

MEMORIA DE INVESTIGACIÓN

**LOS PROCESOS CIENTÍFICOS EN EL ÁREA
DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA DE ESO.
UN PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS FÍSICAS**

**ANA FORTEZA PUJOL, directora
JESÚS LAHERA CLARAMONTE, codirector**

**Proyecto PR 92/96 - 6860 de la Convocatoria de
Ayudas a la Investigación Educativa de 1996 (MEC/CIDE)**

Madrid , Octubre 1998

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

ANA FORTEZA PUJOL, directora
JESÚS LAHERA CLARAMONTE, codirector
Departamento de Didáctica de Ciencias
Experimentales
Universidad Complutense de Madrid

Colaboradores:

ANDRÉS BARCENA GARCÍA
BALBINO CARRILLO MARTÍNEZ
PILAR DEL POZO GUERRERO
ÁLVARO VALVIDARES GARCÍA NOCEDA
Instituto de Educación Secundaria Isabel la Católica
Madrid

**“GRAN PARTE DEL CONOCIMIENTO
ES EFÍMERO, LAS HABILIDADES DE
PENSAMIENTO NO LO SON JAMÁS.
Y ES LA HABILIDAD DE PENSAR, LA QUE
PROPORCIONARÁ A LOS ESTUDIANTES LA
ADQUISICIÓN DE NUEVOS CONOCIMIENTOS,
RENOVAR CONOCIMIENTOS ANTERIORES, Y
EL CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DEL
CONOCIMIENTO”**

**Robert J. STERNBERG
Universidad de YALE**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Pg 6
PRIMERA PARTE	Pg 7
1 . OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	Pg 8
2 . BASES TEÓRICAS	Pg 10
2.1 Aspectos epistemológicos. Naturaleza y funcionalidad de la experiencia metodológica de investigación en el Aula	Pg 11
2.2 Aspectos cognitivos. El desarrollo de los “procesos de la Ciencia”	Pg 15
2.3 Un modelo de Iniciación Metodológica	Pg 18
3 . EL MODELO DE APRENDIZAJE	Pg 21
3.1 Esquemas estructurantes	Pg 22
3.2 Materiales de aprendizaje	Pg 33
3.2.1 Secuenciación de Actividades	Pg 34
3.2.2 Fichas de Actividades	
Estructura y campos conceptuales implicados	
	Pg 36
3.3 Exigencias del Modelo	Pg 117
3.3.1 Clima de aprendizaje	Pg 118
3.3.2 La evaluación	Pg 120

SEGUNDA PARTE	Pg 123
4 . METODOLOGÍA	Pg 124
4.1 Evaluación cuantitativa	Pg 126
4.1.1. a) Ciclo 12/14. Materiales de evaluación inicial y final.....	Pg 127
b) Ciclo 12/14 Resultados	Pg 148
4.1.2. a) Ciclo 14/16. Materiales de evaluación inicial y final	Pg 157
b) Ciclo 14/16 Resultados	Pg 184
4 . 2 Evaluación cualitativa interna	Pg 190
4.2.1. a) Ciclo 12/14. Extracto de Informes de alumnos	Pg 191
b) Ciclo 12/14. Evaluación	Pg 213
4.2.2. a) Ciclo 14/16. Extracto de Informes de alumnos	Pg 216
b) Ciclo 14/16 . Evaluación	Pg 247
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS	Pg 250
BIBLIOGRAFÍA	Pg 252
ANEXO. El nivel cognitivo de los alumnos	Pg 257

INTRODUCCIÓN

El planteamiento de Investigación que nos ocupa podría situarse en el panorama actual de evolución de la Didáctica de las Ciencias en una línea de profundización en los fines y fundamentos de un **Modelo de Aprendizaje** junto con su **Experimentación** en un contexto educativo determinado. En modo alguno debemos focalizar la investigación solamente en el análisis de nuestros resultados cuantitativos, sino en el enfoque holístico y situacional que nos conduce a la evaluación de una Propuesta Curricular que podría contribuir al fundamento y justificación de una “posible estructura didáctica” (Lijnse, P.L, 1998) para el desarrollo de posteriores teorías didácticas del Conocimiento Escolar y Conocimiento Profesional (Porlan, R., 1998).

En primer lugar nuestras investigaciones anteriores en la línea de búsqueda de estrategias de enseñanza para un Cambio Conceptual (Carey, S., 1985), (West, L. y Pines, A., ed., 1985) en la Educación Científica de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (Forteza, A. y Lahera, J., 1993), nos lleva a alejarnos de las estrategias de enseñanza basadas en Conflictos Cognitivos, y a situarnos en una línea de búsqueda de estrategias de enseñanza que faciliten el “andamiaje” en el alumno de nuevos Métodos de Pensamiento que propicien un Cambio Metodológico y Actitudinal que permita -a mayor o menor plazo- un Cambio Conceptual en lo que se ha llamado “Aprendizaje como Investigación” (Gil, D., 1992).

Todo ello lleva implícito -desde nuestro punto de vista- una demanda intelectual específica en el alumno: la exigencia del desarrollo de nuevos métodos de pensamiento (interdependencia de habilidades cognitivas) y el “pensamiento en el pensamiento” (metaconocimiento), será necesaria para una iniciación a la Metodología Científica. En este sentido hemos diseñado y tratado de fundamentar un Modelo de Desarrollo Procesual que en un aprendizaje por (re)estructuración intenta básicamente la iniciación en el alumno del “pensamiento científico como resolución de problemas” y del “pensamiento científico como razonamiento inductivo” (Kuhn, D., et al., 1988), todo ello contemplado desde un enfoque holístico del Trabajo Científico Experimental (Woolnough, B. 1991) seguido en la convección de que la iniciación a la metodología científica es idónea en los niveles de la ESO -y quizás anteriores- y pueden presentar más obstáculos en niveles educativos posteriores, creemos que el reto de nuestro propósito será en cualquier caso ni desvirtuar este primer acercamiento experiencial del alumno a la Ciencia.

Por otro lado, tanto la iniciación en el planteamiento curricular de la Reforma -acertadamente y de forma novedosa- de las Habilidades y Métodos como verdaderos contenidos de aprendizaje (Coll, C et al. 1992) como la consideración en el Diseño Curricular Base (MEC,1989) de los Objetivos Generales del Area de Ciencias de la Naturaleza en la ESO, han sido un estímulo para la experimentación del Modelo y la obtención de una primera valoración. Desearíamos que nuestro trabajo pudiera ser una aportación útil en la implantación de la Reforma Educativa en nuestro país; hemos considerado tanto las experiencias de otros países como las características de la trayectoria educativa en el nuestro.

PRIMERA PARTE

1 . OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Indagar sobre las posibilidades, limitaciones y funcionalidad de los Procesos como Contenidos Curriculares en el Area de Ciencias de la Naturaleza de ESO, desde el ámbito de las Ciencias Físicas, y desde un, modelo de aprendizaje comprensivo y significativo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Evaluar la función de las habilidades intelectuales e instrumentales en la perspectiva específica de la contextualización de los Procesos científicos en la doble dimensión de construcción de conocimientos y resolución de problemas.
- b) Contemplar el tratamiento coordinado de los ciclos 12/14 y 14/16 de ESO mediante un idéntico enfoque procesual para la transición paulatina de procesos básicos a procesos integrados en cuanto a su desarrollo y funcionalidad. (Objetivo parcialmente cumplido por el desarrollo de la LOGSE en los centros de experimentación del Modelo).
- c) Indagar si el aprendizaje significativo de los procedimientos en el contexto de aprendizaje por investigación influye de manera decisiva en un cambio conceptual, metodológico y actitudinal.
- d) Aportar propuestas fundamentadas y contrastadas para posteriores desarrollos curriculares específicos en el ámbito del Area de Ciencias de la Naturaleza de ESO.

