

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES
PARA LA DIDÁCTICA DE
LA FÍSICA Y LA QUÍMICA
(CURSO DE APTITUD PEDAGÓGICA)

NICOLÁS MARÍN MARTÍNEZ
PROFESOR TITULAR DE LA UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Almería, Enero'99

ÍNDICE

1. LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA.	5
1. Introducción.	5
2. Objetivos y problemas de la enseñanza de las Ciencias.	5
3. Objetivos y métodos sugeridos por la LOGSE para la enseñanza de las Ciencias en la E.S.O.	5
4. Metodología de enseñanza para la E.S.O.	6
5. Lo que ha de saber y saber hacer el profesor de Ciencias.	7
2. LAS POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE LA DIDÁCTICA INTUITIVA.	12
1. ¿A qué se denomina Didáctica intuitiva?.	12
2. Instrucciones para el primer trabajo.	12
3. Sugerencias para el buen desarrollo del trabajo propuesto.	13
3.1 Las diferencias entre memorizar, comprender y asimilar.	13
3.2 Qué es y qué no es una unidad didáctica.	13
3.3 La utilización de recursos en el ámbito escolar.	14
3. POSIBILIDADES DIDÁCTICA DERIVADAS DEL CONOCIMIENTO Y MANEJO DEL MÉTODO CIENTÍFICO.	21
1. Adquiriendo habilidades para desarrollar una enseñanza más procesual.	21
2. Conocer y manejar el Método Científico.	21
2.1 Reglas y sugerencias para realizar la investigación.	21
3. La ficha para aprender el manejo del método científico.	22
3.1 Conocimiento de partida.	23
3.2 Observación.	24
3.3 La clasificación.	25
3.4 Inferencia.	26
3.5 Definición de un problema.	27
3.6 Hipótesis.	28
3.7 La experimentación.	29
3.8 Conclusiones.	30
3.9 Revisión del conocimiento inicial.	30
3.10 Características del método científico.	31
3.11 Rediseño de la Unidad Didáctica a modo de pequeña investigación.	32
4. Información sobre el método científico.	33
4.1 El descubrimiento científico no posee una única regla predeterminada.	33
4.2 El punto de partida del Método Científico.	33
4.3 La observación.	33
4.4 La clasificación científica.	34
4.5 Inferencia.	34
4.6 La medición.	35
4.7 El problema científico.	35
4.8 La hipótesis.	36
4.9 La experimentación.	36
4.10 La comunicación científica.	37
4.11 Diferencias entre el método inductivo e hipotético-deductivo.	37

4. ACERCANDO LA UNIDAD DIDÁCTICA A LAS PECULIARIDADES COGNOSCITIVAS	
DEL ALUMNADO.	39
1. Introducción.	39
2. Instrucciones para la confección de un cuestionario..	39
2.1 Alcance y limitación del contenido de enseñanza para diseñar el cuestionario. . .	39
2.2 La estructuración del cuestionario en tareas.....	41
2.3 Orientaciones metodológicas para la construcción del cuestionario.	41
2.4 Administración del cuestionario.....	42
2.5 Registro y categorización de los datos obtenidos.	43
3. Aplicación de los datos obtenidos en la mejora de la Unidad Didáctica.	43

La Didáctica de la Física y Química

1

Introducción

En general, la *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (DCE) tiene como cometido prioritario dar soluciones fundamentadas a los problemas de enseñanza y aprendizaje de los contenidos de las Ciencias Experimentales.

La DCE como disciplina asociada al ámbito de conocimiento del mismo nombre se imparte actualmente en la formación de docentes de ciencias, en particular, desde la DCE se deben desarrollar en el futuro docente competencias para lograr los objetivos marcados por la LOGSE para los contenidos de Ciencias.

La DCE no versa sobre los contenidos de Ciencias (Física, Química, Geología y Biología) sino más bien sobre el tratamiento didáctico de éstos a través de una serie de herramientas y orientaciones didácticas.

Al enfatizar la DCE los contenidos didácticos sobre los de Ciencia, la Didáctica de la Física y Química sólo se diferencia de la DCE en la mayor dificultad de los conceptos de estas disciplinas para ser enseñados respecto a los de Biología y Geología, puesto de relieve en la persistencia de las concepciones alternativas de los alumnos sobre dichos conceptos.

2

Objetivos y problemas de la enseñanza de las Ciencias

La LOGSE y en concreto la E.S.O para el área de las Ciencias Naturales es una propuesta de enseñanza comprometida, exigente y ciertamente difícil de llevar a la práctica docente.

Si los objetivos de enseñanza fueran sencillos, como por ejemplo:

- que el alumno conozca y comprenda el principio de Arquímedes,
- que el alumno sepa expresar con claridad los tres principios de la dinámica,
- que el alumno conozca la tabla de los elementos, los problemas a los que nos enfrentaríamos en esa enseñanza no serían difíciles de solucionar. Probablemente con el libro de texto, una explicación clara, unos dibujos en la pizarra y unos ejemplos ilustrativos sería suficiente para conseguir dichos objetivos. La propuesta de enseñanza de la E.S.O complica la ya difícil actividad docente, planteando objetivos como:

En definitiva, se pide desarrollar una enseñanza tal que el conocimiento adquirido por el alumno de la E.S.O pueda transferirlo a su entorno cotidiano para comprenderlo mejor, para actuar sobre él de un modo más adecuado y preciso, y le sea útil para solucionar los problemas que éste le plantea, etc, etc.

No cabe duda de que este tipo de enseñanza, sin dejar de ser atractiva, plantea importantes problemas al docente y su solución ya no está ni en el libro de texto, ni en hacer que el alumno haga muchos experimentos, ni en sacarlo de excursión periódicamente.

3

Objetivos y métodos sugeridos por la LOGSE para la enseñanza de las Ciencias en la E.S.O

Los objetivos generales más que metas a conseguir hay que tomarlos como guías que orientan la enseñanza. Se distinguen tres tipos de objetivos: procesuales, actitudinales y conceptuales, interrelacionados de tal modo que la diferenciación es tan solo formal, ya que en el proceso de aprendizaje se ponen en juego de forma combinada.

a) Objetivos procesuales:

Se dirigen principalmente a fomentar la capacidad del alumno para utilizar el conocimiento adquirido en la ejecución de acciones concretas, intelectivas o motoras, que permitan a éste una mejor comprensión y adaptación al medio natural y, en muchos casos, con un claro beneficio para él y para los demás. Algunos tienen una fuerte componente actitudinal.

1. Utilizar los conocimientos de las Ciencias de la Naturaleza para: a) elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, b) analizar los mecanismos básicos que rigen el funcionamiento del medio, c) analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia, crear hábitos de salud, etc.
2. Aplicar estrategias coherentes con los procedimientos de la Ciencia en la resolución de problemas, aprender a plantearse problemas y utilizar procedimientos hipotéticos-deductivos para solucionarlos.
3. Participar en un equipo para la planificación y realización de actividades e investigaciones sencillas. El trabajo en equipo no sólo favorece que el alumno aprecie la importancia de la colaboración

para la resolución de problemas científicos, también se contribuye a que valore las aportaciones propias y ajenas en función de los objetivos establecidos.

4. Desarrollo de destrezas psicomotoras, como a) en la utilización y manejo de instrumentos y aparatos, b) aplicando técnicas de trabajo propias de la experimentación, c) construyendo instrumentos de medida, etc.
5. Utilizar los conocimientos de Ciencias adquiridos como criterios para:
 - a) Seleccionar, contrastar y evaluar informaciones procedentes de distintas fuentes.
 - b) Comprender y expresar mensajes científicos con propiedad, utilizando diferentes códigos de comunicación.
 - c) Aprender a interpretar tablas de datos, gráficas, etc. Comunicar los resultados de una investigación utilizando el vocabulario científico adecuado, expresando los resultados con claridad, orden y precisión, y empleando diversas técnicas y recursos de comunicación, etc.

b) Objetivos actitudinales

Intentan fomentar las actitudes positivas en el alumno. La componente procesual en muchos de ellos es evidente (por ejemplo en el nº 2, nº 3, nº 5, etc):

1. Potenciar la actitud crítica del alumno, favoreciendo sus reacciones ante una explicación poco clara, preguntas espontáneas sobre la razón de las cosas, y las manifestaciones de rechazo controladas ante situaciones ó afirmaciones que él cree incoherentes o contradictorias, intentando comprobar ideas que no las aprecia consistentes, etc.
2. Promover una actitud científica y crítica ante la realidad: a) valorando la creación de problemas, b) cultivando la costumbre de formular hipótesis, d) intentando dar soluciones a los problemas surgidos en la vida real, e) rechazando explicaciones míticas o superficiales, etc.
3. Desarrollar actitudes individuales y colectivas propias de una ética ambientalista positiva: a) impulsar la intención de mejorar el entorno, b) organizar y promover el contacto directo con la naturaleza, c) colaborar en programas de defensa y protección del medio ambiente, etc.
4. Promover el espíritu de cooperación en la realización del trabajo en común: a) valorando la efectividad de desarrollar el trabajo científico en equipo, b) desarrollando actitudes para el diálogo, repartiendo responsabilidades y controlando el trabajo mutuo, c) admitiendo distintos puntos de vista, escuchando a los demás, teniendo en cuenta sus opiniones, etc.
5. Desarrollar actitudes positivas hacia las Ciencias: a) Conociendo los avances en el campo de las Ciencias. b) Destacando sus características: accesible, controlable, rigor, etc. c) Valorando su influencia en la vida diaria.

c) Objetivos conceptuales

Estos objetivos están referidos a los conocimientos de las Ciencias Naturales, por lo que necesariamente tienen un carácter más específico que los anteriores. Los objetivos procesuales y actitudinales pueden ser aplicados sobre cada uno de los objetivos conceptuales.

4 Metodología de enseñanza para la E.S.O

Establecidos los objetivos generales, es necesario determinar modos de enseñanza que posibiliten la consecución de éstos.

Estas medidas metodológicas se tendrán que considerar como pautas orientativas que guían la actuación del profesor en los procesos de enseñanza y favorezcan, paralelamente, los procesos de aprendizaje de los alumnos/as.

1. Tomar como punto de partida lo que los alumnos/as conocen y piensan acerca de su medio físico y natural, y organizar el proceso de trabajo teniendo como referente dichos conocimientos o concepciones.

Aprender es, en buena medida, modificar los esquemas de pensamiento y actuación de que disponemos, para comprender mejor la realidad e intervenir en ella.

Si el aprendizaje se produce como consecuencia de la interacción entre las nuevas informaciones o experiencias y aquello que el individuo ya sabe, un elemento básico para el diseño y la planificación de la enseñanza de las Ciencias será conocer las ideas o concepciones. El profesor deberá conocer los rasgos genéricos de las concepciones de los alumnos/as, para diseñar métodos de exploración o indagación al respecto (cuestionarios, entrevistas, observación de clase, etc.).

2. Diseñar un conjunto diversificado de actividades donde se ponga en juego procedimientos experimentales adecuados al contenido objeto de enseñanza y convenientemente contextualizado.

De acuerdo con los contenidos, las actividades que se programen pueden ir desde la recogida y análisis de informaciones procedentes de diversas fuentes, hasta el diseño y realización de pequeñas investigaciones, actividades experimentales, análisis de resultados, reconocimiento de variables relevantes en situaciones problema que se planteen, etc.

Las actividades han de plantearse de forma contextualizada, de manera que el alumno entienda que su realización es necesaria como vía para buscar posibles respuestas a preguntas o problemas previamente formulados.

La selección y preparación de los medios didácticos apropiados constituyen tareas básicas en la planificación de la enseñanza, siendo aconsejable diversificar su uso con el fin de fortalecer el carácter didáctico de las actividades programadas.

Conviene recordar que el simple uso de un recurso determinado, como la realización de actividades experimentales, proyección de diapositivas, estudio de mapas, etc., no garantiza el carácter activo de la enseñanza, carácter que vendrá dado en todo caso por una aplicación coherente de pautas metodológicas que favorezcan la actividad intelectual del alumno.

3. Crear un ambiente adecuado de trabajo para realizar una actividad intelectual eficaz, acomodando los ritmos de enseñanza a las peculiaridades del aprendizaje del alumno.

Las adquisiciones cognoscitivas del alumno no se hacen de un modo lineal sino que requieren de tanteos, rectificaciones, ensayos y error, pruebas, etc, por lo que un ritmo de enseñanza preestablecido con precisión no es lo más conveniente.

Es básico respetar los principios del desarrollo cognitivo y socio-afectivo, manteniendo una organización del tiempo lo más natural posible, sin forzar el ritmo de la actividad. Sería adecuado poner en juego actividades con un margen de permisividad tal que permitan tanteos, modificaciones, aprender de los errores, etc, y además, admitan distintos ritmos de desarrollo para abar-

car la diversidad cognoscitiva que se da en el alumnado que integra la clase.

4. Un modo eficaz de llevar a cabo desarrollos procesuales es a través de problemas relacionados con los objetos de estudio propuestos.

La resolución de problemas obliga al alumno a poner en juego tanto mecanismos procesuales de su cognición como los conceptos ligados al problema.

Solicitar al alumno/a la resolución de un problema constituye un mecanismo eficaz para interesarlo en los asuntos propuestos, favoreciendo un tipo de motivación vinculada a aspectos cognitivos (la curiosidad por conocer nuevas informaciones e instrumentos para resolver las cuestiones planteadas).

Por problema se entiende una situación, cuantitativa o no, que demanda una solución, y en la que los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla.

Los problemas pueden presentarse como interrogantes, plantearse a partir de un acontecimiento llamativo o preocupante, una situación a contrastar, un fenómeno que no permita un diagnóstico inmediato, o en el contexto de una serie de actividades iniciales que propicien la curiosidad, la formulación de preguntas y problemas que tengan suficiente potencialidad para trabajar contenidos deseables desde el punto de vista educativo.

5. Propiciar la elaboración, consolidación y maduración de conclusiones personales acerca de los contenidos de enseñanza trabajados participando los alumnos/as de forma activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Puesto que el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje debe garantizar la construcción de nuevos conocimientos y el progresivo desarrollo de los esquemas de conocimiento de los alumnos y alumnas, será necesario establecer enfoques metodológicos que propicien la intervención del alumno a lo largo del proceso de trabajo y favorezcan la obtención de conclusiones personales. (Hablar de la enseñanza por descubrimiento dirigido)

6. En todo momento se deberán utilizar mecanismos de motivación ya que sin éstos es imposible que se de el aprendizaje, por lo que habrá que conectar los contenidos objeto de enseñanza con los intereses y necesidades del alumnado.

Para ello, el contenido de enseñanza debe tener una finalidad y/o utilidad clara para el alumno, a través de actividades donde tenga que resolver un problema, satisfacer una necesidad o interés, afrontar una situación novedosa, tratar un conflicto, realizar una investigación, comprender la realidad, entender nuevos fenómenos o acometer un proyecto de trabajo, etc.

5

Lo que ha de saber y saber hacer el profesor de Ciencias

Las orientaciones metodológicas de la E.S.O., son herramientas didácticas de gran importancia para diseñar una enseñanza que permita lograr los objetivos establecidos, sin embargo presentan numerosos interrogantes cuando se aplican a una clase real, dada la diversidad de factores que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

- ¿Cómo puedo conocer los conocimientos que posee mis alumnos/as sobre un tema en concre-

to? ¿qué técnica es adecuada para obtener información de mis alumnos/as sobre sus ideas previas?

- Además de ideas previas ¿me puede interesar conocer algo más de mis alumnos que sirva para mejorar el diseño de actividades?
- Si quiero desarrollar las capacidades procesuales de mis alumnos ¿tendré que conocer sus limitaciones en estas capacidades?
- Si quiero aplicar el método científico para que mis alumnos/as solucionen un problema ¿qué hago con los alumnos/as que no saben utilizar dicho método?
- ¿Por qué es tan importante que los alumnos aprendan por descubrimiento dirigido? ¿no será igualmente eficaz utilizar otras técnicas más sencillas?

