno siempre</p> <p>A, C, D, E, F, G, H</p> <p>B</p>
		o3	Todos escuchan de forma activa.	Rúbrica deberes 1.	<p>Algunas personas interrumpen a otras o sistemáticamente no escuchan.</p> <p>Hay miembros cuyas aportaciones son ignoradas.</p> <p>Hay miembros a los que, siendo escuchados, se ignoran sus propuestas sistemáticamente.</p> <p>Todos escuchan de manera activa.</p> <p>A</p> <p>E</p> <p>C, D, F, H</p> <p>B</p>
o3	La dinamización está repartida.	Rúbrica deberes 1.	<p>La dinamización recae sobre una persona.</p> <p>La dinamización recae sobre dos personas.</p> <p>No hace falta mucha dinamización porque casi todos participan.</p> <p>C, D, F</p> <p>A, B, E, H</p>	<p>Todos los miembros están activos y no hace falta un dinamizador fuerte.</p>	

8	<p>Seleccionan por votación 8-10 preguntas por interés.</p>	<p>Hacen uso correcto de la herramienta de votación. o3</p> <p>Observación / memoria.</p>	<p>No han utilizado la herramienta propuesta. C, E, G</p> <p>Algún grupo la ha utilizado. A, B, F</p> <p>La han utilizado casi todos los grupos. E</p> <p>Todos los grupos han hecho uso de la herramienta propuesta. D, H</p>	<p>> A menudo los votos están muy concentrados sobre las preguntas, pudiendo ser que se "copiaban unos a otros" > Tres grupos no lo dejaron plasmado en la hoja por escrito, no sé cómo lo hicieron.</p>
9	<p>Inicio de la tabla de evaluación</p>		<p>C, E, G</p> <p>A, B, F</p> <p>E</p> <p>D, H</p>	<p>Evaluada en la siguiente sesión</p>
Sesión 3				
9'	<p>Los alumnos rellenan la tabla de evaluación.</p>	<p>Todos participan (hablan y dinamizan) en la valoración final. o3</p> <p>Observación / memoria.</p> <p>Tablas recogidas. o2</p> <p>Las valoraciones son razonables.</p>	<p>Habla sobre todo un miembro. E</p> <p>Hablan unos pocos miembros. E</p> <p>Hablan casi todos pero dinamiza uno siempre B, C, H</p> <p>Hablan todos y la dinamización está repartida. A, D, F, G</p>	<p>> En los grupos B y H, parecía poco crítico: muchos +</p> <p>Casi todas las valoraciones son razonables. A, D, F, G</p>
10	<p>Deciden por consenso 3 o 4 preguntas que sean de diferente naturaleza.</p>	<p>Las preguntas son de naturaleza diversa. o2</p> <p>Poster. o3</p> <p>Todos participan en la toma de decisión. o3</p> <p>Observación / memoria.</p>	<p>No distinguen entre enfoque científico y otros enfoques. A, E</p> <p>No hay ninguna con enfoque científico. E</p> <p>Hay alguna pregunta científica pero no de otros tipos. C, F, G, H</p> <p>Hay preguntas identificadas de todos los tipos. B, D</p> <p>Casi todos participan en la toma de decisión. Todos participan por igual en la toma de decisión. ?</p>	<p>> Creo que más bien lo que distinguen es respuestas científicas y no, más que preguntas. > Hay de todo, mirar por casos.</p>