2. BASES TEÓRICAS

**2 . 1 ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS.
NATURALEZA Y FUNCIONALIDAD DE LA
EXPERIENCIA METODOLÓGICA DE INVESTIGACION EN
EL AULA**

La idea de que el Laboratorio en los Centros de Aprendizaje de la Ciencia es un lugar para enseñar Ciencia, está asimilada por la sociedad en nuestra cultura.

Sin embargo, es en los últimos cuarenta años cuando el tema de la naturaleza y función de la ciencia práctica en el Aula ha sido objetivo de análisis importantes (Lazarowitz, R. y Tamir, P., 1994). Es extensa la bibliografía, son diversos los enfoques y a pesar de todos los esfuerzos siguen siendo un tema abierto. Hay estudios importantes de clarificación sobre el estado actual de la investigación realizada en un tema tan complejo (Woolnough, B., Ed 1991; Hegarty-Hazel, E. Ed., 1990; Blosser, P., 1980; Barberá, O. y Valdés, P., 1996; Linjse, P.L., 1998).

Hemos asistido en la segunda mitad del siglo a apasionados esfuerzos de replanteamiento del Problema que en palabras de Karl Popper interesa a todos los hombres que piensan: El problema de comprender al mundo, a nosotros mismos, y a nuestro conocimiento en la medida que forma parte del mundo. En este momento podemos decir que sólo desde un principio de complejidad se podrá llegar a cierta unidad y clasificación. Así ha ocurrido con el concepto de ciencia que no es ni absoluto ni eterno, y no tiene respuesta científica (Morin, E., 1997). Un análisis de la teoría de Kuhn sobre el Cambio Científico nos permite ver la complejidad en el cambio de paradigma, que incluirá cambio de concepción ontológica, metodológica y también de valores (Laudan, L., 1984).

Al pensamiento del Círculo de Viena que propugnaba una ciencia unificada y un lenguaje universal le sucede la visión diacrónica de la ciencia en un contexto de descubrimiento más que de justificación (Estany, A., 1993). La llamada “nueva filosofía de la ciencia” ha avanzado rápidamente en las últimas décadas (Chalmers, A.F., 1990) y nombres tan valiosos como Popper, Conant, Kuhn y sobre todo Toulmin (Novak, J.D., 1998) han influido y siguen influyendo de forma decisiva en las teorías del aprendizaje en la Educación Científica.

Desde el año 1960 en que tiene lugar la publicación del libro “The Process of Education”, de J. Bruner no hay apenas controversia acerca de la importancia de la estructura de la disciplina en su aprendizaje; sin embargo la perspectiva histórica en el desarrollo de los currícula y en la investigación implicada nos indica la complejidad de este empeño (Lijnse, P.L., 1998) que sigue siendo de gran valor y una de las grandes intuiciones de su tiempo.

A su vez, el avance de las Ciencias Cognitivas ha permitido la elaboración de teorías sobre los orígenes del saber y sobre la construcción del conocimiento científico. Se asume el paralelismo entre los procesos de aprendizaje de la ciencia y los procesos de creación científica (Giere, R., 1988).

En la distinción entre aprendizaje por asociación desarrollado por los modelos mecanicistas y aprendizaje por reestructuración característico de las posiciones organicistas (Pozo, I., 1989) “la reestructuración es un producto no sólo de la estructura cognitiva del sujeto, sino también de la estructura de lo real; por ello la

estructuración de **situaciones óptimas para el aprendizaje** es una condición necesaria para la reestructuración”. El conocimiento del proceso -parte fundamental de la estructura- debe formar parte del aprendizaje para 1) poder aplicar el propio conocimiento a nuevas situaciones problemáticas y 2) desarrollar una comprensión de la naturaleza de la investigación científica (Duschl, R.A. et al., 1992).

En este punto es importante asumir -de forma experiencial- el convencimiento de que “en contra de lo que se piensa empíricamente la enseñanza de un saber es un proceso complejo por su carácter activo. La importancia de la motivación o sentimiento de **utilidad**, la prioridad de las actitudes y procedimientos científicos que vertebran los saberes, la elaboración continua e individual por aproximaciones sucesivas de los conocimientos **a partir** y **en contra** de los sistemas de pensamiento de los propios alumnos, las aportaciones selectivas y pluriargumentadas de la enseñanza”... (Giordan, A.. y de Vecchi, G., 1998).

Estas realidades nos llevan a diversas líneas de investigación en la didáctica de las Ciencias experimentales. Temas tan interesantes como los **objetivos** de la ciencia práctica en el aula, el concepto de **metodología** científica y su “transposición” al aula, la interrelación teoría-práctica, la consideración inevitable del **conocimiento tácito** del alumno, la posibilidad de **transferencia** de las facultades adquiridas a otros ámbitos, la complejidad en la **evaluación** por parte del profesor y la forma de considerar el posible **desarrollo** o **progreso** del alumno, son objetos de consideración y estudio. (Woolnough, B., 1991).

El propósito del trabajo experimental en el Aula ha dado lugar a distintos enfoques en la práctica curricular. Históricamente el intento tan loable de enseñar la física como disciplina focalizándolo en su estructura, fue plasmado en Proyectos como el PSSC (PSSC. 1962) de gran influencia internacional, seguido de los Proyectos Nuffield (Ciencia combinada, nivel 11-16, nivel 16-18) (Nuffield Advanced Science, 1973), innovadores en el enfoque de entendimiento de la ciencia y que revolucionaron de algún modo en su tiempo el enfoque de “recetas” en el Laboratorio para la comprobación de la teoría. Inevitablemente debemos indicar que aunque estos Proyectos -y otros análogos- fueron traducidos inmediatamente, en España no se llevaron a la práctica ni se asumió su enfoque en los distintos niveles curriculares. En el año 1965 aparece en EE.UU. el Proyecto pionero en el aprendizaje de los procesos científicos SAPA (AAAS, 1967) al que siguieron otros más tarde en Gran Bretaña, como el Warwick Process Science (Screen, P. 1986), Science Process (Wray Eds, 1987) y con distinto pero muy certero enfoque el Proyecto CASE (Adey, Ph., Shayer, M. y Yates, C., 1995) que contempla la aceleración cognitiva en el contexto del desarrollo de procesos complejos.

El énfasis que pone el National Curriculum de Inglaterra y Gales (DES. 1989) en el diseño y realización de investigaciones en las clases de ciencias en un enfoque de aprendizaje heurístico, da lugar al desarrollo de proyectos basados en Actividades Investigativas como The Assessment of Practical work in Science (Gott, R. et al., 1988) o el Proyecto OPENS (Fairbrother, R.W. et al., 1992).

En Australia se han desarrollado en un enfoque de cambio conceptual el Proyecto POE (Gunstone, R.F y Champagne, AB., 1990) que pretende la reconstrucción de la teoría mediante prácticas cualitativas en el Laboratorio; y en un propósito estratégico de intensificar la metacognición en el alumno el Proyecto PEEL (Baird, J.R. y Mitchell, I., Eds, 1986).