Desde las orientaciones didácticas de la E.S.O es difícil responder a estas preguntas pues se limitan a dar las sugerencias sin los fundamentos que las sustentan.

Tomemos una analogía culinaria para ilustrar las ventajas que tiene considerar los fundamentos de una orientación didáctica: conocer varias recetas de cocina da la posibilidad de realizar con ciertas garantías de éxito los platos correspondientes, pero conocer además el fundamento de los buenos resultados que se obtienen al aplicar las recetas (combinación adecuada de alimentos, tiempos de cocción, condimentos, etc) permitiría realizar otros platos sustituyendo algunos ingredientes que no se disponen en el momento o crear nuevos que se adapten a los productos alimentarios de otro lugar. De igual modo, la didáctica fundamentada, conformada por orientaciones didácticas bien fundamentadas, aporta un conjunto de criterios flexibles para acomodar con conocimiento de causa las acciones docentes a las peculiaridades del alumnado, del aula y del entorno social y económico, de modo que sabiendo que la formación del enseñante depende no sólo de los contenidos declarativos sino de la metodología empleada para enseñarlos, posibilitaría en éste:

- Alcanzar más eficazmente objetivos de enseñanza tales como la adquisición de destrezas y actitudes y la transferencia de conocimientos y habilidades más allá del contexto de aprendizaje para resolver nuevos problemas, principalmente los cotidianos.
- Realizar previsiones aceptables según la estrategia didáctica aplicada, en base al conocimiento de las capacidades y limitaciones del alumno sobre los conocimientos declarativos y procesuales de los contenidos de Ciencias que se le van a enseñar (Shayer y Adey, 1984).
- Afrontar los problemas de la enseñanza de las Ciencias, buscando soluciones con conocimiento de causa en base a los supuestos mecanismos que el alumno pone en juego para adquirir los distintos contenidos (Jiménez Aleixandre, 1992a).

En definitiva, responder a las demandas educativas actuales marcadas por la LOGSE.

No es exagerado afirmar que las orientaciones de la ESO están marcadas por la visión constructivista de la enseñanza que sostiene que el alumno construye activamente nuevos conocimientos -en concreto, los académicos- utilizando sus esquemas de conocimientos previos para hacer las adquisiciones. Por esta razón, la mayoría de las orientaciones didácticas de la ESO encuentran una buena fundamentación en la formación, organización y adquisición de los conocimientos del alumno, o lo que es lo mismo, desde la cognición del alumno es posible deducir la mayoría de las orientaciones didácticas estudiadas anteriormente.

Si esto es así, el conocimiento que tenga el docente de la formación, organización y adquisición de los conocimientos del alumno aporta unos fundamentos para que a la hora de aplicar las orientaciones didácticas al aula pueda:

- Acomodarlas a la diversidad de factores que intervienen en el aula.
- Tomar decisiones de un modo fundamentado de forma que pueda realizar previsiones sobre el resultado de una determinada acción docente.
- Aplicarlas de un modo más flexible en función de los contenidos que se van a enseñar.

Además, por añadidura, conociendo la formación, organización y adquisición del conocimiento en el alumno, es posible deducir importantes orientaciones que permiten al docente diseñar cuestionario para obtener información del alumno de interés didáctico.

En concreto, los conocimientos, destrezas y actitudes debe poseer un buen docente de ciencias son:

1. Conocer la materia a enseñar. Existe un consenso claro sobre la necesidad de un sólido conocimiento de la materia a enseñar para la buena formación del profesorado. Además de los habituales contenidos de Ciencia, habría que poseer un conocimiento también en:

- Historia de la Ciencia; cómo se originaron la construcción de los conocimientos científicos, cómo llegaron a articularse coherentemente, dónde se presentaron más dificultades, etc.
- Los procedimientos más usuales en la construcción del conocimiento científico.
- Las relaciones entre ciencia, técnica y sociedad.
- La elección de contenidos adecuados que proporcionen una visión actual de la ciencia y sean asequibles y de interés para los alumnos.

2. Conocer y cuestionar el pensamiento docente espontáneo generado por el alumnado de DCE en su larga y continuada interacción con el sistema educativo (Furió, 1994). Resaltar las siguientes ideas docentes espontáneas:

- La enseñanza de Ciencias gira básicamente sobre la transmisión de conocimientos.
- El fracaso del alumnado es un hecho natural (se suele afirmar "siempre habrá alumnos listos y torpes") o una evidencia de sentido común. Por otro lado existe un escepticismo por los resultados de las investigaciones en DCE y sus posibilidades para mejorar la enseñanza de ciencias (Furió, 1994).
- Enseñar es fácil, es principalmente cuestión de personalidad, de sentido común, de ir cogiendo las recetas adecuadas.
- Visión simplista de lo que es la ciencia y el trabajo científico.

La existencia de un pensamiento docente espontáneo conlleva una actuación docente y una visión de la enseñanza deficiente de la que habría que conocer las limitaciones de:

- Los habituales currículos enciclopédicos.
- Los trabajos prácticos fundamentados, generalmente de un modo implícito, en una visión deformada del trabajo científico.
- Los problemas que se proponen en clase como simples ejercicios repetitivos.
- La organización habitual de la clase.

3. Adquirir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje de ciencias, por lo que habría que conocer del alumno:

- Su comportamiento cognoscitivo general
- Sus ideas previas y el modo con que las utilizan para construir nuevos conocimientos.

- Sus actitudes y las implicaciones en el aprendizaje.
 - El carácter social de la construcción de sus conocimientos, organizando el aula para tal efecto.
4. **Saber preparar y dirigir actividades**, por un lado, transformando los contenidos en fichas de actividades a partir de las cuales los alumnos puedan reconstruir sus conocimientos, **adquirir destrezas y actitudes** y, por otro, orientando al alumnado ante las dificultades que se le irán presentando en el desarrollo de las actividades.
5. **Saber evaluar** considerando que además de las funciones tradicionales puede servir también:
- Como instrumento de aprendizaje que permite aportar datos para realizar reestructuraciones en las actividades adecuadas.
 - Para conocer las adquisiciones en destrezas y actitudes.
6. **Utilizar las aportaciones de la investigación en el dominio de la DCE y hacer nuevas investigaciones.**

Actividades complementarias

La realización de las siguientes actividades cortas, complementan la exposición realizada por el profesor y se justifica por las siguientes razones:

- Ayudan a vincular las exposiciones teóricas con cuestiones concretas de la actividad docente.
- Permite operativizar y afianzar las ideas expuestas.
- Posibilita abrir debates sobre cuestiones que ya han sido analizadas y por tanto, las aportaciones de los participantes se pueden realizar con mayor conocimiento de causa.

Actividad de Implementación n° 1

¿Se puede llevar a la práctica el tipo de enseñanza que propone la E.S.O? si crees que no se puede ¿qué aspectos concretos se podrían llevar a cabo?

Respuesta:

Actividad de Implementación n° 2

Comenta si crees que es posible, de hecho, conseguir los objetivos establecidos por la ESO para la enseñanza de las Ciencias Naturales, considerando las limitaciones escolares a nivel de espacios, tiempos y materiales disponibles.

Respuesta:

Actividad de implementación n° 3

Después de elegir un contenido de enseñanza, intenta formular un objetivo procesual y otro actitudinal.

Respuesta:

Actividad de implementación n° 4

De todas las orientaciones didácticas ¿cuáles han sido utilizadas con relativa frecuencia a lo largo de tu formación universitaria?

Respuesta:

Actividad de implementación n° 5

A tu juicio ¿cuál es la diferencia más acusada entre el tipo de enseñanza que aquí se propone y el que has recibido?

Respuesta:

Las posibilidades y limitaciones de la Didáctica intuitiva

1

¿A qué se denomina Didáctica intuitiva?

Se denomina *didáctica intuitiva* a las posibilidades didácticas que puede desarrollar el alumno de esta asignatura, y al inicio de ésta, con solo los conocimientos adquiridos de forma espontánea sobre cómo entiende que debe ser la enseñanza. Estos conocimientos se adquieren principalmente por las interacciones que el alumno ha tenido con el sistema de enseñanza (Primaria, Secundaria, COU, Universidad, cursillos, etc).

La *didáctica intuitiva* posee algunas cualidades como son el uso de la experimentación o la disposición aceptable de actividades, pero en general conlleva ciertas deficiencias didácticas, las cuales se intentarán superar mediante el uso de nuevas herramientas didácticas que serán aportadas por la DCE.

2

Instrucciones para el primer trabajo: explicitar las limitaciones de la didáctica intuitiva

El objetivo de este primer trabajo es tomar conciencia de las limitaciones de las ideas espontáneas sobre cómo enseñar contenidos de Ciencias, lo cual se realizará en tres pasos:

1. Rellenar un cuestionario para evaluar de un modo directo la parte declarativa de su conocimiento espontáneo docente. En la página nº 16 se encuentra dicho cuestionario.
2. Poner en juego la parte procesual de su conocimiento espontáneo docente desarrollando una unidad didáctica cuya finalidad es enseñar un contenido de Ciencias al alumnado de Secundaria, para lo cual se hará lo siguiente:
 - a) Elegir un contenido de Ciencias, así como el nivel de enseñanza sobre el que supuestamente se desea enseñar. El contenido no debe ser muy extenso pero permitirá

posibilidades para hacer un buen desarrollo didáctico.

- b) Formular el objetivo que se pretende conseguir con la supuesta enseñanza del contenido elegido. En la página 17 se presentan algunos ejemplos de objetivos. Obsérvese que todos ellos se componen de dos partes bien diferenciadas: en una se hace referencia al contenido y en otra se explicita qué aplicaciones se le puede dar al conocimiento adquirido en el ámbito cotidiano; de este modo se recoge la filosofía de la LOGSE.
 - c) Fotocopiando previamente las páginas de 3 ó 4 libros de texto que hagan referencia al contenido elegido, se sintetizará dicha información en un organigrama, esquema, mapa conceptual, etc a fin de tomar un conocimiento básico sobre el contenido que se va a enseñar.
 - d) Finalmente, usando nuevamente el dossier de fotocopias, se sintetizará en una lista los materiales y recursos que suelen usarse en la enseñanza del contenido elegido.
- A efectos de presentación del trabajo, el contenido, objetivo y organigrama se encajará en el formato de página preparado al efecto (página nº 18).
- Una vez que se ha tomado un conocimiento básico sobre lo que se va a enseñar y qué objetivo se desea conseguir, sólo resta hacer una secuencia de actividades sin que por el momento se aporte información alguna desde la DCE a fin de que se ponga en juego el conocimiento espontáneo docente del alumnado. La cuestión clave que habrá que plantarse es *¿cómo deberé desarrollar mi enseñanza para conseguir el objetivo que he formulado?*
3. La unidad didáctica, una vez realizada, es autoevaluada por el alumno utilizando las cuestiones de reflexión preparadas al efecto (página nº 19), con esto se pretende que el alumno tome conciencia de los logros y limitaciones que posee su unidad didáctica.

3

Sugerencias para el buen desarrollo del trabajo propuesto

Aunque las instrucciones dadas en el § 2.2 son suficientes para realizar el trabajo, no cabe duda que una lectura detallada de las sugerencias que se dan a continuación permiten una elaboración más adecuada y precisa de este primer trabajo que se propone:

3.1 Las diferencias entre memorizar, comprender y asimilar

Existen grados en la adquisición de un contenido de enseñanza que van de la simple memorización a la modificación de esquemas de conocimientos, pasando por los distintos niveles de comprensión de dicho contenido:

- **Asimilar** un nuevo conocimiento supone integrarlo en algún esquema cognoscitivo, modificándolo sustancialmente, de modo que a partir de ese momento el sujeto lo puede utilizar como lo hace con los conocimientos que integran su bagaje cognoscitivo: para dirigir sus conductas intelectivas frente al medio, comprenderlo, explicarlo y actuar sobre él de un modo más adecuado.
- **Comprender** se da cuando el sujeto relaciona el nuevo conocimiento con los que él ya posee de modo que podría expresarlo "con otras palabras". En un entorno de enseñanza, el mayor alcance de la sola comprensión "académica" puede ser una exposición satisfactoria en un examen.
- **Memorizar** es el modo de adquisición más sencilla, supone la capacidad de reproducir o copiar lo adquirido; aunque puede ocurrir que lo que el sujeto cree que es copia no coincide con lo copiado (Piaget e Inhelder, 1968).

El paso de comprender a asimilar no es fácil y conlleva **un alto coste en recursos didácticos y en tiempo de aprendizaje** (habría que cuestionarse su rentabilidad didáctica) pues requiere del sujeto además de la comprensión:

- Coherencia en el nuevo conocimiento.
- Apreciar que el nuevo conocimiento responde satisfactoriamente a las demandas que le plantea su entorno.
- Que el medio le plantee problemas para cuya solución sea necesario o más conveniente utilizar el nuevo conocimiento.

Los objetivos de enseñanza de las Ciencias propuestos por la LOGSE se refieren a la adquisición de los contenidos de enseñanza por asimilación ya que la transferencia del conocimiento no es posible si dichos contenidos no se insertan en algún esquema de conocimiento, dicho de otro modo, *tal y como se ha formulado el objetivo para la unidad didáctica, requiere crear unas condiciones de enseñanza tales que el alumno sea capaz de asimilar el contenido.*

Sin embargo, es necesario ser consciente del *coste didáctico* que supone pasar de comprender a asimilar, de modo que, más que tomar los objetivos como metas, habría que considerarlos como orientaciones que dan coherencia a un determinado tipo de enseñanza.

3.2 Qué es y qué no es una unidad didáctica

Llámesse unidad didáctica, ficha de actividades, desarrollo instruccional, etc., en todos los casos subyace una misma finalidad estructural y funcional: secuencia organizada de actividades de enseñanza para lograr los objetivos propuestos.

La unidad didáctica o ficha de actividades también se puede ver como un instrumento didáctico importante para llevar a cabo las orientaciones metodológicas del DCB en el área de Ciencias. Algunas sugerencias a tener en cuenta para el diseño de este tipo de unidades o fichas didácticas son:

- Al hacer las actividades no se debe presuponer que anteriormente el contenido ha sido explicado o enseñando por el profesor, pues entonces estaríamos diseñando un **ficha de comprobación** de los conocimientos adquiridos y no es eso lo que se pretende. Las actividades de la **unidad o ficha didáctica** son las que deben desde el principio y paulatinamente ir induciendo o enseñando al alumno el contenido a enseñar.
- Por la razón anteriormente dada, las actividades deben llevar un orden preciso, de modo que estemos seguros de que los requisitos de una actividad (de conocimientos específicos o de destrezas intelectivas o manuales), han sido dados anteriormente, **bien como información elaborada por el propio alumno, bien a través de una nota informativa.**
- La unidad didáctica o ficha de actividades no debe tener como meta la adquisición del conocimiento científico formal y preciso, es suficiente con que el conocimiento adquirido pueda servir al alumnado de Secundaria para extender, ampliar y objetivizar el suyo propio y lo pueda utilizar para conseguir niveles superiores de adaptación a su medio.

Es importante a la hora de diseñar las actividades concretas que formen parte de esta ficha, tener en cuenta que se van a aplicar en un entorno escolar con limitaciones claras de espacio, tiempo y material. En esta dirección se dan algunas recomendaciones didácticas, algunas de las cuales se han fundamentado en los errores que con más frecuencia comenten los alumnos cuando se les pide realizar una ficha de actividades sin más conocimientos didácticos que sus ideas previas sobre cómo enseñar:

- El primer paso para diseñar un grupo de actividades no es comenzar haciendo éstas, previamente se debe dejar claro cuáles son los objetivos a conseguir. Además, sería conveniente confeccionar un organigrama o mapa conceptual donde se presenten secuenciados e interrelacionados los distintos contenidos a enseñar (conceptuales, procesuales y actitudinales), procurando destinar actividades para cubrir los diversos aspectos de un modo homogéneo.
- Para secuenciar y estructurar coherentemente las actividades se tendrá en cuenta lo siguiente:
 - Evitar actividades aisladas que persigan el mismo objetivo que otro grupo de actividades. Las actividades que cubren un mismo objetivo deben estar agrupadas.
 - Si un contenido se compone de varias partes, es apropiado tratar el proceso de aprendizaje de cada parte por separado, para después

dedicar un grupo de actividades para sintetizar las ideas fundamentales del contenido.