11	Diseño del boceto del póster.	o3	Todos participan en el diseño.	Observación / memoria.	El diseño lo hace uno.	El diseño lo hacen unos pocos.	Casi todos participan en el diseño.	Todos participan en el diseño.
		o4	Realizan el boceto como herramienta de planificación.	Observación / memoria.	Ningún grupo realiza el boceto.	Unos pocos grupos realizan en boceto.	Una parte importante de los grupos realizan el boceto.	Todos los grupos realizan el boceto. > Creo que algunos se sentían malgastando tiempo/papel con esto.
12	Búsqueda de información en casa.	o3	Todos participan en la tarea.	Observación / memoria.	Ningún miembro ha buscado información.	Algún miembro ha buscado información.	Bastantes miembros han buscado información.	Todos los miembros han buscado información. > Algunas personas han buscado en casa (aprox la mitad), luego se completará en la siguiente sesión al traer los ordenadores.
		o4	La información es completa y correcta.	Información entregada.	La información es escasa.	La información está presente pero hay errores o imprecisiones.	Hay bastante información con algún error o imprecisión.	La información es suficiente y correcta. > Cosas de muy diferente índole, algunas cosas muy poco contrastadas...
Sesión 4								
13	Búsqueda de información con ordenador.	o4	Evaluado en la sesión anterior.		A, E	C, F	H	B, D, G
14	Realización del poster.	o3	Todos participan en la tarea.	Observación / memoria.	El poster no lo hacen.	Algún miembro realiza el poster.	Casi todos los miembros realizan el poster.	Todos participan en la realización del poster.
		o4	El poster está estructurado.	Poster.	El poster no tiene ninguna estructura.	El poster está poco estructurado.	El poster está bastante estructurado.	El poster está muy estructurado. > Puede que esto sea precisamente una buena técnica para estructurar información.
				A		E		B, C, D, F, G, H

		El poster contiene información nada clara.	El poster contiene información bastante clara.	El poster contiene información muy clara.
		A, E	D	B, G
		C, F, H		
Sesión 5				
04	El poster contiene información clara.	Poster.		
04	Los miembros son capaces de presentar todo el poster.	Observación / memoria.	Bastantes miembros son capaces de presentar todo el poster.	Todos los miembros son capaces de presentar todo el poster.
05	La expresión oral en la presentación es clara.	Observación / memoria.	La expresión oral es en general incorrecta.	La expresión oral es correcta en todo momento.
01	Han planteado preguntas razonables al otro grupo.	Cuadernillos.	Las preguntas no tienen relación pero tienen respuesta.	Las preguntas tienen respuesta y son relevantes.
02	Han razonado bien distinguiendo preguntas científicas de filosóficas.	Cuadernillos.	En general pocos han razonado bien esta pregunta.	Todos los grupos han razonado bien esta pregunta.
06	Han conectado elementos del currículum con Grandes	Cuadernillos.	Unos pocos han hecho esta conexión.	Todos o casi todos han hecho bien esta conexión.

15 **Presentación del poster.**

16 **Entrevistas con guión**

> Algunas preguntas son buenas, otras MUY absurdas
> Lo han hecho en aproximadamente la mitad de las entrevistas.

> En general bien identificadas
> Teoría se utiliza como despectivo, sin fundamento
> No caracterizan algo filosófico, sí algo científico

> A menudo relacionan el elem.curr. con su Gran Cuestión. Esto quizás pueda dar juego.

Cuestiones.		B, C	A, E, G, H	D, F
o6	Han conectado descubrimientos científicos con Grandes Cuestiones. Cuadernillos.	No han hecho bien esta conexión.	Unos pocos han hecho esta conexión.	Bastantes grupos han hecho esta conexión. Todos o casi todos han hecho bien esta conexión.
		D, H	F	E, G A, B, C
Encuesta final: objetivos ordenador por orden de cumplimiento				
		Peor	Medio	Mejor
o0	Han aprendido sobre experimentos de Ciencia.	****	*****	*
o0	Han entendido por qué a los científicos les motiva la Ciencia.	****	*****	*
Encuesta final				
o1	Han planteado preguntas científicas para un hipotético futuro proyecto. Encuestas.	*****	**	*
o1	Han aprendido a rebuscar entre preguntas.	*****	**	***
o1	Han aprendido a pensar preguntas buenas.	*****	**	***

o2	Han aprendido algo nuevo de filosofía.	* ***** ***
o3	Han aprendido a trabajar de forma equitativa en el grupo.	*** *****
o4	Han mejorado en presentar trabajos.	* *** *****
o5	Han mejorado en discutir opiniones con sus compañeros.	*** ** *****
o6	Consideran que lo que han hecho está relacionado con cosas "de clase".	**** ** ****

G. Tarea para casa tras la primera sesión del proyecto: Mapa de preguntas

¿Cómo empezó todo?

En esta tarea vamos a tratar de entender *bien* una de todas las preguntas que hemos visto en clase. Abrirla por dentro y mirarla a los ojos, a ver qué tiene que decirnos. Esto es lo que hacen las personas que se dedican a investigar, porque en general antes de poder dar respuestas uno tiene que asegurarse de que está haciendo la pregunta *correcta*, la *más interesante*, o *más importante*. Lo que te presento a continuación lo llamo hacerle una autopsia a una pregunta. Vamos a ello.