Pretendemos en los siguientes apartados fundamentar la aproximación a un Modelo de Aprendizaje de las Ciencias para el Ciclo 12-16, basado en la resolución de problemas mediante la experiencia de la investigación científica en el Aula, que bajo nuestro criterio requiere el desarrollo adecuado de los Procesos Científicos.

2 . 2 ASPECTOS COGNITIVOS. EL DESARROLLO DE LOS “PROCESOS DE LA CIENCIA”

Existen tres aspectos importantes en la Educación: el conocimiento, la inteligencia y el proceso de pensar, y éste último es la operación a través de la cual la inteligencia actúa sobre la experiencia (De Bono, E., 1991).

El autor anteriormente citado - pionero en este tema - argumenta que esta habilidad en el proceso de pensar **puede** y **debe** enseñarse. Veinte años más tarde muchas investigaciones lo confirman (Segal, J. W. , Chipman, S. F y Glaser, R. ,1985); sin embargo a pesar de la extensa bibliografía no existe una teoría de la cognición ampliamente aceptada a partir de la cual puedan derivarse las prescripciones para mejorar las habilidades de pensamiento.

En este empeño podemos distinguir cinco enfoques de enseñanza centrados en distintos tipos de operaciones: operaciones cognitivas, enfoques de orientación heurística, enfoques de pensamiento formal, pensamiento por medio del lenguaje y el simbolismo, y pensamiento sobre el pensamiento (Nickerson, R.S., et al, 1994).

En el ámbito de la Educación Científica se han desarrollado programas de enseñanza con diversos enfoques. El proyecto “La Ciencia Un enfoque del proceso” (SAPA), está centrado en las operaciones cognitivas; avalado por la Comisión de Educación Científica de la AAAS en el año 1962 (Gagné, R.M., 1967) se basa en ocho “procesos básico de la Ciencia”: observación, empleo de relaciones espacio-tiempo, empleo de números, medición, clasificación, comunicación predicción e inferencia. Nos interesa recalcar de su evaluación (Klausmeier, H.J., 1980) que ... “puede funcionar con bastante eficacia siempre y cuando se midan los progresos de los estudiantes y **se imparta una enseñanza ulterior para consolidar los beneficios obtenidos**”.

Los enfoques basados en el desarrollo del pensamiento formal (Lawson, A.E., 1995) se centra en los esquemas conceptuados que según Piaget lo caracterizan y que son importantes para una comprensión lógico-científica del mundo; entre ellos es digno de referencia el programa “Development of Reasoning in Science” (DORIS) (Collea, F.P y Nummedal, S.G., 1980) de la Universidad de California y que se centra en las habilidades hipotético-deductivas, aislamiento y control de variables, lógica combinatoria, razonamiento proporcional y razonamiento correlacional. En un ámbito europeo - y dentro del nivel de enseñanza que nos ocupa - el piagetiano proyecto Thinking Science (CASE) (Adey, Ph.,Shayer,M. y Yates,C., 1995) pretende el desarrollo desde el estadio de las operaciones concretas al estadio de los operaciones formales contemplando nueve esquemas de pensamiento.

Los enfoques de orientación heurística van dirigidos en palabras de Nickerson (op.cit) “a proporcionar un repertorio de heurísticos que tengan probabilidades de ser eficaces en diversas situaciones que acarrear problemas intelectualmente exigentes, junto con el metaconocimiento sobre estas situaciones” y continúa el autor: “**el enfoque suele suponer la presencia de las capacidades que los programas centrados en las operaciones cognitivas pretenden desarrollar**”. El programa CORT (De Bono, E., 1983) publicado en Inglaterra en 1973 es un buen empleo de ello; la idea de “pensamiento lateral” frente al “control rígido del pensamiento

vertical” creemos que es enormemente útil para nuestro planteamiento: **la identificación de estrategias efectivas en tareas complicadas - y su transferencia a situaciones fuera del contexto educativo - poniendo en juego una serie no organizada de operaciones cognitivas previamente desarrolladas.**

En el empeño tan certero del desarrollo de habilidades metacognitivas tenemos que referirnos en nuestro campo de la Educación Científica a los grandes aciertos en el desarrollo de Técnicas fundamentadas de metaconocimiento y metaaprendizaje (mapas conceptuales y Uve heurística) del equipo de la Universidad de Cornell (Novak, J.D. y Gowin, D.B., 1988).

2 . 3 UN MODELO DE INICIACIÓN METODOLÓGICA

En esta esquematizada panorámica pretendemos situar el **enfoque** y **fin**es específicos de nuestro modelo de aprendizaje del desarrollo de los Procesos científicos en el ciclo 12/16 de la Educación Secundaria Obligatoria, en un intento hacia una búsqueda seguramente siempre inacabada.

La meta educativa en un sentido amplio sería el desarrollo en el alumno de un heurístico específico: el proceso de la metodología de investigación científica, mediante el aprendizaje y utilización de procesos de pensamientos y el desarrollo de estrategias efectivas de integración de estos procesos con el fin de la resolución de problemas.

Tendría, pues, un enfoque de investigación pero sin perder de vista en ningún momento la (re)construcción de las representaciones mentales como estructuras de pensamiento que interactúan en la aplicación de los procesos.

Otros fines básicos en la Educación Científica de los niveles que nos ocupan serían la transferencia del proceso a situaciones de la vida diaria, y la (auto)consistencia de su aprendizaje.

La transferencia o “transposición” de las estrategias efectivas referidas anteriormente son en primer lugar el **Pensamiento Hipotético-Deductivo** como **estructura** de pensamiento (Perkins, D.N.,1986) con el fin más específico de construcción de Modelos Científicos; y en segundo lugar la **Resolución de Problemas Científicos** como capacidad de responder y formular preguntas originales (Bunge, M.,1989).

Con esta doble vertiente coincidimos con los autores que en el contexto de la Psicología Cognitiva conciben el proceso científico como una “indagación en un ámbito de resolución de problemas”, en la idea de que esta indagación está coordinada mediante dos vertientes: un **campo de hipótesis** y un **campo de experimentación**. “La indagación en el ámbito de la hipótesis está doblemente guiada por el conocimiento previo y los resultados experimentales, y la indagación en el ámbito de la experimentación está guiada por el tipo de hipótesis que se está investigando y los resultados de experimentos previos” (Kuhn, D.,1988), (Klahr,D. y Dunbar, K.,1988).

Naturalmente, están presentes en el Modelo un desarrollo indirecto de Pensamiento Inductivo -que incluye el desarrollo de la inferencia causal- el desarrollo de las operaciones del Razonamiento Formal (Inhelder,B. y Piaget,j.,1985) y del Metaconocimiento.

Esta ecléctica visión del proceso científico, cuya relativa complejidad creemos puede llevar a una clarificación en la educación **de** y **sobre** la ciencia se siente de alguna forma integrada en la taxonomía de habilidades del “Pensamiento crítico” como “pensamiento de razonamiento reflexivo que se localiza en la decisión de qué pensar o qué hacer” (Ennis,R.H., 1986).

Sin embargo es en un contexto de **Iniciación Científica como resolución de problemas** donde situamos nuestro trabajo, y el desarrollo de las habilidades de pensamiento -tan necesarias- estaría implantado en el desarrollo de un Área curricular específica.