- No se trata de que las actividades sea un compendio de experimentos, uno tras otro, se trata más bien de realizar el mínimo de experimentos y **sacar el máximo partido a cada uno de ellos, mediante actividades donde se vayan poniendo en juego los distintos factores que intervienen en éstos (incluso proponiendo situaciones donde un determinado factor está ausente), y otras donde, después de ordenar los datos, se reconduzca al alumno para que llegue, por el mismo, a construir sus conclusiones.**
- Si el contenido a enseñar es difícil, debe ser abordado con un número mayor de actividades divididas en 2 ó más grupos; en cada uno de los cuales se abordará dicho contenido desde perspectivas o situaciones diferentes y después se dedicaría un nuevo grupo de actividades para asociar las ideas parciales tomadas de cada grupo.
- Por sí mismo, un experimento aislado, fuera de un contexto que le dé significado, sin una continuidad adecuada de actividades, poco o nada aporta al alumno y todo queda en la pura curiosidad. La necesidad de darle un significado se concreta con actividades que pongan de manifiesto la función y objeto del experimento, con otras donde se oriente al alumno sobre los datos que debe prestar atención y el modo de manipular éstos, a fin de que por el mismo llegue a descubrir o perfilar las ideas y destrezas previstas.
- Por último, las actividades son propuestas de acciones concretas (manipulativas o intelectivas) sobre objetos concretos (reales, simbólicos o representaciones mentales) que el alumno tendrá que realizar, por ello se ha de evitar actividades que sean un mero planteamiento de buenas intenciones o simples objetivos que se desean conseguir.

3.3 La utilización de recursos en el ámbito escolar

El medio se conoce en la medida en que se interacciona con él, por lo que, siempre que sea posible, se intentará que el contacto con la realidad, la observación directa, la manipulación de objetos y materiales presentes en el medio ocupen un lugar importante entre los recursos utilizados (DCB). Ahora bien, este deseo de que el alumno de Educación Secundaria interaccione lo más posible con el medio cotidiano debe adaptarse a las circunstancias reales de la escuela, con materiales, tiempo y espacios limitados. Así por ejemplo, contenidos tales como "*componentes del suelo*", "*salud*", "*el ciclo del agua*", etc aunque lo ideal sería hacer excursiones para apreciar distintos tipos de suelo, visitar hospitales para apreciar los efectos de los hábitos poco saludables o viajar a los distintos lugares donde se producen fenómenos asociados con el ciclo del agua, esto requiere un presupuesto económico y un tiempo del que la escuela no dispone. Más real sería llevar a clase muestras de suelos cogidas por los alumnos complementándolas con dibujos de los distintos tipos de suelos, hacer alusiones a experiencias vividas sobre la salud y construir algunos modelos -p.e. evaporación de agua bajo plástico- relacionándolos adecuadamente con el fenómeno que representan y

complementándolos con dibujos esquemáticos del ciclo del agua.

Habrà que buscar recursos cuyo desarrollo no requiera mucha envergadura y, a la vez, posibiliten la máxima interacción del alumno con objetos y situaciones asociados al contenido a enseñar, por ello se utilizarán algunos principios que acoten racionalmente la posible utilización indiscriminada de recursos:

- **Principio de economía:** Entre las distintas posibilidades para la utilización de material, habrá que escoger aquellas que sea más económicas, más fáciles de conseguir y que permitan mantener la misma eficacia en la consecución de los objetivos que aquel otro material de mayor coste. Por ejemplo: material escolar (libros, lápiz, borrador, goma elástica, clips, etc), de desecho (latas, botes, hueveras, corcho blanco, cajetas, etc), de bajo coste, de manualidades, etc.
- **Principio de rentabilidad didáctica:** Evitar el diseño de actividades cuya ejecución sea muy aparatosa (excursiones, salidas de los niños del aula, murales), cuando se trata de inducir al niño ideas o destrezas que con otro tipo de diseño más sencillo se podría haber hecho. Es la mayor o menor complejidad de los objetivos planteados lo que debe determinar y justificar la envergadura de los recursos materiales y humanos utilizados en las actividades.
- **Principio de factibilidad:** Es frecuente diseñar actividades olvidando que deben llevarse a la práctica escolar, quizá por la relativa sencillez con que se puede imaginar cualquier tipo de actividad. Es importante tener presente en todo momento que todas las actividades se desarrollan en un contexto escolar que está limitado temporalmente (normalmente las clases duran una hora) y espacialmente (las actividades se hacen sobre un pupitre donde el espacio y la movilidad del alumno también están seriamente acotados). Además los recursos materiales y económicos de los que se pueden disponer en la enseñanza pública son relativamente pobres.

Los **recursos** se pueden clasificar según el tipo de interacción que permiten llevar a cabo al alumno:

1. Utilización de situaciones, materiales, objetos y seres vivos reales que posibiliten al alumno un contacto directo.
2. Utilización de situaciones, materiales, objetos y seres vivos que modelizan o simbolizan a los reales.
3. Alusiones a las interacciones que el alumno ha llevado a cabo con situaciones, materiales, objetos y seres vivos reales.
4. Utilización de representaciones gráficas - fotografías, dibujos, gráficos esquemáticos- de situaciones, procedimientos, materiales, objetos o seres vivos.
5. Interacción del alumno con los significantes y significados verbales de situaciones, procedimientos, materiales, objetos o seres vivos.

El carácter básico del recurso nº 5, permite suponer que de un modo más o menos intenso, se va a utilizar siempre en todos los contenidos de enseñanza, mientras que la adecuación para utilizar los demás recursos dependerá de la naturaleza del contenido de Ciencias objeto de enseñanza.

En la tabla de la página nº 20 se sugieren, según la experiencia docente en el desarrollo de fichas de actividades, los tipos de **recursos** que son más adecuados para cada contenido a enseñar y a la vez se cumple con los criterios de economía, rentabilidad y factibilidad.

CUESTIONARIO PARA DETECTAR EL CONOCIMIENTO ESPONTÁNEO DOCENTE (DIDÁCTICA INTUITIVA)

Este cuestionario se debe rellenar individualmente y esta destinado a determinar el conocimiento de partida que se posee sobre cuestiones relacionadas con la enseñanza a fin de iniciar la asignatura a partir de dicho conocimiento.

1. ¿Cómo se puede enseñar bien un tema de Ciencias?

6. ¿Cómo influyen los conocimientos que ya posee el alumno al enseñarle Ciencias?

2. ¿Es lo mismo "enseñar bien" que "aprender bien"? ¿por qué?

7. Sabiendo que esta asignatura tiene como objetivo mejorar la enseñanza del Medio Natural ¿qué esperas que se enseñe?

3. ¿Qué es lo más importante que debe aprender de las Ciencias un alumno?

8. ¿Cómo esperas que se enseñe?

4. ¿Por qué en un supuesto examen la nota de teoría es superior a la de problemas?

5. ¿Por qué suspendería un alumno un examen de Física que ha aprobado el año anterior con un sobresaliente?

Objetivos sobre el Medio Natural formulado según indicaciones de la LOGSE

Relacionados con mecanismos vitales

Seres vivos e inertes

Diferenciar bien los seres vivos de los inertes, conociendo las posibilidades de ambos a fin de actuar sobre ellos de un modo adecuado.

Huesos

El alumno debe tomar conciencia de sus posibilidades y limitaciones en sus actividades físicas sobre el medio (correr, saltar, ir en bici, hacer judo, etc) en base al conocimiento de su constitución ósea y sabrá tomar las medidas oportunas si se fractura un hueso.

Músculos

El conocimiento sobre los músculos llevará al alumno a saber qué ejercicio (acciones, movimientos) debe hacer para calentar o fortalecer un determinado músculo o un grupo muscular, qué grupos musculares debe reposar ante una lesión, cuáles serían las consecuencias de un excesivo esfuerzo o qué acciones se producen en el cuerpo debido a la activación de los músculos involuntarios.

Alimentación

Conocer las aportaciones beneficiosas de los distintos tipos de alimentos en el organismo y los perjuicios de los abusos o ausencias de algunos de ellos, a fin de que puedan ser utilizados como criterio para evaluar si su dieta es equilibrada y evitar hábitos como por ejemplo:

- tomar en exceso "chucherías" (pasteles de chocolate, patatas fritas, gusanitos, etc) y usarlos como sustitutos de alimentos con mejores nutrientes
- abusar de alimentos menos equilibrados (morcilla, sobrasada, cremas de cacao, etc)
- picar entre comidas...

Higiene de la boca

Conocer la constitución y funcionamiento de la boca de forma que se aprecie la importancia del uso del cepillo de dientes después de cada comida como una forma eficaz de eliminar bacterias y evitar enfermedades bucales, así como prevenirlas disminuyendo la ingestión excesiva de caramelos, chucherías, chocolate, etc.

Circulación de la sangre

Saber cómo circula la sangre por el cuerpo humano a fin de comprender por ejemplo:

- algunos efectos al hacer deporte, creando hábitos para evitar esfuerzos perjudiciales,
- los síntomas de una mala circulación: varices, dolor de cabeza, marcapasos, etc.
- lo que se debe hacer ante una herida

Relacionados con la tierra, el suelo, el clima, medio ambiente, etc

Orientación

Conseguir que el alumno se oriente tomando como referencia los puntos cardinales en cualquier sitio que se encuentre, tomando como referencia la hora y la dirección de las sombras, evitando de este modo la sensación de estar perdido.

Ciclo del agua

El conocimiento del ciclo del agua llevará al alumno a comprender que la cantidad de ésta en la naturaleza se mantiene constante a pesar de la diversidad de estados, formas, ubicaciones por la que ésta pasa y, por tanto, admitir que si una zona geográfica es contaminada se puede producir una paulatina degradación de la calidad del agua incluso en zonas alejadas del foco contaminante.

Características físicas del agua

Conocer las características básicas del agua a fin de que el alumno pueda detectar pequeñas alteraciones contaminantes en ésta que podrían ser perjudiciales para su salud.

Características físicas del aire

Conocer las características físicas del aire para poder explicar con conocimiento de causa los efectos cotidianos de la presión atmosférica, salvando las dificultades de su imposibilidad de percepción directa y de lo cotidiano de su presencia.

El clima y las estaciones del año

El conocimiento de los movimientos de la Tierra llevará al alumnado a comprender la diversidad climática entre las distintas zonas terrestres y el cambio de estaciones, caracterizándolas de modo que pueda reconocerlas en los cambios de su entorno cotidiano.

Ciclo lunar

Adquirir un conocimiento del ciclo lunar tal que observando la posición y forma de la luna en un día y hora determinado, el alumno pueda prever la posición y forma de la luna al día siguiente, a la semana o al mes, de forma que pueda elegir, por ejemplo, un día de acampada donde habrá luna llena por la noche.

Composición del suelo

Conocer la composición elemental de los distintos tipos de suelo a fin de prever las posibilidades de cada tipo para el crecimiento de las plantas.

Contaminación

Identificar acciones, situaciones y focos contaminantes y valorar el impacto negativo en el ámbito cotidiano y, en general, en el medio ambiente; consecuentemente adquirir hábitos y actitudes responsables como:

- Dedicar tiempo para la limpieza y conservación del

centro escolar, recogiendo papeles, haciendo carteles, etc.

- tirar los desechos a la papelera,
- evitar en la medida de lo posible materiales desechables (bolsas de plástico, manteles, vasos y platos de usar y tirar, etc),
- Sustituir los aerosoles por otros productos más ecológicos,
- Entregar las pilas en tiendas especializadas, etc.

Relacionados con la materia

Materiales

Adquirir un conocimiento de las propiedades de los materiales cotidianos junto a las posibilidades de éstos para hacer construcciones (los progresos de unos se reflejan en los otros y viceversa), con el fin de que el alumno pueda realizar construcciones de algunos juguetes sencillo con material de bajo coste o de desecho y de material didáctico sencillo que se pueda utilizar en su aprendizaje de otros contenidos del Medio Natural.

Circuitos

Adquirir algunas nociones sencillas de electricidad (conductores y no conductores, diferencia de potencial, intensidad y resistencia) que le sirva para hacer arreglos caseros sencillos (arreglar un enchufe, instalar una bombilla o un interruptor, etc) evitando cortacircuitos y además sepa actuar adecuadamente para evitar accidentes eléctricos caseros.

Calor

Adquirir conocimientos básicos sobre equilibrio térmico, buenos y malos conductores del calor con el fin de reconocer situaciones térmicas peligrosas actuando adecuadamente (p.e. coger objetos malos conductores para coger otros buenos conductores que están calientes)

Operadores

Identificar la acción de una fuerza y conocer cómo puede ser modificada por los operadores mecánicos más sencillos y cotidianos para sacarles un mayor provecho, por ejemplo, cuando se usa:

- un destornillador para abrir una lata de pintura,
- una palanca para ir encajando las bisagras de una puerta,
- la capucha del bolígrafo para quitar chinchetas...

Contenido: Caminos que siguen los rayos de luz cuando chocan con distintos materiales.

Objetivo: Adquirir un conocimiento sobre el comportamiento de los rayos de luz cuando chocan con distintos materiales a fin de poder resolver problemas cotidianos como:

- Tener habilidad para orientar la mesa de estudio a fin de que por el día tenga la mayor claridad posible y el brazo que escribe no le haga sombras molestas.
- Si es de noche la habilidad está referida a la posición del flexo para que no haya sombras molestas y la luz esté bien distribuida.
- Saber tomar medidas de salud para sus ojos, evitando fuertes contrastes de luz estudiando, viendo la televisión, observando la naturaleza, etc.

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

Grupo Nº	
Contenido (Curso)	
Objetivos	Recursos y materiales
Organigrama del contenido a enseñar	

Cuestiones para analizar y evaluar las actividades

A. Sobre la representación de las actividades

A1. ¿Están relacionadas las actividades por grupos entre sí? ¿es necesario los resultados de alguna actividad para hacer la siguiente?

C2. Si es el caso ¿cómo se ha tenido en cuenta los conocimientos del alumno?

C3. ¿Hay garantías de que el niño pueda entender y desarrollar las actividades?

A2. ¿Qué porcentaje de actividades son desarrolladas por el profesor y cuanto por el alumno?

C4. Antes de pasar la ficha ¿tenéis criterios para prever los posibles resultados académicos?, si existen ¿cuáles serían?

D. Factores positivos de las actividades.

A3. Las actividades ¿son propuestas concretas o se parecen más a una declaración de intenciones?

A4. ¿Se pueden hacer las actividades con relativa facilidad o es necesario salir al patio, ir al campo o visitar una fábrica?

B. Sobre los objetivos que se persiguen

B1. Indica los porcentajes de actividades que van dirigidas a cada uno de los siguientes objetivos:

- b11. Identificar conocimientos.
- b12. Compresión del contenido
- b13. Aplicación del contenido a nuevas situaciones.
- b14. Construcción del niño de sus propios conocimientos.

B2. ¿Se ha planificado con anterioridad a la confección de las actividades un plan para conseguir distintos objetivos?

B3. ¿Se han realizado actividades donde se desarrollen procesos y otras habilidades como asociar, ordenar, razonar, etc?

C. Sobre metodología

C1. La ficha ¿es fácil o difícil para el niño? ¿qué criterios utilizáis para analizar la facilidad o dificultad?