En el otro documento encontrarás con cuál de todas las preguntas que nos hicimos en clase vas a trabajar. Recuerda que, aunque hay otras personas trabajando con la misma pregunta, si hacéis esta tarea de manera independiente contaréis con más información y más trabajo hecho para cuando nos juntemos en la próxima sesión. Así que te animo a hacer esta búsqueda por tu cuenta y compartirla con tus compañeros cuando ya la hayáis hecho.

- a. Escríbela en el centro de una hoja, y dedica un rato a pensar preguntas que están relacionadas con la anterior. Escríbelas alrededor, que quede claro que tu pregunta flota entre todas estas otras preguntas.

- b. Ahora ya tenemos muchas preguntas, que son como muchas puertas que podemos abrir para “atacar” el problema que teníamos. Entre ellas:
 - i. ¿Hay algunas preguntas que hablen de una perspectiva “grande y abstracta” y otras desde una perspectiva mucho más concreta? Indícalas en la cara posterior.
 - ii. ¿Hay preguntas relacionadas entre sí por temática? Marca estas relaciones de alguna manera clara en tu nube (por ejemplo con figuras y una leyenda de símbolos).
 - iii. ¿Crees que algunas preguntas tienen ya respuesta? Habrá preguntas con respuesta y otras sin, y otras que están en proceso de responderse... Piensa de qué tipo son cada una y exponlo.

- c. Elige una de todas las preguntas (la que más crees que motive a la Ciencia, o la que más te interese a ti). Vamos a buscar una pequeña pieza de la lo que podría ser una respuesta a esta pregunta. Elige entre las siguientes opciones:
 - Busca alguna respuesta “rara” que encuentres a esta pregunta. Algo inesperado que hayan respondido personas a lo largo de la historia o actualmente en otras culturas.
 - ¿Qué respuesta científica tiene esta pregunta? Si hay un experimento que da respuesta a la misma, ¿cómo funciona dicho experimento?
 - ¿Ha habido alguna respuesta mítica a esta pregunta?
 - ¿Ha habido alguna polémica a lo largo de la historia?

- d. Para terminar... si un niño o una niña pequeña te hiciera esta pregunta (la que has elegido al final), ¿qué le responderías? (Exponlo en la misma hoja por detrás, en dos o tres líneas).

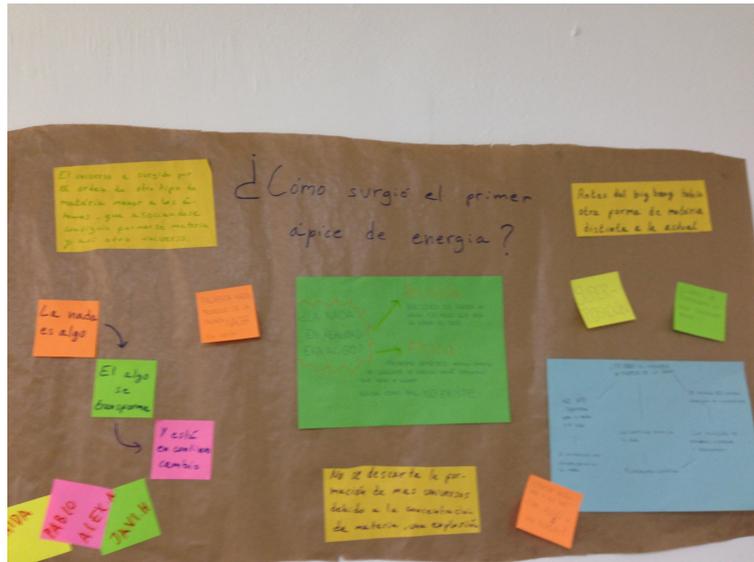
H. Preguntas propuestas por los alumnos en la lluvia de ideas de la sesión 1