Debemos detenernos en un primer aspecto que podría ser motivo de controversia: la interrelación del aprendizaje conceptual y el aprendizaje procesual. El conocimiento de la elección y puesta en práctica de las estrategias de investigación estará indudablemente condicionada por las representaciones mentales del alumno (Mayer, R.E., 1992), (Erickson, G. 1994). Especial interés supone la investigación sobre la influencia de las representaciones conceptuales en el análisis de los métodos o estrategias de solución de un problema científico por los alumnos (Schauble, L. et al., 1991) (Forteza, A y Lahera, J., 1997). Es interesante en este punto la consideración del conocimiento tácito - no explícito- del alumno que “cuando se involucra en una actividad científica y tiene conciencia de su empeño, puede poner en evidencia métodos y conceptos (representaciones de pensamiento) inesperadas y que nunca hubiera podido explicitar” (Woolnough, B.E., 1991). Nuestro criterio es que este enfoque junto al de **Iniciación científica como recogida de datos de evidencia empírica** (Millar, R et al, 1994; Bailey y Millar, 1996) pueden ser nuevas líneas valiosas de indagación en la Didáctica de las Ciencias (Millar, R., 1998).

Otro aspecto destacable es la toma de conciencia por parte del alumno de los métodos elegidos, del conocimiento adquirido y su valoración, de las características de la indagación científica ... que le constituyen en “el alumno epistemólogo” en feliz expresión de la didáctica francesa, fundamentada también desde la psicología cognitiva (Peterfalvi, B., 1991).

En definitiva, somos conscientes de los problemas implicados como la **formación del profesorado** y la **evaluación del alumno**, pero nos inclinamos en estos niveles hacia un enfoque investigativo. En la división entre **experimentos**, **experiencias** e **investigaciones** creemos que en el corazón de la actividad científica está el proceso de la investigación, aunque los otros dos aspectos podrán en cualquier caso facilitar este último, y así nos inclinamos hacia una visión holística de la Ciencia Práctica (Woolnough, B., 1991).

El reto de la Iniciación Metodológica no simplificada - que integra métodos diversos y complejos de pensamiento en una “transposición didáctica” (Chevallard, Y., y Joshua, M.A., 1991) adecuada- la creemos idónea y posible en los niveles curriculares que nos ocupan y deseablemente quizás en los anteriores. Los alumnos con este entrenamiento cumplirán con creces por un lado las exigencias de una “alfabetización científica” (Fourez, G., 1994) con la deseable “transferencia” del proceso (Kuhn, D., 1988), y eventualmente estarán preparadas para posibles retos epistemológicos en posteriores niveles curriculares.

3. EL MODELO DE APRENDIZAJE

3 . 1 ESQUEMAS ESTRUCTURANTES

**EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO INVESTIGACIÓN,
PLANTEAMIENTO Y PUNTO DE PARTIDA**

El aprendizaje de ciertos métodos ayudará a comprender mejor la naturaleza de la Actividad científica y la construcción de Modelos de la Ciencia. Los métodos y razonamientos requeridos para la formulación/resolución de problemas por el alumno, podrá facilitar su comprensión en la (re)estructuración de conocimientos

El desarrollo de los “Procesos básicos de la Ciencia”, posible mediante el interdesarrollo de las Actitudes científicas en el alumno (Giordan, 1985) tiene dos objetivos principales: 1) la construcción y utilización de modelos científicos mediante un acercamiento al pensamiento hipotético/deductivo, y 2) la formulación y resolución de problemas mediante un acercamiento a la metodología científica. Estos dos grandes objetivos tienen entidad propia y a su vez interaccionan coherentemente (Esquema I).

Para la categorización de los “Procesos de la Ciencia” como habilidades cognitivas nos hemos basados en la distinción entre Procesos básicos y Procesos integrados (AAAS, 1967), la categoría de Técnicas de trabajo experimental como habilidades instrumentales (Bandiere, M. et al, 1995) y la categoría de habilidades metodológicas que incluye el desarrollo de dos tipos de lenguaje: el lenguaje científico para la Comunicación (Astolfi, Peterfalbi y Verin, 1991) y el lenguaje matemático para la obtención de dependencias funcionales entre variables. (Shell Center for Mathematical Education, 1990).

Se contemplan, pues, en el modelo, cuatro grandes categorías (A, B, C, D) que comprenden (Esquema II) diez categorías: las tres primeras (A.1, A.2, A.3) correspondientes a los Procesos básicos **Observación, Inferencia y Predicción**; las categorías B.1 y B.2 de **Lectura de escalas y Uso de instrumentos** junto a **Organización y Transformación de datos**; categorías C.1, C.2, C.3 correspondientes a **Emisión de hipótesis como modelos de la Ciencia, Control de variables y Diseño experimental** y la **Investigación como resolución de problemas**; finalmente las categorías D.1 y D.2 correspondientes a **Lenguaje científico** y **Lenguaje matemático**. Incluido en el Proceso básico de **Observación** están contemplados los Procesos básicos de **Identificación de variables, Clasificación y Medición** (categorías A.1.1, A.1.2, A.1.3).

La secuenciación de las distintas categorías en el aprendizaje queda reflejada en el Esquema III: en el ciclo 12/14 de ESO se contempla el desarrollo del alumno de los Procesos de **Observación** (que incluye **Identificación de variables, Clasificación y Medición**), de **Inferencia** y de **Predicción/Comprobación**.

Este aprendizaje permite el desarrollo en el Ciclo 14/16 de los Procesos integrados de **Emisión de hipótesis cualitativas como modelos de la Ciencia** y del Proceso de **Investigación para la resolución de problemas** que requiere la competencia en el **Diseño experimental para el Control de variables**

De forma integrada a lo largo de todo el Modelo de aprendizaje se contempla el desarrollo de las Técnicas de trabajo experimental de **Uso de instrumentos de medida, Organización/transformación de datos** -que implica la técnica de representación gráfica y simbólica- y repetidamente la experiencia en el **Informe científico escolar** que permitirá la reflexión que puede y debe llevar a la Metacognición.

Esta base en el desarrollo de los Procesos debe permitir en posibles niveles posteriores de aprendizaje (Bachillerato y Universidad) en las disciplinas científicas un aprendizaje que mediante un Cambio Metodológico facilite en el alumno un

Cambio Conceptual y Actitudinal, en un aprendizaje significativo de las ciencias; en esta dirección una primera evaluación de la validez del Modelo será una iniciación en la **Emisión de hipótesis cuantitativas como producción de conocimientos en un proceso de investigación** que implica la experiencia de Procesos y Técnicas y una comprensión del proceso de producción de conocimientos científicos y su metodología. En todo caso, el Modelo en la Enseñanza Secundaria Obligatoria habrá contribuido a promover una idónea “alfabetización científica” para todos los ciudadanos (Fourez, G. 1994).