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

RECURSOS MÁS ADECUADOS SEGÚN EL CONTENIDO DEL MEDIO NATURAL				
Contenidos del Medio Natural	Tipo de recurso			
	1º	2º	3º	4º
Nutrición			+++	++
Funciones de relación (sentidos y mov.)	+++			
Crecimiento y transformación del cuerpo			+++	++
Músculos y huesos	++	++	+	++
Aparato digestivo		++	++	++
Aparato respiratorio	++	++	++	++
Aparato circulatorio y excretor		++	++	++
Características de los seres vivos			+++	++
Animales y plantas como seres vivos			++	+++
Ecosistema			+	+++
Plantas: árboles, arbustos y hierbas			+(++)	+++
Animales: vertebrados e invertebrados.			+(++)	+++
Características físicas del aire	+++			
Tiempo atmosférico. Instrumentos	++		++	++
Climas del territorio Español				+++
Contaminación	++	++	+++	
Propiedades de las rocas	+		++	+++
Relieve y paisaje		++	+	+++
Tierra				+++
Componentes del suelo	++	++		++
Características físicas del agua	+++			
El ciclo del agua		++		+++
El sol y su trayectoria, sombras y nubes	+++(+)			+(++)
Ciclo lunar	+++	++		+++
Sucesión del día y la noche				
Las estaciones	+++(+)		+(++)	+(++)
La orientación y los puntos cardinales		++	++	++
Materiales y sustancias de uso frecuente	+++(+)		++	+(++)
Sólidos, líquidos y gases	++(+)		++	+(++)
Características de los materiales sólido	+++(+)		++	+(++)
Usos de materiales. Herramientas	+++			
Reciclaje de materiales	++		++	++
Cambios de estado	+++(+)		+	+(++)
Otros efectos del calor	+++(+)			+(++)
Reacciones químicas: combustiones	++	++	+	+
Mezclas y disoluciones	++			++
Comportamiento de objetos ante la luz	+++			
El sonido	++	++	++	++
Máquinas, operadores y fuerza	+++		+	+
Efectos de las fuerzas sobre los cuerpos	+++		+	+
Formas de energía. Transformaciones		+++	+	
Electricidad y Magnetismo	+++	++		++

+++	Es el recurso más adecuado y, en muchos caso, es suficiente.
++	El recurso es eficaz pero necesita de otros ya que sólo cubre aspectos parciales
+	El recurso es claramente insuficiente y precisa ser complementado con otros.
+++(+)	Si no es posible utilizar el recurso ampliamente, se deberá compensar con otro

Posibilidades didáctica derivadas del conocimiento y manejo del Método Científico

1

Adquiriendo habilidades para desarrollar una enseñanza más procesual

Una de las limitaciones de la didáctica intuitiva es que gira exclusivamente alrededor de la parte declarativa del contenido objeto de enseñanza. Sin embargo es importante adquirir habilidades docentes para desarrollar la componente procesual de los contenidos de Ciencias, éstas pueden venir de la mano de los modos de proceder de los científicos cuando hacen Ciencia, es decir, de los procedimientos y metodología científica. Esta unidad se compone de dos trabajos interrelacionados:

- Conocer y manejar el método científico. Antes de aplicar los procedimientos científicos a la enseñanza de las Ciencias, es necesario conocerlos y saber manejarlos.
- Aplicar las distintas herramientas y propuestas didácticas que se han hecho tomando como fundamento la metodología científica y, en general, la Historia y Filosofía de las Ciencias, en la mejora de la unidad didáctica o ficha de actividades que se confeccionó en la unidad anterior.

2

Conocer y manejar el Método Científico

En el área de la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza, el método científico permite planificar progresiva, sistemática y racionalmente gran número de actividades didácticas.

El estudio del método científico a nivel declarativo es importante, pero más aún es, dado que es primordialmente una herramienta de trabajo, aprender a manejar ésta.

De un modo similar, al trasladar estas estrategias al campo de la enseñanza se podrá desarrollar en el alumnado ciertas destrezas y habilidades que le permitirán abordar genéricamente la solución a una gran diversidad de problemas.

2.1 Reglas y sugerencias para realizar la investigación

Para conseguir el manejo del método científico como herramienta se va a realizar una pequeña investigación que permite la utilización y aplicación de los procesos científicos más importantes para intentar encontrar una solución los problemas planteados.

La investigación se irá desarrollando a través de una ficha de actividades que orientará, mediante *técnicas de descubrimiento dirigido*, al alumno, de modo que en el transcurso de la investigación éste pueda conocer y ejercitar los diversos procesos científicos, así como tomar conciencia de la función y utilidad de cada uno de estos.

Jalonando el curso de la investigación se irán planteando cuestiones cuya respuesta exige información sobre los procesos científicos, la cuál se puede localizar a partir de la página 33 y las cuestiones que invitan a ir a dicha parte se encuentran enmarcadas a fin de diferenciarlas del resto.

Esta investigación está estructurada según uno de los muchos ordenes que se pueden dar en una investigación científica.

Las reglas de esta investigación son las siguientes:

1. El objetivo que se persigue es el de adquirir un conocimiento preciso, extenso y claro que permita encasillar cualquier cuerpo de nuestro entorno según su grado de flexibilidad.

2. Sólo tenemos la información que aparece al final de la investigación y un conjunto de objetos que se pueden conseguir con facilidad en casa. Algunos de los objetos son claramente flexibles mientras que otros parecen ser muy rígidos.
3. Consideraremos que la ficha nos invita a pasar a las páginas informativas, en el momento que encontremos una cuestión o pregunta enmarcada. Buscaremos justo la información que permita responder a dicha cuestión y en caso de necesitar más, volveremos a informarnos con más profundidad.
4. El juego considera que el grupo que realiza la ficha trabajan a modo de científicos cuyas declaraciones serán válidas en tanto exista un consenso sobre la verdad de éstas. En realidad en este trabajo no se evalúa el conocimiento que se tenga o se llegue a tener de los cuerpos flexibles, y sí el modo de aplicar los conocimientos que se adquieran en la parte informativa del método científico en el curso de la investigación.
5. Es importante para el buen desarrollo de esta investigación que, al menos en 10 objetos, tengamos serias dudas sobre cuál debe ser su casilla para que esté bien clasificado. Lo importante en esta investigación es ver como progresamos realizando clasificaciones cada vez más precisas; no podríamos experimentar este avance si desde el principio sabemos a "ciencia cierta" encasillar los objetos según sean flexible o no.
6. Una actitud abierta, creativa, intuitiva y aventurera es lo mejor para afrontar esta investigación.

3

La ficha para aprender el manejo del método científico

La ficha de investigación que a continuación se presenta se ha estructurado de modo que en cada página se aplica primordialmente un procedimiento científico. Atención a las cuestiones enmarcadas invitando a tomar información, ya que las cuestiones posteriores requieren de ésta. Por lo tanto sólo se pueden responder adecuadamente si previamente se ha realizado una buena lectura informativa.

3.1 Conocimiento de partida

- 1.1. Se comienza la pequeña investigación haciendo constar qué conocimientos poseemos sobre cuerpos flexibles, y para ello vamos a definir lo que creemos que es un cuerpo flexible y lo que es un cuerpo elástico:

Definición:

- 1.2. En base a la definición anterior, realizar una clasificación de los materiales disponibles, procurando colocar sobre las casillas sombreadas los objetos sobre los que recaen ciertas dudas de clasificación:

FLEXIBLES		NO FLEXIBLES
Elásticos	No elásticos	

INFÓRMATE SOBRE EL PUNTO DE PARTIDA DEL
MÉTODO CIENTÍFICO

3.2 Observación

- 2.1. Observa atentamente los distintos objetos con el fin de hacer una lista de propiedades o características comunes más visibles (formas, rugosidad, densidad, maleabilidad -adopta formas laminares sin romperse-, ductilidad -puede alargarse sin romperse-, etc) de los cuerpos flexibles y de los no flexibles. No es forzosamente necesario que todos los objetos tengan una determinada cualidad, sólo la mayoría:

FLEXIBLES	NO FLEXIBLES

¿QUE ES LA OBSERVACIÓN CIENTÍFICA?

- 2.2. ¿Se puede considerar como científica la observación has hecho? ¿por qué?
- 2.3. En la parte informativa considera que son cinco los elementos que se ponen en juego en el proceso de observación, ¿cuáles han sido en tu caso particular?

2.4. ¿Cómo podríamos afinar más en nuestra observaciones?

2.5. Trata de seriar los materiales elásticos poniendo en primer lugar el de mayor elasticidad y en último el de menos:

3.3 La clasificación

3.1. De disponer de unos instrumentos que permitieran aplicar fuerzas 10 veces superiores a las nuestras y otros que detectarían pequeños desplazamientos al intentar doblar los objetos, ¿cambiaría nuestra clasificación en algo?

3.2. Según las apreciaciones realizadas en el apartado de *observaciones* y la respuesta a 3.1., vamos a realizar la misma clasificación de antes para ver si es necesario modificarla:

FLEXIBLES		NO FLEXIBLES
Elásticos	No elásticos	

¿QUE CONDICIONES EXIGE UNA BUENA CLASIFICACIÓN?

3.1. En nuestra clasificación ¿está bien coordinada la comprensión con la extensión? ¿por qué?

3.2. Si has realizado alguna modificación respecto a la primera clasificación, ¿qué ha podido influir más en este cambio, tus razonamientos o tus observaciones? Explica la respuesta:

3.4 Inferencia

¿QUE ES LA INFERENCIA CIENTÍFICA?

- 4.1. Vamos a realizar dos inferencias factuales tal que partiendo de argumentos que son producto de nuestra observación obtengamos por razonamiento nuevos argumentos (si es posible, realizar alguna inferencia relativa a la definición inicial sobre cuerpos flexibles con el fin de excluir, adecuar, sustituir, y/o concretar los términos que has utilizado en la definición). Indica en cada caso el tipo de inferencia que realizas, pero antes lee la inferencia que se pone como ejemplo:

Todos los cuerpos flexible que disponemos son rugosos
Posiblemente todo cuerpo flexible sea rugoso
(inferencia inductiva)

- 4.2. Realiza una inferencia donde se demuestre si es adecuado utilizar el concepto de flexibilidad sobre líquidos (como ejemplo se hace una inferencia con gases, que no vale repetir cambiando gases por líquidos):

Para ver si un cuerpo es flexible hay que intentar doblarlo
Para doblar un cuerpo es necesario presionar con la mano
Los gases no se pueden coger con la mano
Luego no podemos decir si los gases son flexibles o no

3.5 Definición de un problema

¿COMO SE DEFINE UN PROBLEMA CIENTÍFICO?

- 5.1. Las apariencias de los materiales clasificados y/o otras circunstancias inducen a veces a realizar clasificaciones imprecisas sobre la flexibilidad de estos; valga como ejemplo el hecho de que ciertos cuerpos por su excesivo grosor o porque son muy cortos, parecen no flexibles, además, es posible que si tuviéramos una vista más fina veríamos doblarse algunos cuerpos aunque parezca lo contrario y

posiblemente, si tuviéramos más fuerza doblaríamos todos los cuerpos. Según tu propia experiencia, indica cuál es el problema más importante relativo a la dificultades que surgen para hacer una buena clasificación:

5.2. ¿Has definido correctamente tu problema? Realiza un comentario sobre el grado de corrección. Si no está bien definido es necesario que lo reformules de modo que la solución no sea trivial ni esté fuera de vuestro alcance:

5.3. Define correctamente otro problema importante:



3.6 Hipótesis

6.1. Vamos a considerar el problema más importante que has definido, ya que se pretende ahora darle una solución, para ello se va a formular una o varias soluciones que parezcan razonables y a la vez permitan posteriormente ser comprobadas experimentalmente. Formula tantas como veas necesarias para solucionar el problema (estas soluciones, que se tendrán que comprobar si son ciertas o falsa posteriormente, se llaman hipótesis):

¿QUE SON LAS HIPÓTESIS?

6.2. ¿Qué tipo de hipótesis has formulado?

6.3. Si no están bien formuladas debes modificarlas, en caso contrario, deberás explicar por qué:



3.7 La experimentación

*¿COMO SE REALIZA UNA BUENA EXPERIMENTACIÓN?
¿SABES EXPRESAR EL RESULTADO DE UNA MEDIDA?*

7.1. Haz unos dibujos de los experimentos que vas a diseñar para comprobar la veracidad de las hipótesis que has formulado. Coméntalos:

7.2. ¿Cuáles son las variables que se ponen en juego en el diseño? ¿has mantenido algunas constantes?

7.3. Ejecuta los experimentos y comenta el desarrollo de los mismos:

- 7.4. Comprueba si las hipótesis que has formulado son ciertas o si por el contrario se deben refutar. Realiza un comentario sobre esto:



3.8 Conclusiones



3.9 Revisión del conocimiento inicial

- 9.1. Realiza a la luz de los nuevos resultados una nueva definición y clasificación:

Definición:

FLEXIBLES		NO FLEXIBLES
Elásticos	No elásticos	

- 9.2. ¿Se aprecian modificaciones con respecto a la definición y clasificación inicial? Si es el caso, indica qué ha influido más en dichos cambios: los razonamientos o la experimentación:

3.10 Características del método científico

Vamos a intentar ahora tomar conciencia de lo que hemos estado haciendo hasta aquí.

- 10.1. Como una forma de conocer el entorno natural que nos rodea ¿es útil este método? ¿en qué campo es más útil?
- 10.2. ¿Qué se podría decir respecto a la capacidad de este método para incrementar el conocimiento que tenemos sobre algo?:
- 10.3. ¿En qué se distingue este modo de pensar con el que se utiliza cotidianamente?
- 10.4. ¿Cuáles son las características más importante que se aprecian en el modo de pensamiento que se utiliza en el método científico?
- 10.5. Si lo aplicamos a la enseñanza, ¿en qué sentido nos podría ayudar?
- 10.6. Realiza un comentario sobre la utilización con fines didácticos de estos los métodos inductivo e hipotético-deductivo (ver en parte informativa "*diferencias entre el método inductivo e hipotético-deductivo*"):

3.11 Rediseño de la Unidad Didáctica a modo de pequeña investigación

Habrá que retomar la Unidad Didáctica diseñada con el sólo apoyo de la Didáctica Intuitiva con el fin de mejorarla con lo aprendido en el manejo del método científico, así como usando nuevas herramientas didácticas fundamentas en la metodología científica tomadas del libro "Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales". Pasos a seguir:

11.1. En primer lugar, se debe especificar la lista de materiales que se van a utilizar en el diseño experimental, del que se realizará un dibujo:

Lista de material

Dibujo del diseño experimental

11.2. Comentar brevemente los procedimientos científicos que se van a aplicar:

Procedimientos

Comentario sobre las actividades a realizar:

11.3. Según el plan trazado en 11.2. realizar la nueva unidad didáctica o ficha de actividades (El número de hojas que se adjuntan son...)

FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

4 Información sobre el método científico

4.1 El descubrimiento científico no posee una única regla predeterminada

El método científico es un modo de pensar disciplinado y sistemático que permite abordar problemas no ordinarios con bastantes posibilidades de éxito, lo que no implica que deba ser considerado como la única y mejor vía para producir nuevas y útiles ideas, incluso en el dominio científico, ya que muchos descubrimientos han sido casuales o producto de la intuición, aunque también es cierto que estos descubrimientos sólo han podido ser interpretados y asimilados por mentes científicamente preparadas y se han producido generalmente en el transcurso de un trabajo planeado a través de este método; tampoco se puede olvidar que ha sido el modo de pensamiento que mayores progresos ha aportado al hombre a lo largo de la historia.

No existen reglas absolutas tal que al aplicarlas sistemáticamente nos garanticen un resultado exitoso, de ahí que el curso de cualquier investigación no puede ser determinado a priori, es decir, el orden de aparición de los distintos procesos científicos (observación, inferencia, hipótesis...) no siempre es el mismo en cada investigación ya que

éste depende, en general, de la naturaleza de lo que se investiga y de los propios conocimientos del investigador.