Preguntas existenciales	<p>¿Quiénes somos?</p> <p>¿Qué hay tras la muerte?</p> <p>¿Qué es la nada? ¿Y el todo?</p> <p>¿Cómo se pasa de la nada al todo?</p>
Preguntas del Universo	<p>¿Habrá vida en otros planetas? Si es así, ¿por qué no han venido a la tierra?</p> <p>¿Conoceremos vida extraterrestre?</p> <p>¿Cómo surgió el primer átomo de energía?</p> <p>¿Acabará desapareciendo el Universo?</p> <p>¿Cuándo desaparecerá el Universo?</p> <p>¿Es infinito el Universo?</p>
Preguntas de la vida humana	<p>¿Por qué se creó la vida?</p> <p>¿Podremos controlar la vida al 100%?</p> <p>¿Qué es lo que realmente conocemos y qué hay más allá?</p> <p>¿Tenemos una identidad propia?</p> <p>¿Por qué tenemos tantas diferencias entre animales y nosotros?</p> <p>¿Por qué el ser humano es tan absurdo de destruir su planeta?</p> <p>¿Qué pasará cuando nuestro planeta no sea apto para la vida?</p> <p>¿Cuándo se extinguirá el ser humano?</p> <p>¿Conseguiremos utilizar todo nuestro cerebro?</p> <p>¿Qué nos hace inteligentes?</p>
Preguntas de la naturaleza	<p>¿Se podrá viajar más rápido que la luz?</p> <p>¿Existen realidades paralelas?</p> <p>¿Qué es la materia?</p> <p>¿Qué ocurriría si viajáramos en el tiempo? ¿Cambiaría la historia?</p> <p>¿Qué es el tiempo? ¿Por qué pasa el tiempo?</p>
Otras preguntas	<p>¿Es infinita la estupidez humana?</p> <p>¿Conocemos todo lo que podríamos o solo lo que los mandatarios nos dejan saber?</p> <p>¿Vamos a acabar con nuestro propio mundo?</p>

I. Fotos de los pósteres

En este anexo se exponen algunas de las fotos de los pósteres hechos por los alumnos. El grupo "B. ¿Es infinito el Universo?" hizo una presentación digital de la que se pegan algunas dispositivas.

A. ¿Cómo surgió el primer ápice de energía?



B. ¿Es infinito el Universo?



¿Cómo empezó todo?

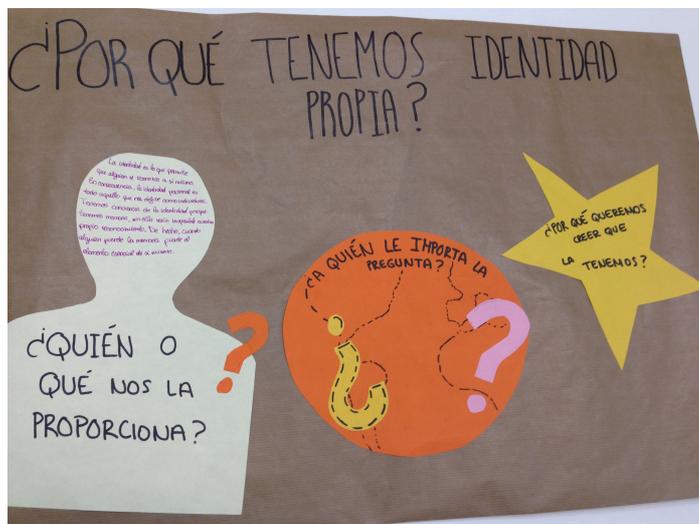
C. ¿Qué es la materia?



D. ¿Acabará desapareciendo el Universo?



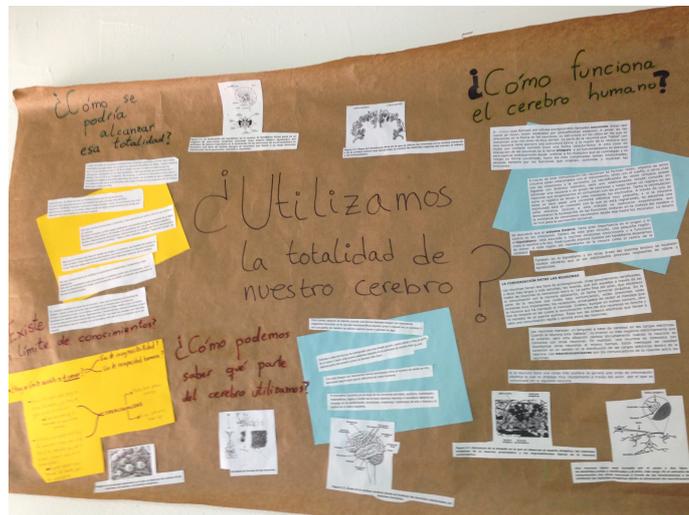
E. ¿Por qué tenemos identidad propia?