Un primer gran objetivo en el Modelo es, como se ha dicho anteriormente, la puesta en práctica por el alumno del Pensamiento hipotético/deductivo con el fin de llegar a “grandes ideas generalizables” para la Explicación Científica (Mayer, R.E., 1992)

Creemos necesaria una dosis de clarificación en el tema del Pensamiento inferencial en la enseñanza de las Ciencias. Las simplificaciones, la confusión de significados, el uso y abuso de un léxico en una degradada “transposición” en los ámbitos educativos puede generar una gran distorsión e la idea sobre los métodos de la Ciencia. Hemos adoptado para este empeño el enfoque de Warwick Process Science (Screen, P., 1996) para el Pensamiento hipotético, que muestra el Esquema IV. La Inferencia -tan necesaria en el alumno de nuestros niveles educativo- permite poner en juego el pensamiento creativo, sus observaciones inmediatas y la experiencia previa que habrá estructurado sus representaciones, y este proceso dará lugar a un posible conflicto entre evidencia y cambio de idea. Sin embargo el status de Hipótesis es otro: la hipótesis es una síntesis de ideas y su exigencia intelectual es mayor. El esquema da idea de cómo un conjunto de Observaciones puede dar lugar a distintas Inferencias, que seguidas si es posible por Predicciones y Comprobaciones, pueden llevar en un proceso no lineal de exigentes operaciones intelectuales a una Idea que cada predicción hará más generalizable denominada por nosotros Modelo Científico y cuyo uso servirá al alumno para la “explicación científica” de situaciones en un aprendizaje como (re)estructuración, e implícitamente para la resolución de problemas.

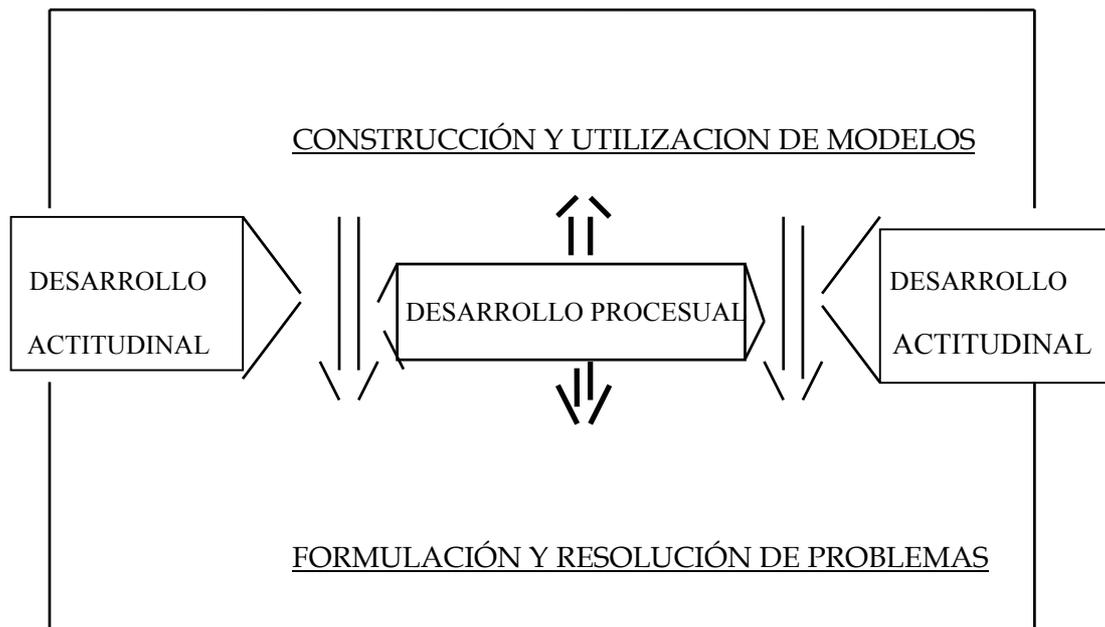
Con referencia al segundo gran objetivo del diseño y realización de Investigaciones para la resolución de Problemas Científicas por el alumno, nos hemos basados en la gran experiencia del proyecto británico Assessment of Performance Unit (APU) (DES, 1987).

El Problema en principio es una tarea “para la cual el alumno no tiene de entrada ninguna respuesta y no puede acudir a métodos rutinarios para emitirla”. La elección del tipo de Problema viene condicionada por distintas categorías: la finalidad, su naturaleza, el material disponible, el contexto, la exigencia conceptual y la exigencia procesual o procedimental. En este aspecto en muchas ocasiones el alumno tendrá que acudir a un “Experimento científico” que requerirá identificación, operativización y control de variables, entre otros procesos y técnicas. En el Esquema V reproducimos un modelo lineal del Proyecto británico APWIS (Gott, R.. et al, 1988), y en el Esquema VI, un modelo esquemático que contempla la “vuelta atrás” en la valoración del resultado para un posible cambio de diseño, y siempre -cuestión que nos parece destacable- la identificación de nuevos problemas (Kempa, 1990). En

todo caso se trata del empleo de métodos heurísticos para los que el alumno ha sido entrenado, y que le permitirán resolver y contestarse cuestiones de interés, sin el uso de fórmulas y algoritmos, con la capacitación para las exigentes operaciones intelectuales que requieren el Experimento, en palabras de M. Bunge “la más rica de todas las formas de experiencia humana” (Bunge, M.).

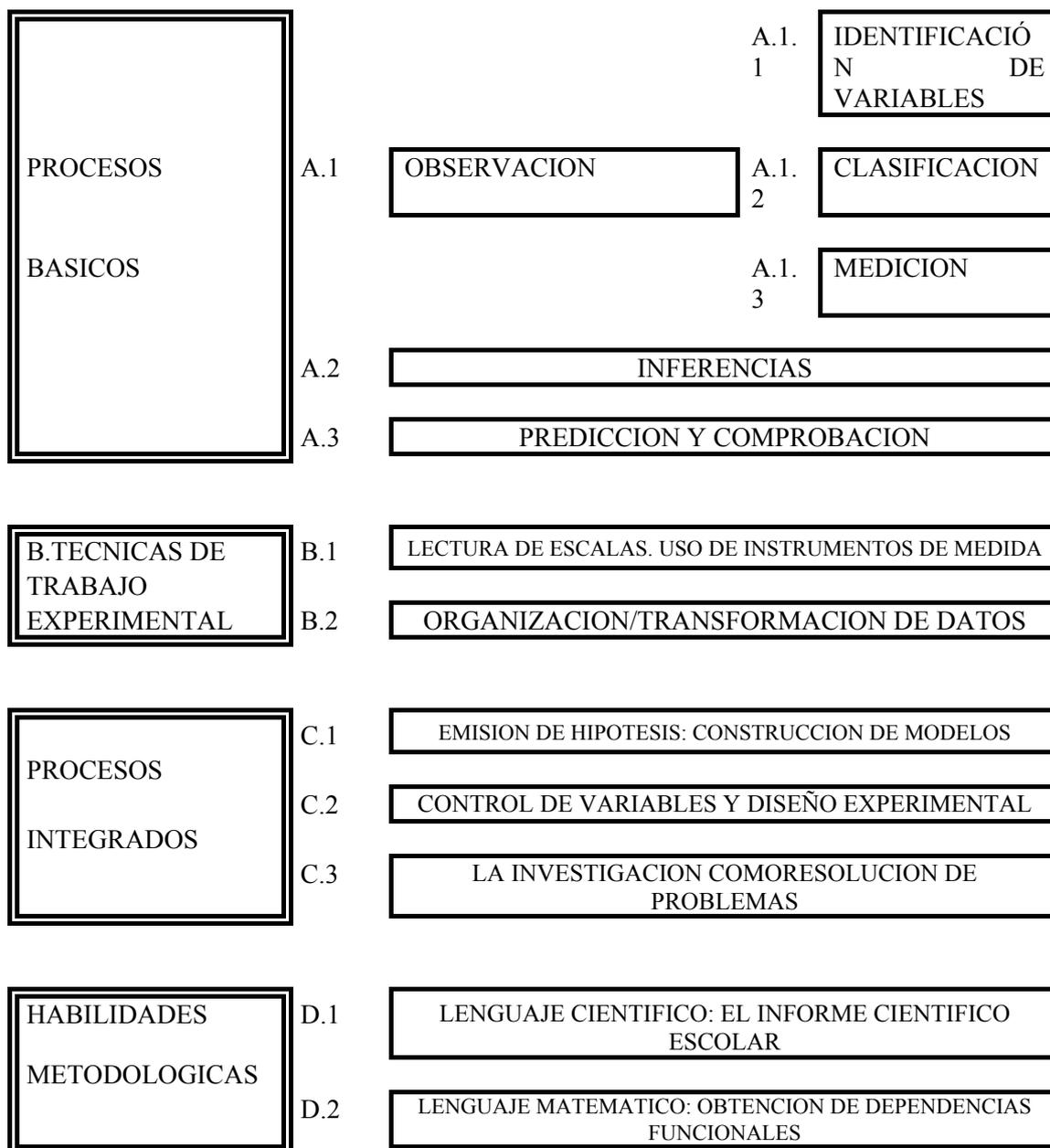
La Hipótesis cuantitativa -la hipótesis propiamente científica- que nos puede conducir a relaciones matemáticas entre magnitudes físicas y por lo tanto a la **construcción de conocimientos científicos en una labor de investigación** será el reto del Modelo de Aprendizaje. Queda implícita la capacitación del alumno para un “aprendizaje como investigación” en el Bachillerato, preparación para niveles universitarios.