En general, se puede decir que cuando se inicia una investigación en un nuevo dominio físico del que aún no se posee una estructura conceptual sólida que explique los distintos fenómenos, la aprehensión se realiza por continuas aproximaciones utilizando procesos inductivos (observación, clasificación, medición, inferencias...); cuando existe un cuerpo de conocimientos que dan cuenta de los distintos fenómenos relacionados con su dominio, la investigación se desarrolla utilizando procesos hipotéticos-deductivos.

4.2 El punto de partida del Método Científico

El punto de partida se encuentra en el conocimiento por parte del investigador de la ciencia contemporánea. Por lo general, se hace necesario adquirir dicho conocimiento a través de un extenso trabajo bibliográfico sobre el tema que va a ser objeto de investigación, ya que este conocimiento de partida va a ser un factor determinante en la interpretación de los datos obtenidos de la observación, de la definición del problema a resolver, de la estrategia a seguir para darle solución etc, es decir, actuará consciente o inconscientemente sobre el investigador, como un filtro que matiza todos los procesos que aparecen en el curso de la investigación. Algo análogo se encuentra en los razonamientos de los niños cuando intentan explicar un fenómeno físico o un problema cualquiera que se le plantea, ya que dependiendo

del nivel cognoscitivo que posea se aprecia estrategias y soluciones cualitativamente diferentes. En ciertos casos, estos conocimientos previos pueden ser poco satisfactorios para el investigador, pero al fin y al cabo, es el esquema conceptual existente el que servirá de guía o habrá que apartarse de él tomando otras alternativas o creándolas. Sin estos conocimientos se corre el riesgo de descubrir lo que ya estaba hecho. A veces el investigador al no encontrar ayuda en las disciplinas existentes, tiene que inventar instrumentos, técnicas o desarrollos matemáticos nuevos para darle continuidad a su trabajo. Copérnico tuvo que inventar una gran parte de la geometría del sólido y Newton el cálculo infinitesimal.

4.3 La observación

Es uno de los procesos empíricos básicos. La observación cuando se realiza con precisión cuantitativa se denomina medición y si se cambian deliberadamente los valores de ciertas variables estamos haciendo experimentación. La observación científica es una percepción intencionada de un hecho, ya que se hace con un objetivo concreto, e ilustrada, ya que va guiada de algún modo por el cuerpo de conocimientos. Hecho es todo aquello que se sabe o se supone pertenece a la realidad. Son hechos: los acontecimientos, que por alguna razón se considera en algún aspecto como una unidad espacio-temporal, p.e. relámpago, huracán, trueno..., los procesos, que son una secuencia temporalmente ordenada de acontecimientos tal que cada elemento de la secuencia toma parte en la determinación del elemento siguiente, los fenómenos, que son un acontecimiento o proceso tal como aparece al ser humano; es el hecho perceptivo, (un mismo acontecimiento puede parecer distinto fenómeno a observadores distintos) y finalmente los sistemas concretos que son entidades físicas cuyas partes están estructuradas formando una unidad siendo los protagonistas de los acontecimientos, p.e. los objetos que se han elegido en nuestra investigación y las presiones a las que se les somete para ver si son flexibles.

Existen hechos no ordinarios que requieren instrumentos empíricos o conceptuales para ser observados y estos son los más importantes para la Ciencia por ser los que permiten un mayor progreso. Por lo general, los sentidos son ayudados por instrumentos que aumentan (telescopio, microscopio...), precisan (cronómetros, balanza...) y reemplazan (fotografía, radiografía...) en la tarea de observar.

En el proceso de observar se distinguen cinco elementos: el objeto de la observación: los hechos, el sujeto que observa, las circunstancias en las que se ha realizado la observación (el medio ambiental), los medios de observación (instrumentos) y el cuerpo de conocimientos (comentado en el punto de partida del método científico).

El carácter público de la observación científica se expresa con una regla: la observación tiene que ser reproducible por otros especialistas en condiciones análogas.

De hecho, ningún investigador científico que se tome su trabajo con cierta seriedad intentará presentar supuestas observaciones a sus compañeros de la comunidad científica si posee la más mínima duda de que estas no van a poder ser verificadas por los demás.

El producto de la observación es un dato elaborado, no el dato sensible que no interesa a la Ciencia ya que si no se exigiera de los datos científicos una referencia objetiva, un control público y un mínimo de interpretación en base a teorías aceptadas, podrían inventarse arbitrariamente y serían irrelevantes para las ideas que se supone sostienen o arruinan. Los datos por los que se interesa la Ciencia son impersonales (basados en hechos objetivos) y sistematizables (pueden integrarse en algún cuerpo de conocimientos científicos que estén consensuados en la comunidad científica).

4.4 La clasificación científica

La clasificación tiene como fin poner orden en el trabajo científico, a la vez que permite realizar ciertas extrapolaciones e interpolaciones, p.e., clasificación de los elementos químicos.

La clasificación parte del supuesto de la existencia de un concepto cuyo papel es el de determinar un criterio de clasificación formado por la característica o características más significativas del concepto (comprensión) y el hecho de clasificar supone agrupar espacial o temporalmente los objetos o fenómenos que obedecen al criterio de clasificación (extensión), p.e. ordenar ciruelas por su calibre, ordenar datos por edades, elegir cuerpos metálicos. Dicho de otro modo, dado un conjunto de objetos o fenómenos y un criterio de clasificación se puede definir un conjunto A por comprensión (mediante el criterio de clasificación) y por extensión (delimitando todos los objetos que pertenecen a A). Desde un punto de vista epistemológico si el criterio clasificador no está asimilado, bien a la estructura cognoscitiva del sujeto, bien al cuerpo de conocimientos científicos contemporáneos, se ponen de manifiesto dificultades para determinar cuáles son todos los elementos que pertenecen a A, por lo que se dice que no existe una coordinación entre la comprensión y la extensión. Sólo cuando el conjunto esté jerarquizado mediante relaciones de inclusión se dará dicha coordinación.

Si el criterio clasificador es sencillo, como pueda ser "objetos de color rojo" se puede determinar con precisión por extensión el conjunto de todos los objetos rojos, lo que nos permite afirmar que está bien coordinada la comprensión con la extensión, pero en el caso en que el cuerpo de conocimientos científicos, independientemente del rigor y sistematicidad con que va integrando nuevos conocimientos, posea ciertos conceptos que por su naturaleza o por su novedad no tienen aún definida con precisión bien su comprensión, bien su extensión o ambas cosas a la vez, p.e. el neutrón, la fuerza, el virus etc, entonces no podremos decir que la comprensión esté bien coordinada con la extensión. Sin embargo hay que apresurarse a aclarar que pretender, para una gran cantidad de conceptos, una delimitación perfecta de su comprensión y extensión es tanto como intentar un saber total sobre el universo, tarea que la Ciencia deja con gusto a la metafísica escolástica.

En el caso concreto de cuerpos flexible y no flexibles estará bien coordinada la comprensión con la extensión si dada una definición clara y sencilla podemos determinar sin que tengamos duda alguna la flexibilidad de cualquier cuerpo que se disponga. La capacidad clasificadora del sujeto evoluciona por un enriquecimiento mutuo entre la extensión del concepto y su comprensión, de ahí que es posible que al término de esta pequeña investigación, donde se supone existirá un enriquecimiento tanto

de la comprensión del concepto de flexibilidad como de su extensión, en la capacidad que se adquiriera para clasificar cuerpos en flexibles y no flexible sea muy superior.

4.5 Inferencia

Se distingue en el método científico dos aspectos: el empírico y el racional, en este apartado trataremos de este segundo aspecto.

La inferencia o razonamiento es el paso, siguiendo una serie de reglas, de un conjunto de proposiciones a otro; las primeras se llaman premisas y las segundas conclusiones, p.e. consideremos el siguiente razonamiento:

La mayoría de los alumnos que siguen la dinámica de esta disciplina aprueban (premisa)
Todos los alumnos desean aprobar (premisa)

Lo mejor para aprobar esta asignatura es seguir su dinámica (conclusión)
Las inferencias no tienen por qué tener la misma estructura (dos premisas y una conclusión), el mismo ejemplo anterior se puede formular de la siguiente forma: "puesto que la mayoría de los alumnos que siguen la dinámica de esta asignatura aprueban (premisa), lo mejor es seguir la dinámica de esta asignatura si se desea aprobar (conclusión)" Veamos los tipos de reglas más importantes que se utilizan en los distintos modos de razonar:

1. Inferencia deductiva, válida desde un punto de vista de las reglas de la lógica matemática, generalmente, parten de proposiciones más generales que la propia conclusión, veamos unos ejemplos:

Todas las disciplinas cuyo objeto son entes materiales son científicas.
El objeto de estudio de la Química son entes materiales
La Química es una disciplina científica

Si el átomo es indivisible sería la parte más pequeña de la materia
El átomo es divisible en partículas más pequeñas
El átomo no es la parte más pequeña de la materia

2. Inferencias no lógicas o factuales, desde un punto de vista lógico no son concluyentes ya que no siguen rigurosamente las leyes de la lógica.

Se dan varios tipos de inferencias factuales:

a) La analogía consiste en inferir a partir de la semejanza de algunas características entre dos entidades que las demás características son también semejantes. Su estructura lógica es la siguiente:

La característica "a" está en P1 P2... Pn

La característica "b" está en P1 P2... Pn-1

Es probable que la característica "b" esté en Pn

Entre los animales el cáncer se debe a virus

El hombre es un animal

Es probable que los virus sean la causa del cáncer humano.

(Llamemos método 1 al aprendizaje de comprobación y método 2 al de descubrimiento)

Los niños bajo el método 1 tienen buenas notas y memorizan bien lo enseñado

Obtienen buenas notas los niños sobre los que se aplica el método 2

Los niños del método 2 es posible que memoricen bien lo enseñado

b) La inducción parte de proposiciones particulares para llegar a otras más generales.

Todos los A hasta el n-ésimo han resultado ser B

Es probable que todos los A sean B

Las leyes básicas del aprendizaje valen para todas las especies estudiadas

Es probable que valgan para todas las especies existentes.

La ley PV=cte es válida para todos los gases experimentados

Es probable que la ley PV=cte valga para todos los gases existentes

4.6 La medición

Se hace posible la cuantificación de los conceptos cuando se aplica el proceso de la medición sobre las observaciones sensoriales.

Intervienen en el proceso de medición multitud de factores, muchos de los cuales se desconocen, como consecuencia el resultado de una medición no es siempre el mismo y lo que se obtiene es una serie de datos numéricos cuya convergencia o divergencia

dependen de la técnica utilizada y de la naturaleza de la propiedad a medir

Se demuestra matemáticamente que el valor más representativo de la serie de datos es la media aritmética y hacemos la hipótesis que ésta es el valor más cercano al valor real de lo que medimos, sin poder garantizar dicho extremo, ya que en la historia de la ciencia se han dado casos de alterarse sustancialmente la media de una medición al mejorarse o modificarse las técnicas de medición.

(a) $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline | & | & | & X & | & | & | \\ \hline \end{array}$ (b) $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline | & | & | & | & X & | & | & | \\ \hline \end{array}$

Dado que no tiene la misma representatividad la media de (a) que la de (b), se añade a ésta un nuevo parámetro llamado margen de error que determina la dispersión de los valores de una medición alrededor de la media aritmética, expresando el resultado como:

$$x = \bar{x} + \epsilon_r$$

Los errores que se comenten al medir se deben generalmente al sujeto que mide y al aparato de medida, siendo normal que sea un factor el que predomine en el error cometido.

Entre la simple comparación de los tamaños de los objetos y la medida propiamente dicha, existe una serie de operaciones que el sujeto debe realizar: partición del todo según una magnitud que se toma como unidad y adición de las unidades que contienen al todo.

4.7 El problema científico

Los problemas sirven para impulsar la actividad científica y el nivel de investigación se mide por la dificultad de los problemas que se abordan. Si no existen los problemas la investigación se estanca y tan importante como solucionarlos es crear problemas. La tarea científica no acaba con la solución del problema ya que esta supuesta solución puede generar, y de hecho ocurre casi siempre, nuevos problemas. Esta dinámica de solucionar y generar nuevos problemas continuamente es propia de la actitud científica: conforme avanza la ciencia los problemas se incrementan en extensión y dificultad, y en esa lucha para encontrar soluciones, el conocimiento se incrementa.

En general, un problema es cualquier dificultad cuya resolución no es inmediata ni conocida y requiere la utilización de variadas técnicas y recursos para intentar su búsqueda. No todos los problemas son científicos, estos son exclusivamente los que se plantean sobre un trasfondo científico con el objeto primordial de incrementar nuestro conocimiento. Cuando el objetivo es más práctico que teórico, aunque el trasfondo y los instrumentos sean científicos, el problema es más de ciencia aplicada o tecnología que de ciencia pura, p.e., "¿Cuál será la naturaleza de la luz?" es un problema científico, "¿Qué tipo de abono mejoraría la cosecha?" sería más bien un problema tecnológico y "¿debería tomar un avión sabiendo que mi carta astral me pronostica que me sucederá algo malo próximamente?" no es un problema científico ni tecnológico.

Las siguientes reglas permiten acercarse a la formulación correcta de un problema científico:

1. Debe estar inserto en el seno de un cuerpo de conocimientos científicos
2. El problema debe estar bien concebido de manera que su trasfondo y, en particular, sus presupuestos, no sean falsos o estén por decidir.
3. El problema debe estar delimitado: un planteamiento no progresivo, que no deje entrever las posibles soluciones paso a paso, no es científico.
4. Debe permitir la formulación anticipada de estipulaciones acerca del tipo de solución y del tipo de comprobación de la misma.

El respeto de estas condiciones no garantizan el éxito pero si ahorran pérdidas de tiempo. Tampoco se debe olvidar que problemas que no cumplen este tipo de condiciones, han resultado ser también muy fructíferos.

4.8 La hipótesis

Los problemas científicos no se resuelven directamente con la experimentación, sino que esto se realiza a través de ciertas suposiciones que tratan de dar una explicación satisfactoria a los planteamientos de éstos, p.e, ante el problema científico formulado anteriormente podríamos plantear las siguientes hipótesis: "La luz está constituida por pequeñas partículas invisibles a nuestros ojos" o "La naturaleza de la luz se acerca más a la de una onda electromagnética". A estas supuestas explicaciones se les denomina hipótesis. Para que las hipótesis jueguen su papel deben de establecer nuevas relaciones entre datos empíricos o conceptuales, de lo contrario estamos formulando afirmaciones que están de un modo u otro contenidas en el cuerpo de conocimientos existente, p.e. si observamos que en la caída de cuerpos los de igual forma caen en el mismo tiempo no será una hipótesis "si los tiempos de caída son desiguales. Según el camino mental que se sigue para gestar las hipótesis, encontramos diversos tipos de éstas, de las que se exponen las que son de nuestro interés:

a) Analógicas: son aquellas que se han formulado utilizando argumentos de coincidencias o semejanzas, p.e, "dado que el comportamiento de la luz se parece mucho al choque elástico de las bolas hace pensar que ésta está constituida por pequeñas bolitas".
b) Inductivas: son inferencias que van de enunciados particulares a otros más generales, p.e, no hay relación entre la nota de trabajos en clase y la nota de examen. c) Deductivas: obtenidas de proporciones más fuertes por inferencias deductivas, p.e., "si la naturaleza de la luz es corpuscular, los rayos de luz deben curvarse al pasar por un campo gravitatorio, así como lo hace un cometa".