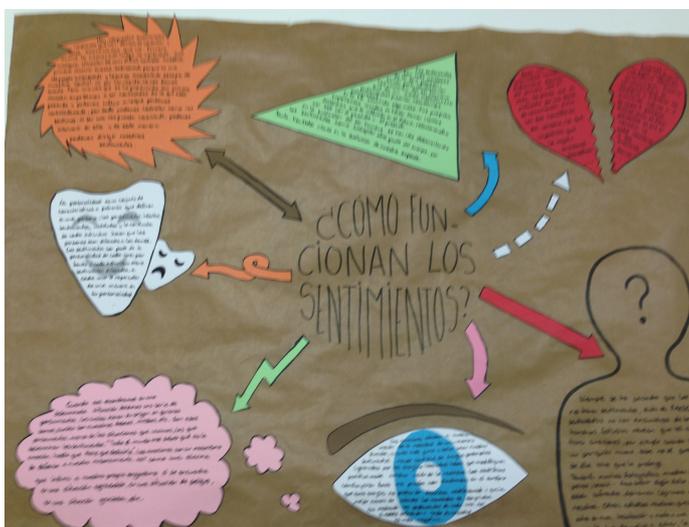
F. ¿Qué nos hace inteligentes?



G. ¿Utilizamos la totalidad de nuestro cerebro?



H. ¿Cómo funcionan los sentimientos?



J. Cuadernillos para las entrevistas entre los grupos en la exposición

Se muestran sólo las de los primeros cuatro grupos pues los segundos cuatro contienen las mismas preguntas cambiadas de orden.

Grupo A - ¿Cómo surgió el primer ápice de energía?

Entrevista al grupo B:

¿Es infinito el universo?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más científicas? ¿Hay algún experimento mirando a responderla?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente oficial de responder? ¿Por qué?

3. En física se estudia el movimiento de cada bala. ¿Se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué crees que quitaba el sueño a Alexander Fleming cuando descubrió la Penicilina?

5.

Grupo A - ¿Cómo surgió el primer ápice de energía?

Este cuaderno está diseñado para tomar notas y como guía de entrevista en vuestro paseo por los posters de los demás grupos.

Haremos cuatro relaciones, en cada una de las cuales dos personas del grupo irán a ver el poster de otro de los grupos.

Hay indicadas unas preguntas que debéis hacer a los portadores del otro grupo, y espacio para que hagáis una pregunta más a vuestra elección. Uno de vosotros será el entrevistado, mientras que el otro tomará nota de las respuestas.

1*	2*	3*	4*
¿La materia es un universo?	¿Qué es la materia?	¿Por qué tenemos identidad propia?	¿Qué nos hace inteligentes?

¿Cómo empezó todo?

Paseos por la exposición

Grupo A
¿Cómo surgió el primer ápice de energía?

Entrevista al grupo C:

¿Eso es la materia?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más científicas? ¿En qué se distingue de las científicas?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente oficial de responder? ¿Por qué?

3. En Biología y Geología se estudian los minerales y las rocas (propiedades y utilidades). ¿Se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Copérnico cuando propuso que la que orbitaba nuestro planeta no era la Tierra si no el Sol?

5.

Grupo A - ¿Cómo surgió el primer ápice de energía?

Entrevista al grupo E:

¿Por qué tenemos identidad propia?

1. Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más científicas? ¿Hay algún experimento mirando a responderla?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente oficial de responder? ¿Por qué?

3. En Biología se estudia el funcionamiento del corazón. ¿Se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Einstein cuando propuso que la velocidad de la luz es la misma, independientemente de la que velocidad se mueva el observador? ¿Cómo, las propiedades se repiten de acuerdo a ciertos ciclos periódicos?

5.

Grupo A - ¿Cómo surgió el primer ápice de energía?