ESTRUCTURA DEL MODELO
INTEGRACIÓN DE MÉTODOS , CONCEPTOS Y ACTITUDES



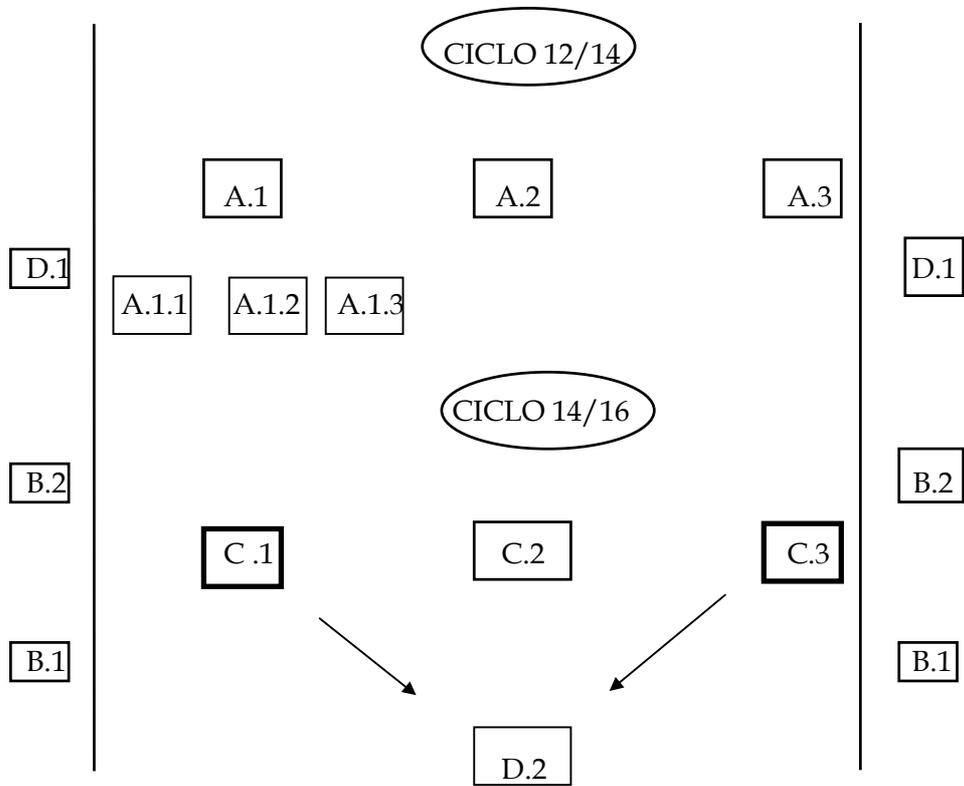
ESQUEMA I

CATEGORIZACIÓN DE LOS PROCESOS CIENTÍFICOS



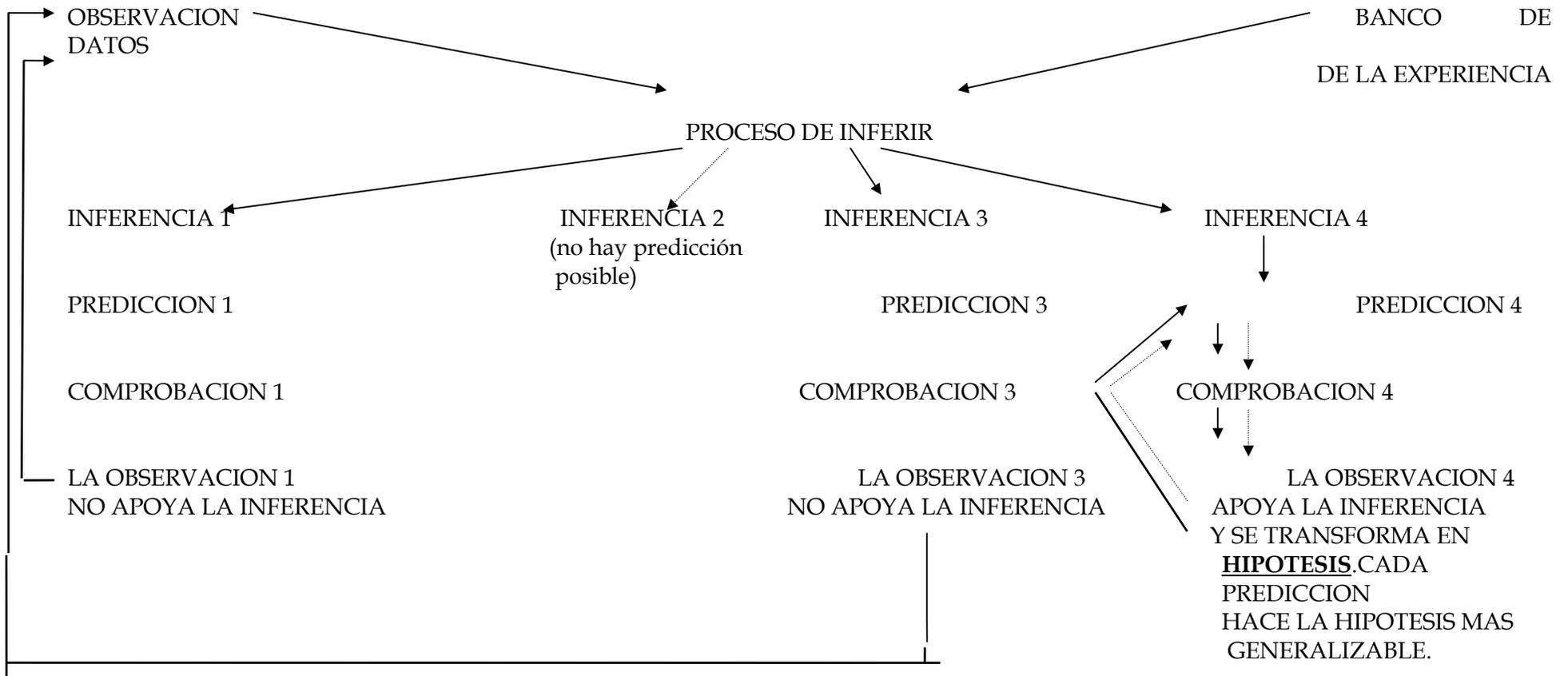
ESQUEMA II

**SECUENCIACIÓN DE CATEGORÍAS
EN EL APRENDIZAJE DE LOS “PROCESOS DE LA CIENCIA”
EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA**