El papel fundamental de las hipótesis es la de imaginar relaciones o entidades entre hechos observados de modo que permitan al científico entender cómo o porqué ocurren ciertos fenómenos. Concretando, algunas de las funciones más importantes de las hipótesis son:

- a) Realizar generalizaciones de la experiencia, p.e, sustitución de un conjunto finito de puntos experimentales por una curva.
- b) Desencadenar inferencias al ser utilizadas como premisas para llegar a conclusiones particulares que permitan la contrastación empírica de las hipótesis.
- c) Guiar la investigación: p.e, imaginar que la materia está compuesta de átomos ha permitido a los científicos realizar multitud de descubrimientos, como son la constitución

atómica, la valencia de los elementos, las fuerzas nucleares, etc, etc.

Damos algunas reglas que ayudan a mejorar el modo de plantear una hipótesis, o al menos, a no formular suposiciones que de entrada están llamadas al fracaso:

1. Debe de ser posible su comprobación experimental o formal.
2. Evitar la trivialidad, aportando algo nuevo a los conocimientos que ya se poseen, pero sin caer en suposiciones fantasiosas o arbitrarias que no respeten el cuerpo de conocimientos presentes.
3. Se escogerá entre varias suposiciones aquella que mejor explique de forma simple y clara los fenómenos problemáticos que la ha motivado.

La verificación de una hipótesis, formal o empírica, sólo supone la utilización de ésta como una verdad que tarde o temprano será refutada, en ningún caso, una verdad inamovible.

4.9 La experimentación

El experimento es una actividad empírica consistente en la provocación deliberada de algún tipo de perturbación o cambio en un sistema físico para obtener una serie de datos tal que interpretados se utilicen con alguna finalidad cognoscitiva. p.e, cambiar la forma de enseñar el método científico, es un experimento que tiene como finalidad ver si el alumno utilizando el método científico como herramienta adquiere más conocimientos y destrezas que siendo enseñado tradicionalmente.

Hemos visto que la observación requiere un objeto, un observador y una interacción entre ambos, la medición introduce un cuarto elemento: el dispositivo de medición. En el experimento el objeto se rodea de un medio artificial donde se actúa sobre él provocando determinadas reacciones: p.e, los estudios de fuerzas en el plano inclinado. En la experimentación, las variables que son deliberadamente modificadas por el experimentador se llama independientes y las que se modifican por los cambios de las primeras dependientes. Es importante que la experimentación se produzca dentro de un contexto teórico para que la información que produzca sea interpretada adecuadamente.

Los datos que ofrece el experimento sirve para apoyar o refutar la hipótesis, en ningún caso para legitimar, ya que en la ciencia nada es concluyente, y por tanto, ni la hipótesis ni el experimento.

Por ejemplo, deseamos contrastar la hipótesis de que el periodo del péndulo no depende de la masa que oscila, para ello cojemos diferentes pesos y mantenemos constantes las demás variables, longitud, impulso, delgadez del hilo, etc. Para cada péndulo medimos su periodo de oscilación y comprobamos que las mediciones coinciden. Un experimento donde se tomen varios péndulos, de modo que conforme aumentamos la longitud del péndulo, hacemos lo mismo con el peso no puede contrastar la hipótesis, ya que no se mantiene constante la variable longitud.

Dos experimentos famosos de la historia de la Física fueron el lanzamiento de bolas del mismo volumen y distinto material desde una torre a fin de ver si la velocidad de caída depende de la masa y el lanzamiento de partículas alfa sobre un material a fin de ver la constitución del átomo.

4.10 La comunicación científica

La comunicación juega un papel fundamental en el crecimiento de la Ciencia ya que significa integrar las aportaciones individuales al cuerpo general de conocimientos, por esta razón es necesario que el científico exprese sus comunicaciones de forma precisa y clara, sin presentar ambigüedades, demostrando ya por vía formal o empírica sus afirmaciones y sobre todo utilizando el lenguaje conceptual admitido por la comunidad científica, o al menos tomar el cuerpo general de conocimientos de la Ciencia como contexto de partida. De este modo se asegura que cualquier afirmación de un comunicado va a ser interpretada de modo unívoco por los distintos integrantes de la comunidad científica, lo que asegura que el trabajo puede ser analizado y valorado adecuadamente.

Sin embargo, la integración de las nuevas ideas, principios, leyes y/o teorías que conlleva estos trabajos al cuerpo de conocimientos actual no se realiza de inmediato ya que requiere nuevas revisiones y verificaciones por otros miembros de la comunidad científica después, si todo se mantiene consistente y significativamente fructífero para el avance de la ciencia van siendo aceptados los nuevos descubrimientos lo que supone ser integrados al cuerpo de conocimientos.

Es importante hacer notar que el científico no presenta sus trabajos tal cual ha transcurrido el curso real de su investigación, de modo que algunas dificultades surgidas, ciertos muestreos de datos no deseables, hipótesis que mostraron su torpeza se hacen desaparecer de la elaboración del trabajo destinada a su publicación, procurando que las distintas partes de que consta éste, estén lógicamente relacionadas a fin de lograr una presentación convincente, lo que no supone eludir contradicciones significativas. Esta reconstrucción racional de la investigación real permite que el trabajo sea más eficazmente asimilado por los restantes miembros de la comunidad científica.

Son varias las técnicas que se utilizan para presentar un trabajo científico. Exponemos las más útiles para el tipo de tarea que se está llevando a cabo:

- a) Tablas clasificatorias (p.e. las presentadas en la ficha).
- b) Tablas de frecuencia (p.e. notas académicas/nº de alumnos).
- c) Tablas de relación entre variables (p.e. (espacio/- tiempo)).

Otra forma más elaborada es a través de gráficos.

- d) Histogramas: representación gráfica de tablas de frecuencia.

- e) Gráficos donde se relacionan las variables (p.e. gráfica (e,t)). Permite realizar interpolaciones y extrapolaciones.

intermedio de ordenación de datos, se llega mediante distintos tipos de inferencias a conclusiones de carácter más general que las proposiciones empíricas de partida. Este método ya puede utilizarlo el niño de operaciones concretas gracias a las primeras operaciones mentales adquiridas, sin embargo, éstas no le permiten aún utilizar procesos científicos propios del método hipotético-deductivo.

b) Método hipotético-deductivo: abarca, además de los procesos científicos ya mencionados, los siguientes procesos más específicos de este método: planteamientos de problemas, formulación de hipótesis, control de variables, diseño de experimentos, inferencias deductivas y construcción de modelos. En este método la dirección particular-general es una mera posibilidad que se realiza en determinadas fases del mismo. La importancia de este método reside en que, partiendo de proposiciones generales (hipótesis), se llega a partir de inferencias deductivas a otras de carácter concreto que son las que permiten ser contrastadas empíricamente. Estas inferencias deductivas pueden ser ejecutadas por niños que se encuentren en el nivel de operaciones formales.

4.11 Diferencias entre el método inductivo e hipotético-deductivo

Es práctico distinguir en el seno del método científico dos grupos de procesos perfectamente diferenciados, ya que desde un punto de vista didáctico nos será de bastante utilidad:

- a) Método inductivo: está integrado por los siguientes procesos científicos: observación, clasificación, seriación, medición e inferencias inductivas. Su característica más importante es que, partiendo de los datos particulares elaborados a partir de la observación y mediante un proceso

Acercando la Unidad Didáctica a las peculiaridades cognoscitivas del alumnado

Introducción

Lo aprendido del método científico permite, como se ha podido apreciar prácticamente, que es posible mejorar la Unidad Didáctica respecto al primer diseño que se hizo de un modo más intuitivo, sin embargo, es posible que en el nuevo diseño se haya puesto en juego conceptos de difícil comprensión para el alumnado y procedimientos con un nivel de exigencia superior a sus capacidades cognoscitivas. Se hace necesario tomar cierta información sobre aspectos específicos (ligados al los conocimientos específicos puestos en juego en las actividades) y generales (ligados a los procedimientos que se usan en las actividades) a fin de hacer un rediseño de la Unidad Didáctica más acomodado a las capacidades del alumnado.

Instrucciones para la confección de un cuestionario

Las primeras instrucciones que se dan para confeccionar un cuestionario están relacionadas con el papel que juega el contenido de enseñanza; otras sugerencias vendrían dadas por la lectura de otros trabajos que han abordado el tema (si los hay) y, finalmente, completan las instrucciones, las orientaciones metodológicas expuestas más extensamente en otro lugar (Marín, 1998).

2.1 Alcance y limitación del contenido de enseñanza para diseñar el cuestionario

El punto de partida será tomar conciencia de que un cuestionario tomado como instrumento para determinar el conocimiento del alumnado es, independientemente de los defectos de construcción, necesariamente subjetivo al conocimiento del constructor. En realidad el cuestionario lo único que hace es determinar el conocimiento de otros individuos respecto a la subjetividad del conocimiento del constructor. Con nuestro conocimiento determinamos el conocimiento del alumno.

Como todo instrumento de medida, el cuestionario comete errores, pero si lo que se pretende medir es conocimiento, éstos son aún mayores. Por este motivo, sólo la pulcritud, el rigor y el uso de una metodología que evite, en la medida de lo posible, sesgos y distorsiones, permitirían obtener una información del conocimiento del alumno suficientemente satisfactoria para su uso en la enseñanza.

Supongamos que estamos interesado en determinar qué conocimiento posee el alumnado de un determinado contenido objeto de enseñanza. Lo primero que habría que hacer es aclarar qué sabemos nosotros mismos sobre dicho contenido, pues ese será el conocimiento que, queramos o no, vamos a usar para diseñar el cuestionario. ¿Se podría usar otros conocimientos para objetivar el proceso de construcción de un cuestionario? Sí, saber algo sobre aspectos generales y específicos del conocimiento del alumno permitiría matizar el diseño en la dirección de evitar sesgos y distorsiones ya que podemos adecuarlo algo más a dicho conocimiento.

Hay que evitar que caiga todo el peso de la construcción del cuestionario en nuestro

conocimiento del contenido de enseñanza, dadas sus diferencias con los contenidos cognoscitivos del alumno, pero no se puede ni se debe renunciar a él. En efecto, el esfuerzo de indagar sobre el conocimiento del alumno se hace principalmente para hacerle más familiar el contenido que debe aprender, por lo que de algún modo este debe estar presente en la construcción del cuestionario. Es cierto que no tiene buenas consecuencias didácticas ceñirse sólo al conocimiento que el alumno tiene del contenido de enseñanza, pero tanto más cierto es que para que sea útil el primero debe estar ligado de un modo más o menos directo con el segundo. Se trata pues de colocar en su lugar las aportaciones que puede hacer el contenido de enseñanza en el diseño del cuestionario dirigido a precisar el conocimiento del alumno sobre él. ¿En qué y hasta dónde se podría usar el contenido de enseñanza para diseñar el cuestionario? Esa sería la cuestión. Veamos para qué se puede usar el contenido de enseñanza en el proceso de construcción de un cuestionario. Al menos se puede utilizar satisfactoriamente para resolver dos cuestiones importantes:

1. **Para crear cierta sistemática en las cuestiones, situaciones y objetos que se van a poner en juego en el cuestionario**

Enfrentar al alumno a cuestiones sobre definiciones de los conceptos involucrados en el contenido, está demostrado que ofrecen pocas posibilidades al alumnado para expresar su conocimiento y la información obtenida suele estar encorsetada, sesgada y distorsionada (Marín, 1994; Benarroch, 1998).

La mejor estrategia es diseñar cuestiones sobre situaciones problemáticas donde se ponga en juego de un modo operativo y práctico los conceptos que integran el contenido, o dicho de otro modo, habría que enfrentar al alumno con la diversidad de fenomenología asociadas al contenido para dar oportunidad al alumno a expresar el mucho o poco conocimiento que pueda tener de éste (ver experiencias piagetianas en Marín, 1998). Por este motivo, un aspecto del diseño del cuestionario en el que puede intervenir eficazmente el buen conocimiento del constructor sobre el contenido de enseñanza es para definir una sistemática de los objetos y situaciones que se van a implicar en las cuestiones.

Ahora bien, está bien coordinada la comprensión con la extensión de un concepto cuando sabemos con certeza todos los elementos que contiene y los que no le pertenece, sin embargo, esta condición no se puede dar dado que el conocimiento siempre va a suponer una aproximación a la realidad, cada vez más cercana pero con una distancia que no se puede precisar; esto significa que siempre se darán problemas de coordinación entre comprensión y extensión y en lo que se refiere al cuestionario, que podemos crear una buena sistemática de situaciones o de objetos pero nunca con la totalidad de elementos que son el correlato de un concepto. No obstante, poseer una sistemática de objetos y situaciones es básico para un diseño ordenado y homogéneo del cuestionario.

Para el diseño práctico de un cuestionario, ocurre con frecuencia que es mejor una sistemática construida en el contexto de un conocimiento más cercano al alumno que con otro próximo al conocimiento científico, veamos algunos ejemplos:

- Usar la precisión de los 7 grupos de alimentos lleva a crear un agrupamiento sistemático de alimentos con una complejidad innecesaria ya que el conocimiento del alumno sobre el tema no

llega a tanta precisión; es suficiente hacer la sistemática con los 4 grupos de alimentos que además está más en sintonía con el contenido académico que se va a enseñar.

- Un conocimiento científico de "seres vivos y seres inertes" llevaría a poner en juego elementos de frontera como son los virus, sin embargo, resulta más significativo para determinar el conocimiento de sujeto infantil realizar la sistemática sabiendo que el factor movilidad en objetos y situaciones es relevante por la indistinción en esa edad entre motor interno o externo.

2. **Para parcializar el contenido**

El primer problema con el que se enfrenta el constructor de un cuestionario es por dónde comenzar éste. El primer paso, como ya se ha dicho, está relacionado con el conocimiento que tenga el constructor del contenido a poner en juego y que deberá reflejar en la sistemática que realice de objetos y situaciones.

El segundo paso, complementario al anterior, es parcializar el contenido, de modo que cada parte se convierte en una unidad de búsqueda de conocimiento. Véase algunos ejemplos para parcializar distintos contenidos:

A. Distinción entre seres vivo e inertes:

- A1. ¿Qué entidades tienen funciones propias de ser vivo?
- A2. ¿Qué entidades están más vivas que otras?
- A3. ¿Depende la categoría de "vivo" de la situación?
- A4. Diferenciar las entidades que componen un cuadro
- A5. Comportamiento de entidades en situaciones concretas

B. Huesos o músculos:

- B1. ¿Qué o quién tiene huesos o músculos?
- B2. ¿Dónde están los huesos o músculos?
- B3. ¿Para qué sirven los huesos o músculos?
- B4. ¿Cómo se comportan los huesos o músculos?

C. La luz

- C1. ¿Cómo se percibe y a que se parece la luz?
- C2. ¿Cómo se propaga la luz?. Formación de sombras
- C3. Cómo se comporta la luz al chocar con los objetos?

D. La electricidad

- D1. ¿Qué puede hacer la electricidad?
- D2. ¿Cómo se puede hacer electricidad?
- D3. ¿Cómo y por dónde circula la electricidad?
- D4. ¿A qué se parece la electricidad?

E. Orientación

- E1. Solucionando problemas con trazos imaginarios
- E2. Representando objetos que giran
- E3. ¿Qué verías si estuvieras allí?
- E4. Representación plana de distribuciones
- E5. Representación al cambiar el punto de vista

F. El peso como fuerza

- F1. Cambios del peso ante cambios figurativos
- F2. Cambios del peso ante cambios de gravedad
- F3. Cambios del peso ante cambios de otras propiedades
- F4. ¿Qué ocurre cuando oponemos al peso otras fuerzas?

G. Alimentación:

- G1. Previsión de los efectos de los alimentos
- G2. Alimentos adecuados para cada actividad
- G3. Grupos de alimentos que son dieta equilibrada

Aunque no existen reglas, se percibe que en la práctica los criterios que han sido más usados para parcializar el contenido son:

- La mayoría de contenidos admiten ser parcializados, tras asociarles la sistemática de

objetos y situaciones, según una **diversidad de manifestaciones fenomenológicas**, de modo que se ponga en juego de un modo operativo y extensivo los atributos asociados al concepto o conceptos (ver "*seres vivos*", "*seres inertes*") o los distintos aspectos estructurales y funcionales de la entidad (ver "*la luz*").