Entrevista al grupo F:

¿Eso nos hace inteligentes?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más filosóficas? ¿En qué se distingue de las científicas?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente oficial de responder? ¿Por qué?

3. En Física y Química se estudia la Ley de conservación de la masa. ¿Se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Dmitri Mendeleev cuando se dio cuenta de que si todos los 13 elementos conocidos se disponían en un orden determinado, sus propiedades se repiten de acuerdo a ciertos ciclos periódicos?

5.

¿Como empezó todo?

Paseos por la expansión

Grupo B

¿Es infinito el universo?

Entrevista al grupo D:

¿Acabará la expansión del universo?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más filosóficas? ¿En qué se distingue de las científicas?

2. ¿Alguna pregunta le parece especialmente fácil de responder? ¿Por qué?

3. En Biología y Geología se estudian las teorías de la evolución. ¿Se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Marie y Pierre Curie cuando descubrieron y aislaron los materiales radiactivos?

5.

Este cuaderno está diseñado para tomar notas y como guía de entrevista en vuestro paseo por los posters de los demás grupos.

Haremos cuatro rotaciones, en cada una de las cuales dos personas del grupo irán a ver el poster de otro de los grupos.

Hay indicadas unas preguntas que debéis hacer a los portavoces del otro grupo, y espacio para que hagáis una pregunta más a vuestra elección. Uno de vosotros será el entrevistador, mientras que el otro tomará nota de las respuestas.

1ª	2ª	3ª	4ª
C	D	F	G
¿Qué es la materia?	¿Acabará el universo?	¿Qué nos hace inteligentes?	¿Quitará el sueño a nuestro cerebro?

Entrevista al grupo C:

¿Que es la materia?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más científicas? ¿Hay algún experimento mirando a responderla?

2. ¿Alguna pregunta le parece especialmente difícil de responder? ¿Por qué?

3. En Química se estudian las reacciones químicas a nivel molecular. ¿Se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Gregor Mendel cuando descubrió cómo la información genética se transmite de generación en generación y diseñó las reglas de la genética?

5.

Entrevista al grupo G:

¿Allegamos la estabilidad de nuestro cerebro?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más filosóficas? ¿En qué se distingue de las científicas?

2. ¿Alguna pregunta le parece especialmente fácil de responder? ¿Por qué?

3. En Física y Química se estudia la Ley de conservación de la energía. ¿Se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a J.J. Thomson cuando descubrió el electrón al comprobar que las partículas de carga negativa son más pequeñas que el núcleo de los átomos?

5.

¿Cómo empezó todo?

Paseos por la exposición

Grupo C

¿Qué es la materia?

Entrevista al grupo A:

¿Cómo surgió el primer especie de vespa?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunte a respuestas más filosóficas? ¿En qué se distingue de las científicas?
2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente fácil de responder? ¿Por qué?
3. En Biología y Geología se estudian las teorías de la evolución ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?
4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Murray Gell-Mann cuando propuso la existencia de los quarks como una de las partículas elementales?

5.

Este cuaderno está diseñado para tomar notas y como guía de entrevista en vuestro paseo por los posters de los demás grupos.

Haremos cuatro rotaciones, en cada una de las cuales dos personas del grupo harán a ver el poster de otro de los grupos.

Hay indicadas unas preguntas que debéis hacer a los portadores del otro grupo, y espacio para que hagáis una pregunta más a vuestra elección. Uno de vosotros será el entrevistador, mientras que el otro tomará nota de las respuestas.

1º	2º	3º	4º
D ¿Sabéis de qué se trata el universo?	A ¿Cómo surgió el primer átomo de energía?	G ¿Utilizamos la energía de nuestro cuerpo?	H ¿Cómo funcionan los sentimientos?

Entrevista al grupo D:

¿Sabéis desaparecer de la escena?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunte a respuestas más científicas? ¿Hay algún experimento mirando a responder?
2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente difícil de responder? ¿Por qué?
3. En Biología se estudia la adaptación de los seres vivos a los lugares donde viven, ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?
4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a James C. Maxwell cuando propuso que los campos eléctrico y magnético eran dos caras visibles del mismo fenómeno?

5.

¿Cómo empezó todo?