ESQUEMA III

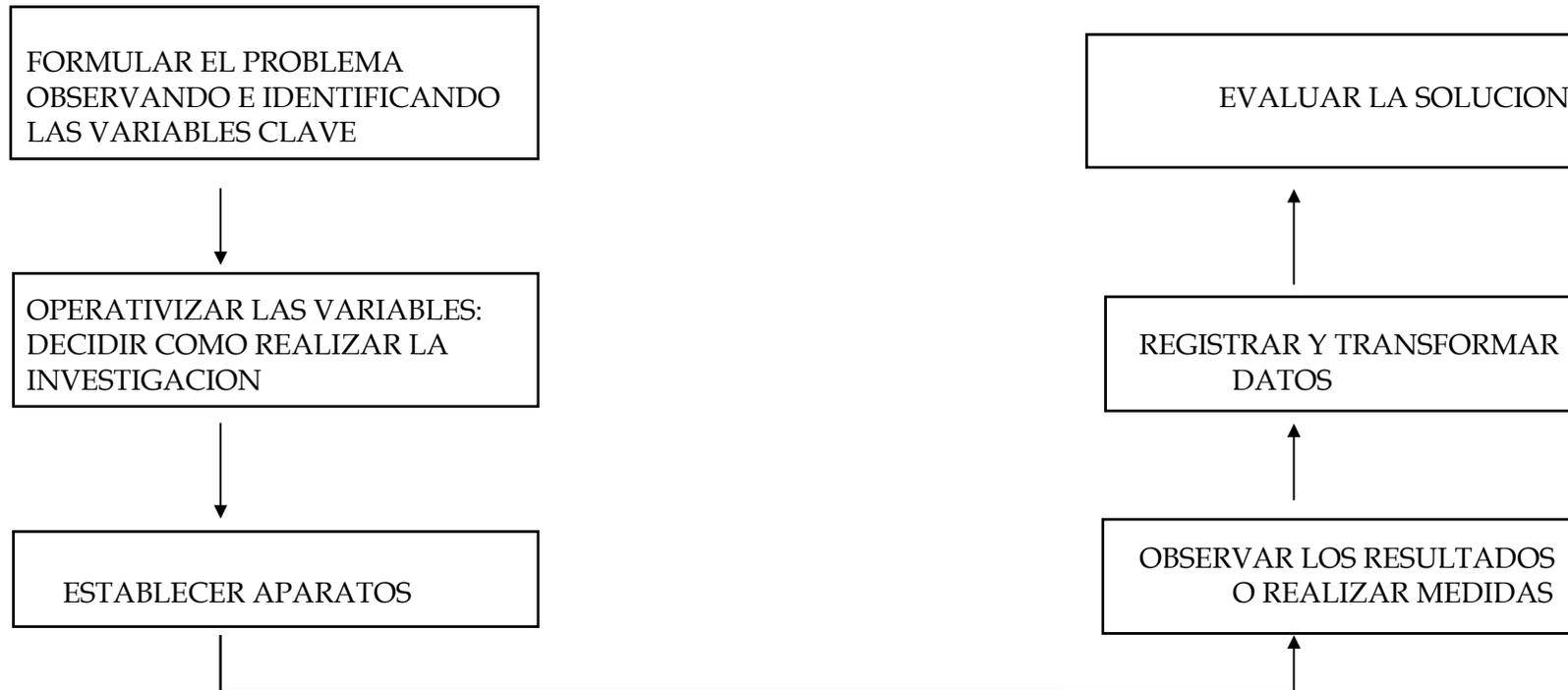
**MODELO ESQUEMÁTICO DE EMISIÓN DE HIPÓTESIS
CUALITATIVAS DE OBSERVACIÓN
(MODELOS DE LA CIENCIA)**



ESQUEMA IV

(WARWICK PROCESS SCIENCE, 1986)

**MODELO ESQUEMÁTICO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
EN LAS INVESTIGACIONES PRÁCTICAS**



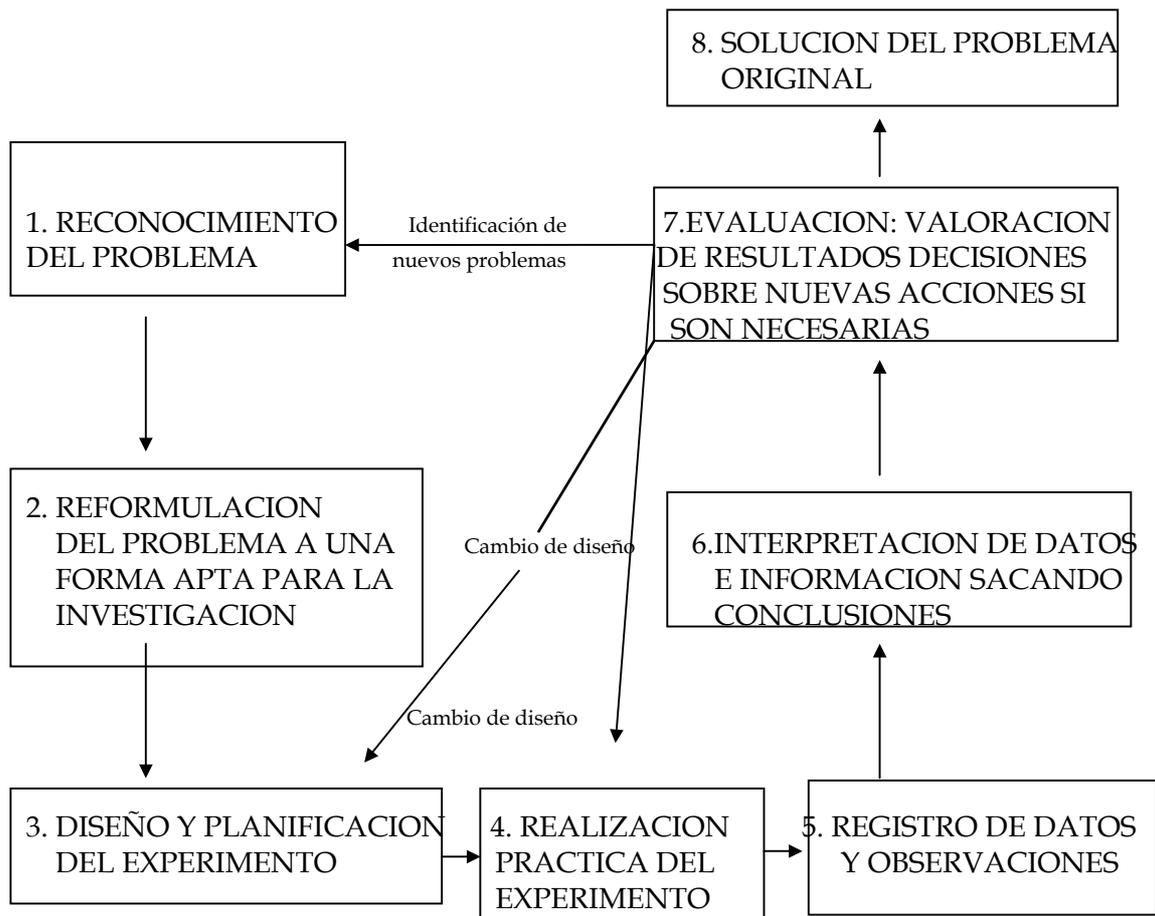
ESQUEMA V

APWIS,

Oxford,

1988

MODELO ESQUEMÁTICO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LAS INVESTIGACIONES PRÁCTICAS



ESQUEMA VI

(Kempa, 1990)