- Existen algunos contenidos que admiten bien una **división lógica de las partes que lo componen**. Por ejemplo: *los sentidos*, permite hacer cinco divisiones para cada sentido y quizá una más para un estudio globalizado.
- Cuando el contenido es más procesual, por ejemplo, *proporciones*, se presta tomar como criterio el número de datos iniciales y las distintas **operaciones** que suponen proporción. También se puede considerar como factor interesante, los distintos ámbitos físicos donde se pueden resolver problemas de proporcionalidad.
- Un contenido como "*composición de fuerzas*" se puede parcializar según un **orden de complejidad**: fuerzas alineadas, primero de la misma dirección y después opuestas; fuerzas no alineadas, primero se pone en juego la dirección y después el sentido; finalmente se pone en juego ambos factores.
- Si el contenido se refiere a una capacidad cognoscitiva, como es el caso de *orientación* entonces el criterio es parcializar según los tipos de problemas en los que se manifiesta dicha capacidad (ver ejemplo correspondiente).

Con estos, la lista de criterios para parcializar un contenido no queda acabada; incluso es posible usar como criterio de división los resultados de otros trabajos que han abordado el tema, tomando algunos de sus resultados como hipótesis o realizando réplicas para ser criticados.

2.2 La estructuración del cuestionario en tareas

Dividido el contenido en partes, se podría decir que el primero es al cuestionario como las segundas son a las tareas, de modo que la suma de éstas da la totalidad del cuestionario.

Así pues, la estructura usual de una tarea es la siguiente: parte de una situación problemática donde se pone en juego la parte del contenido asociada a la tarea, de modo que las cuestiones que se plantean al alumno versan sobre dicha situación. Un orden usual de las cuestiones que componen una tarea es el grado de complejidad: las primeras cuestiones versan sobre los aspectos más sencillos que se pueden plantear de la situación problemática haciendo paulatinamente más complejas las últimas; es como hacer una escala graduada para una regla que mide alturas. También es usual conseguir el gradiente de complejidad a través de la lista de objetos que se ponen en juego en la tarea. Así descrita la tarea, es posible verla como la unidad de búsqueda de un aspecto del conocimiento que posee el alumno sobre el contenido académico.

2.3 Orientaciones metodológicas para la construcción del cuestionario

Las orientaciones metodológicas que aquí se exponen son una versión sintética de las que se encuentran en el libro "Fundamentos de Didáctica

de las Ciencias Experimentales" (Marín, 1998). Estas orientaciones están fundamentadas en estudios generales sobre el origen, estructura y desarrollo del conocimiento de alumnado; entre sus características, cabrían resaltar las siguientes:

1. El diseño del cuestionario, la clasificación y categorización de datos, así como la interpretación de éstos no debe tener como único referente el contenido de enseñanza cuyas concepciones son objeto de búsqueda. Las diferencias entre conocimiento del alumnado y el académico hacen de éste último un referente poco adecuado. Un contexto teórico que tenga como objeto de estudio el conocimiento del alumno, como es el caso de la Epistemología Genética, podría complementar el punto de vista del contenido de enseñanza (Marín, Jiménez Gómez, Benarroch, 1996). Es necesario indicar que a nivel de la propia investigación, la búsqueda de concepciones posee una componente cognoscitiva que queda lejana del ámbito de conocimientos de Ciencias y, en concreto, de los contenidos académicos que son objeto de enseñanza, por lo que el observador formado en contenidos científicos está obligado a un esfuerzo adicional para desplazar su punto de vista a otro más cercano al de la cognición del alumno, si desea evitar en la medida de lo posible sesgos y tergiversaciones.
2. Es necesario plantear la búsqueda de concepciones utilizando una diversidad de situaciones problemáticas, en cada una de las cuales se pone en juego algún aspecto particular del contenido de enseñanza cuyas concepciones se buscan; las respuestas del sujeto fruto de su interacción con cada una de las situaciones permitirán esbozar "imágenes" parciales de un esquema, de tal modo que adicionándolas permitirá obtener una "imagen más completa del esquema".
3. En cada una de las situaciones planteadas será conveniente variar los distintos factores que intervienen, tanto estructurales (variables) como figurativos (aspecto perceptivo de la situación y de los objetos que la integran); tanto relevantes para el resultado como irrelevantes. Se busca con esto apreciar en las respuestas del alumno tres características: repetibles, generalizables y precisas, así como su grado de estabilidad ante tales variaciones.
4. La delimitación del esquema debe hacerse de modo evolutivo, donde se tenga en cuenta:
 - Las modificaciones de las respuestas de los alumnos ante las estrategias de variabilidad (situacionales, estructurales y figurativas).
 - Las distintas fases o niveles por la que pasa el esquema para responder a la diversidad creada sobre la fenomenología elegida. Será necesario para ello tomar muestras donde la variable "edad" tenga un rango amplio.
5. Las estrategias de diversidad de las situaciones planteadas y variabilidad estructural y figurativa permitirán analizar el grado de validez y fiabilidad, si se complementa el tratamiento de los datos con algunas técnicas estadísticas que permitan:
 - Analizar la coherencia de la categorización de los datos tratándolos como matriz de casos (sujetos entrevistados) y variables (categorías), realizando estudios correlacionales, agrupamientos de casos según similitud en las respuestas, análisis de correspondencias, etc (Marín, 1995).

- Distinguir las variables más discriminatorias, coherentes y significativas, de las que están construidas con datos sesgados o tergiversados, lo que en definitiva permitirá discriminar respuestas que reflejan algún esquema cognoscitivo de aquellas otras que son simples "respuestas de compromiso", "respuestas in situ", fabulaciones del alumno, sesgadas por el tipo de preguntas del investigador o reflejo de la desmotivación del alumno.
- Comparar variables construidas desde un determinado aspecto poco conocido de la cognición del alumno con otras que responden a aspectos mejor conocidos como pudieran ser el nivel cognoscitivo, la dependencia-independencia de campo, sus respuestas ante un test de probada fiabilidad, los resultados de otros cuestionarios de probada eficacia, etc (validación externa).

2.4 Administración del cuestionario

En investigaciones avanzadas, suele usarse la *entrevista individual* como técnica para obtener las respuestas del alumnado al cuestionario. La dinámica de esta técnica de hacer preguntas sobre las respuestas del alumnado permite obtener una información extensa e intensa sobre su pensamiento. Para trabajos de clase es suficiente pasar el cuestionario simultáneamente a toda la muestra, en tal caso la técnica se suele denominar *de papel y lápiz*.

Una técnica intermedia entre la entrevista individual y la de papel y lápiz es la del *doble cuestionario* que consiste en pasar el cuestionario una primera con el objetivo de reformularlo en función de los datos obtenidos; el segundo cuestionario que se vuelve a pasar está más acomodado al conocimiento del alumnado. Este procedimiento se puede continuar tanto como se perciba conveniente.

La administración del cuestionario es tan importante como cualquier otra parte del trabajo, de manera que un cuestionario muy trabajado puede dar un resultado vano si ha sido rellenado por los alumnos con desgana.

Por esta razón, es muy importante motivar adecuadamente a los alumnos antes de repartir el cuestionario, lo cual se podrá hacer aleccionando al profesor de la clase para que el mismo introduzca el cuestionario a sus alumnos como parte de las actividades de enseñanza y aprendizaje ("los resultados se usarán después para mejorar vuestra comprensión de las Ciencias", "las respuestas serán consideradas para que aprendáis más fácilmente las Ciencias", "el cuestionario sirve para comprender mejor vuestro punto de vista y las dificultades que tenéis para aprender Ciencias", etc). En cualquier caso, lo que se les diga a los alumnos deberá ser cierto; se trata de hacer con ellos un pacto honrado. El alumnado que va a rellenar el cuestionario debe sentir este como parte integrante de su enseñanza. Antes de ir al colegio con el cuestionario, se hablará con el profesor de clase para acordar con él la fecha o fechas más oportunas a fin de entorpecer lo menos posible la marcha del curso. Los comienzos y finales de un periodo lectivo son malas fechas. Si después de todo esto la muestra o parte de ella ha respondido "con desgana", "rápido para terminar antes", "sin la adecuada concentración", sería conveniente buscar otra muestra y hacer caso omiso de los datos obtenidos.

Para un trabajo de poca envergadura, usando la técnica de papel y lápiz, es suficiente con tomar una muestra de unos 40 sujetos con un nivel escolar acorde con el que se pretende enseñar el contenido de enseñanza.

Para trabajos de investigación usando la entrevista individual como técnica, también es suficiente con 40 sujetos de un amplio rango de edad. La cantidad de información que se toma de cada individuo hace poco aconsejable usar muestras más amplias.

Para trabajos de envergadura intermedia se puede tomar dos muestras de unos 40 alumnos cada una, de forma que disten en edad un mínimo de dos años.

2.5 Registro y categorización de los datos obtenidos

Al multiplicar el número de preguntas del cuestionario por el número de sujetos que responden arroja una cantidad de datos tal que se impone realizar una síntesis de éstos.

El primer paso para agrupar los datos es registrarlos en una tabla de doble entrada, la cual se presenta en la página 46 y a continuación, en páginas sucesivas (47 y 48), se presentan un par de ejemplos.

Algunas sugerencias para rellenar adecuadamente dicha tabla:

- En primer lugar *distinguir dato registrado de dato interpretado*, el primero es el que recoge fielmente la respuesta del alumno, el segundo es la interpretación que se hace de él, por ejemplo, según su grado de corrección. En el caso de que el alumno elige la opción "c" de una pregunta con opciones múltiples, ese sería el dato registrado, cuando se percibe que la correcta estaba en la posición "b" y valoramos la respuesta "c" como incorrecta, esto sería el dato interpretado.
- Cuando la cuestión solicita la elección de una opción de una lista resulta fácil registrar el dato, pero cuando la respuesta es, por ejemplo, una explicación o un dibujo ¿cómo habría que registrar el dato? En tales casos hay que llevar un proceso de categorización consistente en agrupar las respuestas por analogías y diferencias asignando a cada grupo una categoría o definición que represente lo más fielmente posible las respuestas de grupo. En este proceso se gana en síntesis (por ejemplo, agrupar 40 respuestas en sólo 6 grupos de categorías) y se pierde información: la mejor es la que pierde la mínima información o lo que es lo mismo la que es más respetuosa con los datos originales.
- Por la experiencia de otros trabajos (Marín, 1994; Benarroch, 1998) se podría decir que no son muy buenas aquellas cuestiones cuyas respuestas se pueden agrupar en 2 categorías, sería mejor tener un mínimo de 5 ó 6 categorías.
- Las categorías deberían cumplir algunos requisitos lógicos: por un lado, la suma de sujetos de todas y cada una de las categorías sea igual al número de la muestra, o lo que es lo mismo, que la respuesta de todos y cada uno de los sujetos se encuentre en alguna categoría, por otro, deben ser disyuntas entre sí, es decir, un mismo sujeto no debe estar en más de una categoría. Lo ideal sería que los sujetos se distribuyan homogéneamente por las categorías. Una categoría que tenga un sólo individuo es poco representativa.
- En investigaciones avanzadas se suele hacer dos niveles de categorías (o más), el primer nivel trata

de recoger fielmente las respuestas de los sujetos, el segundo nivel más abstracto se hace sobre el primero de forma que son categorías de categorías.

Una vez rellena la tabla del registro de datos, en la parte inferior de ésta, existe un espacio para las frecuencias de cada categoría (ver tablas de ejemplos), en investigaciones de más envergadura, junto a éstas se adjunta los sujetos adscritos a la categoría, lo que permite hacer un seguimiento del comportamiento de cada individuo por las distintas cuestiones y analizar el grado de coherencia del sistema categorial y el grado de significación de las preguntas hechas.

La interpretación o descripción de las frecuencias de las categorías lleva a obtener conclusiones sobre el posible conocimiento del alumnado sobre el tema tratado.

3 Aplicación de los datos obtenidos en la mejora de la Unidad Didáctica

Suponiendo que lo que reflejan las categorías (y frecuencias) es el conocimiento de tiene el alumnado, el siguiente paso es rediseñar la Unidad Didáctica con la nueva información que hemos obtenido para adecuarla a las posibilidades del alumnado.

Para llevar esto a la práctica con cierto orden se rellenará en primer lugar la **tabla general sobre los tipos de intervención a usar según el conocimiento previo del alumno**, la cual se encuentra en la página 49.

Aunque la lista no está acabada, actualmente los tipos de intervención disponibles son:

1. Extender

Resulta útil cuando se aprecia que el alumno aplica sus ideas o conceptos a un número reducido de objetos y situaciones; en tal caso, lo que se intenta es sistematizar ésta aplicación a una diversidad de objetos y situaciones.

En esta opción se encontraron matices como **sistematizar** (una idea fragmentada) y **ampliar posibilidades o enriquecer** (la visión del alumno sólo contempla algunos aspectos o aprecia menos posibilidades que las que realmente se dan).

Si las ideas o conceptos están limitados en extensión, se trataría de realizar actividades para enriquecerlos con nuevas situaciones u objetos. Véanse algunos ejemplos:

- Los posibles focos de "contaminación" que considera el alumno se reducen a los cotidianos y a los que oye por los medios de información (basuras, vertidos de petróleo, capa de ozono, etc), por lo que habría que indicarle, a modo informativo o mejor, con el apoyo de algunas actividades, otros focos de contaminación (contaminación acústica, pilas-botón, efecto invernadero, etc).

- Se posee cierta idea sobre la función de sostén de los "huesos del cuerpo humano", la cual se podría enriquecer para una diversidad de animales (con y sin huesos), de personas (gordas y delgadas) y situaciones (llevando más o menos peso, con gravedad superior o inferior a la terrestre).

- No se conoce la utilidad y procedencia del "agua" que va más allá del ámbito marcado por su interacción cotidiana con este elemento.

- Los alumnos de 8-10 años no saben localizar puntos relevantes del cuerpo donde pueden detectar el pulso de la "circulación de la sangre", excepto en la muñeca y el pecho. Conocen algunas actividades para mantener el pulso alto o bajo, pero desconocen otras relevantes.

2. Modificar

Sería conveniente cuando se aprecia que el alumnado posee ideas erróneas sobre algún aspecto del contenido de enseñanza. Las actividades deberían estar dirigidas a cambiar o modificar dichas ideas por otras más correctas desde la perspectiva científica. Algunos ejemplos que ilustran esta propuesta son:

- Sobre el "ciclo del agua" se aprecian errores sobre su conservación total de la Tierra, debido a la existencia de zonas donde llueve mucho y otras que padecen fuertes evaporaciones; es posible que los alumnos tengan dificultades para cerrar el ciclo del agua a falta de comprender todos los posibles recorridos y transformaciones que sufre el agua. Habría que utilizar modelos con recipientes donde lo que pierde uno por evaporación lo toma el otro, y lo que pierde éste por otras vías fluye de algún modo al primero.

- Las "plantas" son consideradas por sujetos de 6-10 años, a medio camino entre los seres vivos e inertes, por lo que habría que inducir de un modo operativo las características básicas de un ser vivo (nacen, crecen, se reproducen y mueren) y mediante unas experiencias comprobar que también se dan estas características en las plantas.

- La mayoría de los alumnos de 8-10 años poseen la idea errónea de que la sangre está por todo el cuerpo (como está el agua en una esponja), desconociendo que "la circulación de la sangre" se hace a través de venas y arterias.

- Confunden la función reguladora de los "alimentos" con la función plástica, si bien identifican los alimentos reguladores como suministradores de vitaminas.

3. Informar

Sería adecuado cuando el alumnado no posee ningún tipo de conocimiento sobre algún aspecto relevante de un contenido de enseñanza. He aquí algunos ejemplos donde se ha apreciado la carencia de ideas:

- En "alimentación" los niños de 10-12 años no distinguen las dietas hipocalóricas de las hipercalóricas por falta de criterios nutricionales para delimitarlas y desconocen la importancia de las sales minerales.