Entrevista al grupo H:

¿Cómo funcionan los sentimientos?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunte a respuestas más filosóficas? ¿En qué se distingue de las científicas?
2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente fácil de responder? ¿Por qué?
3. En Física y Química se estudia la transmisión de energía en forma de movimiento, calor, ruido... ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?
4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Thomas Young o Isaac Newton cuando descubrieron que la luz era un fenómeno ondulatorio y no corpuscular?

5.

¿Como empezó todo?

Basas por la expresión

Grupo D ¿Acabará desapareciendo el universo?

Entrevista al grupo B:

¿Es opuesto al universo?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más filosóficas? ¿En qué se distingue de las científicas?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente fácil de responder? ¿Por qué?

3. En los espectros atómicos (el "patrón" que queda en la luz al ser absorbida o emitida por los diferentes átomos que sirve como huella dactilar de los mismos) ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Thomas Hunt Morgan cuando descubrió que los genes se encuentran en los cromosomas mientras trabajaba con la mosca de la fruta?

5.

Este cuaderno está diseñado para tomar notas y como guía de entrevista en vuestro paseo por los posters de los demás grupos.

Haremos cuatro rotaciones, en cada una de las cuales dos personas del grupo irán a ver el poster de otro de los grupos.

Hay indicadas unas preguntas que debéis hacer a los portavoces del otro grupo, y espacio para que hagáis una pregunta más a vuestra elección. Uno de vosotros será el entrevistador, mientras que el otro tomará nota de las respuestas.

1º A	2º B	3º H	4º E
¿Cómo surge la energía?	¿Es infinito el universo?	¿Cómo funcionan los sentimientos?	¿Por qué tenemos identidad propia?

Entrevista al grupo H:

¿Cómo funcionan los sentimientos?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más científicas? ¿Hay algún experimento mirando a responderla?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente difícil de responder? ¿Por qué?

3. En Química se estudian las disoluciones acuosas ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Carnot cuando se acercaba a postular la Gravitación Universal, según la cual todos los objetos, desde las manzanas hasta los objetos, ejercen una atracción gravitatoria sobre los demás?

5.

Entrevista al grupo A:

¿Como surge el primer tipo de energía?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más científicas? ¿Hay algún experimento mirando a responderla?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente difícil de responder? ¿Por qué?

3. En Química se estudian las fuerzas intermoleculares, ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Joseph Priestley cuando produjo oxígeno en los experimentos y se describió su papel en la combustión y la respiración?

5.

Entrevista al grupo E:

¿Por qué tenemos identidad propia?

1. ¿Hay alguna pregunta que apunta a respuestas más filosóficas? ¿En qué se distingue de las científicas?

2. ¿Alguna pregunta te parece especialmente fácil de responder? ¿Por qué?

3. En Física se estudian las mareas como un fenómeno producido por la atracción gravitatoria de las masas de agua terrestres con la Luna ¿se te ocurre una Gran Cuestión que esté de fondo para estudiar este tema?

4. ¿Qué pregunta crees que quitaba el sueño a Walter Alvarez cuando postuló que los niveles elevados de iridio encontrados en las muestras de roca de todo el mundo proporcionan pruebas de que un impacto de asteroide causó la extinción de los dinosaurios?

5.

¿Cómo empezó todo?

K. Encuesta final a los alumnos del proyecto de innovación

Encuesta de fin de actividad... ¿Cómo terminó todo?

Nombre:

Grupo:

Numera estas afirmaciones de 1 a 10, en orden de la más cierta a la menos cierta (1 la más cierta, 10 la menos cierta).

- He mejorado a la hora de discutir opiniones con mis compañeros.
- Hemos trabajado de forma equitativa en el grupo.
- He aprendido a rebuscar entre muchas preguntas.
- He aprendido sobre experimentos en ciencia.
- Hemos trabajado en grupo de forma equitativa.
- He aprendido a pensar en preguntas buenas.
- He entendido por qué a los científicos les motiva la investigación científica.
- He mejorado en presentar trabajos.
- He aprendido algo nuevo de filosofía.
- Lo que he aprendido está relacionado con cosas “de clase”.

¿Qué es lo más interesante que has aprendido en este proyecto?

¿Has descubierto algo –por pequeño que sea- que no sabías?

Si fuéramos a volver a empezar... ¿Cuál sería la siguiente Gran Cuestión a la que le hincarías el diente?