- Ignoran, respecto a "utilidades del agua", las repercusiones que tiene su contaminación.

- La mayoría de alumnos de 8-10 años desconocen las causas del pulso en la "circulación de la sangre", así como los componentes más relevantes de este líquido.

4. Precisar:

Se hace necesario cuando dos grupos de objetos o situaciones que son disyuntos están vagamente definidos para el alumnado (elementos de uno se encasillan en el otro) o cuando un concepto es utilizado de un modo difuso.

Una variante encontrada es **aclarar** cuando las ideas presentan cierta confusión aunque no sean erróneas.

Véanse algunos ejemplos:

- Varios productos derivados de un mismo alimento son considerados como distintos

"alimentos". También se ha apreciado confusión, en el ámbito nutricional, entre "energía" y "vida sana" y entre "crecimiento" y "supervivencia".

- Sobre el "ciclo del agua" se posee cierta noción sobre el recorrido del agua que se utiliza para ducharse, pero a falta de comprender mejor las transformaciones que puede sufrir ésta por los distintos lugares por donde puede pasar, no cierran el recorrido, ya que no aprecian algunas fases o hacen finalizar su recorrido en el mar. Habría que utilizar modelos para que el alumno aprecie las posibles transformaciones del agua y **precisar** con otras actividades los distintos recorridos reales del agua.

- La mayoría de niños de 10-12 años comprenden la función de las articulaciones de los "huesos" para que pueda existir movimiento en los miembros, pero es un conocimiento que exige ser **precisado** con la noción de ligadura entre huesos cuyas representaciones están globalizadas. - Aunque los niños de alrededor de 6 años saben distinguir entre "seres vivos e inertes", cuando algunos objetos están en movimiento, en reposo o en circunstancias especiales (piedra en remojo, flor seca, pelota pinchada, etc) el criterio clasificador se vuelve confuso, por lo que sería necesario precisar y operativizar las características diferenciadoras entre seres vivos e inertes ante la diversidad de situaciones donde se da confusión.

5. Diferenciar:

Puede ser útil cuando el alumno no distingue, o no lo hace bien, las partes que integran un todo (objeto, situación, sistema, etc), si bien sólo la diferenciación de éstas permitirían comprender el comportamiento del todo. A veces puede ocurrir que ciertas manifestaciones o aspectos del todo se comprendan mejor que otras.

En estos casos habría que realizar actividades donde el alumno tenga ocasión de apreciar la función específica de cada parte, para después integrar cada una de ellas, veamos algunos ejemplos:

- Con los "músculos", aunque niños de 8-9 años están acertados asociando los grupos musculares a diversas acciones en términos globales, no existe apenas precisión para distinguir los músculos que intervienen en acciones más concretas, por lo que habría que realizar algunas acciones específicas que permitan apreciar el músculo o grupo muscular que se calienta o adquiere tensión; también sería un recurso didáctico útil realizar acciones donde debe inmovilizar algún músculo.

- Las dos etapas del "crecimiento" que no diferencian bien los alumnos de 6-7 años son: adolescencia y juventud; sería conveniente centrar algunas actividades en estas dos etapas poniendo ejemplos concretos con los hermanos o familiares.

6. Conceptualizar

Adecuado para cuando el alumnado posee un buen bagaje de significado sobre el contenido objeto de enseñanza pero tiene dificultades para conceptualizarlo y expresarlo con palabras más adecuadas o con una terminología científica. Es posible que el alumno, debido a una intensa interacción con objetos o situaciones ligadas al contenido, adquiera ciertas habilidades ante determinadas tareas, pero carezca de las etiquetas (significantes) adecuadas o éstas no existen. Veamos algunos ejemplos:

- Respecto al contenido "alimentación", los niños de 10 a 12 años reconocen los alimentos poco

recomendables para una dieta equilibrada pero no tienen conceptualizada la razón de sus deficiencias nutricionales.

- Parecen tener claras las diferencias entre hombre y mujer en las distintas fases del "crecimiento" pero, además de no apreciarlas en su totalidad, no utilizan los términos correctos.

Obsérvese que sólo uno, "modificar", muestra cierta sintonía con la propuesta de cambio conceptual ¿significa eso algo?.

Volviendo al modo de rellenar la tabla: supongamos que estamos con los resultados obtenidos en la primera tarea y percibimos que la intervención más adecuada para el tipo de conocimiento que posee el alumno es "extender", iríamos a la primera cerdilla y se pondría un 1 y así sucesivamente. Una vez rellena, la tabla se convierte en un "planing" sobre los tipos de intervención que se van a hacer en función del conocimiento encontrado.

Para hacer el diseño de actividades tenemos la **tabla de planificación de actividades** (ver página 50), de las que se rellenarán tantas como tipos de intervención tengamos.

Instrucciones para rellenar la tabla:

- En primer lugar habrá que precisar el contenido, subcontenido (punto de interés, aspecto del contenido, etc) y el tipo de intervención.
- **Preguntas del cuestionario.** Se pondrá la porción de preguntas del cuestionario, cuyas respuestas han detectado unas limitaciones en el conocimiento del alumno tales que han llevado a realizar el tipo de intervención anteriormente señalado.
- **Respuestas en tabla de frecuencias.** Parte de categorías con sus frecuencias correspondiente a las preguntas anteriormente mentadas.
- **Ideas del alumno.** Supuestas limitaciones y tendencias en el conocimiento del alumnado encontradas con las preguntas anteriormente mencionadas.
- **Modo de intervención.** Mientras que los tres apartados anteriores son de simple registro de algo que ya se ha hecho, en este apartado se exige algo más: inventar una serie de actividades tales que realizadas por el alumno le permitan mejorar sus deficiencias cognitivas detectadas. La dirección correcta de trabajo la darán, además de las limitaciones encontradas, las preguntas realizadas y, sobre todo, las situaciones usadas al plantearlas.

Lo único que resta es retomar la compañía de nuestra vieja Unidad Didáctica y hacer las reformas pertinentes.

TABLA GENÉRICA PARA EL REGISTRO DE LOS DATOS DEL CUESTIONARIO																												
Items																												
Sujetos																												
1.																												
2.																												
3.																												
4.																												
5.																												
6.																												
7.																												
8.																												
9.																												
10.																												
11.																												
12.																												
13.																												
14.																												
15.																												
16.																												
17.																												
18.																												
19.																												
20.																												
21.																												
22.																												
23.																												
24.																												
25.																												
26.																												
27.																												
28.																												
29.																												
30.																												
31.																												
32.																												
33.																												
34.																												
35.																												
36.																												
37.																												
38.																												
39.																												
40.																												
41.																												
42.																												
43.																												
44.																												

CATEGORIAS			

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

TABLA DEL CUESTIONARIO SOBRE SERES VIVOS, SERES INERTES																														
Item	1a				1b				1c				1d				1e				1f				1g					
Sujetos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	P.	T.
1. CN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	28
2. CA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	28
3. BB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	28	27
4. BC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	28
5. AD	00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	27
6. CM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	27
7. BM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	27
8. BN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	27
9. CL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	27
10. CJ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	27
11. BA	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	27	27
12. CC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	27	26
13. BL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	26
14. CB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	26	27
15. CG	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	26	27
16. CK	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	26	27
17. BJ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	26
18. BK	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	26	26
19. CF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	26
20. CH	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	26	26
21. BE	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	27
22. BF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	25	27
23. BI	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	25	27
24. AI	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	26
25. AJ	00	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	24
26. AC	00	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	24	26
27. AB	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	24	28
28. AE	00	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	23	25
29. BG	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	22	26
30. CD	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	22	24
31. AH	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	21	27
32. BD	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	20	25
33. CE	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20	25
34. CI	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20	23
35. BH	00	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	19	22
36. AF	00	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	19	21
37. AK	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	19	6
38. AL	00	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	18	23
39. AG	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	17	22
40. AA	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	14	16
0 (parcial)	10	0	6	0	11	17	5	12	9	3	0	1	0	3	4	4	5	24	21	1	2	5	7	1	1	1	1	0		
1 (parcial)	30	40	34	40	29	23	35	28	31	37	40	39	40	37	36	36	35	16	19	39	38	35	33	39	39	39	39	40		
0 (total)	11	1	6	2	2	2	1	2	4	12	2	1	3	4	2	1	2	21	14	1	2	2	6	3	1	1	2	2		
1 (total)	29	39	34	38	38	38	39	38	36	28	38	39	37	36	38	39	38	19	26	39	38	38	34	37	39	39	38	38		

CATEGORIAS									
1a	1	Sol	1d	13	Arbol	1g	25	Cerilla que arde	
	2	Perro		14	Gallo		26	Globo inflado	
	3	LLuvia		15	Papel		27	Cangrejo	
	4	Elefante		16	Tirita		28	Caracol	
1b	5	Hormiga	1e	17	Muneco de nieve		A	De 4 a 6 años	
	6	Olas de mar		18	Persona en TV		B	De 7 a 9 años	
	7	Delfin		19	Manzana		C	De 10 a 12 años	
	8	Bola de nieve		20	Gato				
1c	9	Muneco	1f	21	Almeja				
	10	Monstruo		22	Coche				
	11	Mono		23	Seta				
	12	Oso		24	Tostador				

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

TABLA Nº 2 DE LOS DATOS DEL CUESTIONARIO: ORIENTACIÓN 1

Items	2B				2C				2D												
	1P	1S	2P	2S	1R	1D	2R	2D	1P	1S	2P	2S	3P	3S	4P	4S	5P	5S	6P	6S	
1.AA	3	SI	0	SI	0	0	0	0	3	ID	3	SD	3	ID	3	SI	3	ID	3	ID	21
2.AB	-	-	-	-	X	0	0	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
3.AC	3	SI	0	SI	0	0	0	-	3	SI	3	SI	3	SD	2	SI	3	SI	0	II	17
4.AD	2	ID	0	SI	-	-	0	X	3	II	3	C	3	ID	0	II	3	ID	2	ID	16
5.AE	3	SD	0	II	-	-	-	-	1	SD	0	II	1	SD	-	-	1	SI	0	SD	6
6.AF	-	-	-	-	0	0	X	X	-	-	0	II	-	-	-	-	-	-	-	-	2
7.AG	3	SD	0	II	0	0	0	X	3	SI	3	SI	3	II	2	SI	3	SD	3	SI	21
8.AH	3	SD	0	II	-	-	-	-	0	II	0	SD	0	SI	0	ID	0	II	0	II	3
9.AI	3	SD	0	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
10.AJ	0	SD	1	SI	0	0	X	X	2	II	2	SD	0	II	0	ID	1	ID	0	II	8
11.BA	1	ID	3	SI	0	0	0	X	3	SI	3	ID	2	SI	3	SI	3	ID	0	SI	19
12.BB	3	SI	0	II	0	0	0	X	3	ID	3	SD	3	II	2	ID	3	ID	3	II	21
13.BC	3	II	0	II	0	0	0	X	3	II	3	SI	2	II	3	ID	3	SD	3	II	21
14.BD	0	SI	2	II	0	0	0	X	3	SD	0	ID	3	II	3	SI	3	ID	1	SI	16
15.BE	3	SI	0	II	0	0	0	X	0	SD	0	SD	0	II	0	ID	0	ID	0	ID	4
16.BF	0	SI	0	SI	0	0	0	X	3	SD	3	SD	3	SI	0	ID	3	II	3	SD	16
17.BG	1	SI	0	II	0	0	0	X	3	II	3	SD	3	SD	3	SD	3	SI	3	SI	20
18.BH	3	SI	0	SI	0	X	0	0	3	SD	3	SD	3	ID	3	SI	3	SI	1	SD	20
19.BI	3	SI	0	SI	0	0	0	X	3	II	3	ID	3	ID	0	SI	3	ID	0	SD	16
20.BJ	3	II	0	SI	0	X	0	X	3	SI	3	SD	3	ID	2	II	3	ID	1	SI	20
21.CA	2	II	0	SI	0	0	0	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
22.CB	3	SD	0	SI	0	X	0	X	3	SI	3	SD	3	SI	3	SD	3	SD	3	II	23
23.CC	3	II	0	II	0	0	0	X	3	SD	3	II	3	SD	3	SI	3	SI	3	II	22
24.CD	2	SI	0	SI	0	0	0	X	3	II	3	SI	3	SI	2	SI	3	SI	3	SI	20
25.CE	3	SD	0	SI	0	0	0	X	3	SD	3	SI	3	SD	3	II	3	II	3	II	22
26.CF	3	SD	0	II	0	0	0	X	3	SI	3	ID	1	ID	2	SI	1	ID	1	ID	20
27.CG	2	ID	1	II	0	0	0	X	3	SD	3	SD	3	II	2	II	3	ID	2	SD	20
28.CH	3	ID	3	II	0	0	0	X	3	ID	3	SD	3	SD	2	ID	3	SD	3	II	24
29.CI	1	SD	0	SI	0	0	0	X	3	ID	3	ID	3	SI	3	SD	3	ID	0	SI	17
30.CJ	1	SI	0	II	0	0	0	X	3	II	3	ID	3	SD	2	SD	3	SI	0	II	16
31.DA	0	SD	0	SD	0	0	0	0	3	ID	3	SD	3	ID	3	SD	3	SI	2	SI	17
32.DB	0	SI	0	SI	0	0	0	X	3	ID	3	II	2	ID	3	SD	2	SD	2	SD	16
33.DC	0	SD	0	SD	0	0	0	X	3	ID	3	II	3	SI	3	SD	3	ID	2	SI	18
34.DD	1	ID	1	SI	0	0	0	X	3	SD	3	ID	3	SD	3	C	3	C	1	SI	19
35.DE	3	I	1	SI	0	0	X	X	3	I	3	I	3	I	3	I	3	C	2	I	23
36.DF	3	SI	1	SD	0	0	0	X	3	ID	3	SI	3	SI	2	ID	3	II	3	II	22
37.DG	3	SI	0	ID	0	0	0	X	3	II	3	SD	3	SD	3	SI	3	SD	3	II	22
38.DH	3	SD	2	II	0	X	0	X	3	ID	3	SD	3	ID	2	SI	3	SI	3	ID	24
39.DI	2	ID	1	II	0	0	0	X	3	SI	3	II	3	II	1	II	3	ID	1	SI	18
40.DJ	3	SI	3	SI	0	0	0	X	3	II	3	SD	3	SD	2	II	3	SD	2	II	23
1 / ID	5	6	6	1	1	4	2	33	1	7	0	7	1	9	2	9	2	13	6	6	
2 / II	4	5	2	17					1	11	1	7	3	9	10	7	2	4	7	13	
3 / SI	22	15	3	16					32	7	31	6	28	8	16	12	30	12	14	11	
SD	0	12	0	3					0	9	0	17	0	10	0	7	0	7	0	6	

CATEGORÍAS

2B	P	Puntuación
	S	Situación
2C	R	Recorrido
	D	Dar a la bola
	X	Correcto
	O	Incorrecto
2D	P	Puntuación
	S	Situación
	SI	Superior izquierda
	SD	Superior derecha
	II	Inferior izquierda
	ID	Inferior derecha
	C	Centro

TABLA GENERAL SOBRE LOS TIPOS DE INTERVENCIÓN SEGÚN EL CONOCIMIENTO PREVIO DEL ALUMNO					
Contenido:				Grupo:	
	Extender	Modificar	Informar	Diferenciar	Conceptuar
Aspecto 1					
Aspecto 2					
Aspecto 3					
Aspecto 4					
Aspecto 5					

Contenido		Intervención	
-----------	--	--------------	--

Aspecto	
---------	--

Preguntas del cuestionario	Respuestas en tabla de frecuencias
----------------------------	------------------------------------

[illegible]

Ideas del alumno	Modo de intervención
------------------	----------------------

[illegible]