3 . 2 MATERIALES DE APRENDIZAJE

3 . 2 . 1 SECUENCIACIÓN DE ACTIVIDADES

En la selección de Objetivos y Actividades en los dos Ciclos han sido, no totalmente determinante, pero sí muy orientativas, las taxonomías de análisis curricular basadas en modelos de razonamiento empleado y el estadio de desarrollo cognitivo con que se relaciona (Shayer, M., y Adey, P.h., 1984). Presentamos en Materiales anexos los resultados del test de Longeot (Longeot, F., 1962) para la orientación sobre los niveles cognitivos de los alumnos.

En el ciclo 12/14 se pretende el desarrollo de los **Proceso Básicos** (categoría A con las correspondientes subcategorías contempladas), junto con la **Iniciación en el entrenamiento de las Técnicas de Trabajo Experimental** (categorías B.1, B.2).

En el ciclo 14/16 la experiencia en las categorías A y B facilita el desarrollo del **Proceso de emisión de hipótesis como construcción de modelos** (categoría C) como un primer objetivo básico y un primer proceso integrado; con el desarrollo de los procesos integrados de **Control de variables y Diseño experimental** (categorías C.2, C.3) se pretende la iniciación metodológica para la **Formulación y resolución de problemas** (segundo objetivo básico).

La **habilidad en el lenguaje científico** (categoría D. 1) está presente en todo el modelo de aprendizaje y una base para la evaluación del modelo debería ser la comprensión por el alumno en la obtención de dependencias funcionales entre magnitudes físicas (categorías D.2) como producción de conocimientos científicos en el Laboratorio.

Las Fichas de Actividades referentes al desarrollo de los Procesos básicos y del primer gran objetivo de Formulación de Hipótesis están en su mayoría basadas en Actividades del “Warwick Process Science” (Screen, P., 1986) readaptando su estructura a nuestros enfoques.

Asimismo, las Fichas de Actividades correspondientes al desarrollo de Procesos integrados y Actividades Investigativas están basadas en los Proyectos británicos APWIS (Gott, R. et al., 1988), Thinking Science (Adey, Ph. et al 1995) y en el Proyecto de Evaluación APU (Archenhold, F. Ed., 1988).

**3.2.2. FICHAS DE ACTIVIDADES.
ESTRUCTURA Y CAMPOS CONCEPTUALES
IMPLICADOS**

CICLO 12/14

Estructura de las Fichas de Trabajo

Las **Fichas de Trabajo** elaboradas para la enseñanza de los Procesos básicos tienen una misma estructura abierta, con sugerencias básicas para el enfoque de la actividad y una conclusión final de metaaprendizaje. El alumno maneja siempre conceptos científicos básicos y los materiales de trabajo experimental son intencionadamente simples para que no actúen de distractores en la finalidad esencial de la enseñanza de habilidades de pensamiento.

Se han elaborado 10 Fichas de Trabajo. Los objetivos son: Aprendemos a Observar (1 y 2); Aprendemos a Identificar Variables (3 y 4); Aprendemos a Clasificar (5); Observamos e identificamos Variables (6); Observamos y Clasificamos (7); Continuamos Observando: Aprendemos a Medir (8); Realizamos Observaciones y Aprendemos a Inferir (9); Observamos e Inferimos (10). En una ficha suplementaria se contemplan normas básicas y potencialidades de la Representación gráfica - habilidad instrumental- que ha sido utilizada en distintos momentos del proceso.

RELACIÓN DE FICHAS DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS BÁSICOS

CICLO 12/14

OBSERVACION

1. OBSERVAMOS UNA VELA

¿ QUE ESTAMOS TOCANDO ?

OBSERVACION
E IDENTIFICACION
DE VARIABLES

3. VARIABLES

4. IMANES

5. LLEVAMOS AGUA HASTA
EBULLICION

CLASIFICAMOS

6 . NOS IDENTIFICAMOS EN EL
GRUPO

7 . SUSTANCIAS

CONTINUAMOS OBSER
VANDO . APRENDEMOS
A MEDIR

8 . MEDIR Y ESTIMAR

APRENDEMOS A INFERIR

9.1 ¿ QUE HAY EN LA CAJA ?

9 2 ¿ DESAPARECE POR ENCANTO ?

INFERIMOS

10 .¿DONDE Y COMO ESTA LA SAL ?

CICLO 14/16

Las Fichas de Trabajo elaboradas para la enseñanza de los Procesos de este ciclo, tienen una similar estructura abierta, con sugerencias básicas para el enfoque de la actividad y una conclusión final de metaaprendizaje. El alumno maneja siempre conceptos científicos básicos y los materiales de trabajo experimental son intencionadamente simples para que no actúen de distractores en la finalidad esencial de la enseñanza de habilidades de pensamiento.

Se han elaborado tres Fichas de Trabajo iniciáticas (nominadas como 0.1, 0.2, 0.3) referentes a los Objetivos de realizar observaciones y aprender a inferir, y a comunicar una información utilizando la técnica del gráfico. Siguen las 10 Fichas correspondientes al ciclo, habiendo reiterado la última del ciclo 12/14, como forma de conexión. Los objetivos de estas Fichas son: Predecimos y Comprobamos (2 y 3); Formulamos una hipótesis (4 y 5); Nos iniciamos a la Investigación en el Aula, usando los Procesos para resolver problemas (6); Resolvemos problemas (7 y 8). Especial relevancia adquieren las Fichas 9 y 10, que serán comentadas separadamente, como culminación de los procesos seguidos.

RELACIÓN DE FICHAS DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS INTEGRADOS

CICLO 14/16

INFERIMOS	0.1 ¿QUE HAY EN LA CAJA ?
	0.2 QUEMA
COMUNICAMOS. TECNICA DEL GRAFICO	0.3 FUEGOS ARTIFICIALES TAZAS DE CAFE CRONOMETRAR
INFERIMOS	1 . ¿DONDE Y COMO ESTA LA SAL ?
PREDECIMOS	2 ESPUMA DE DETERGENTE
	3 .FUERZAS MAGNETICAS
HIPOTESIS	4 EL PESO DENTRO Y FUERA DEL AGUA.
	5 .ESTIRAMOS MUELLES.
INVESTIGACIONES	6 EL CALOR EN UNA HABITACION
CONTROL DE VARIABLES	EL TIEMPO DE COCCION PARA PREPARAR UN ASADO
	LA CANTIDAD DE ESPUMA DE DETERGENTE AL LAVAR
	LA RAPIDEZ DE ENFRIAMIENTO DE UN LIQUIDO
DISEÑO DE RESOLUCION	HAY MUCHOS TIPOS DE PAN DE MOLDE
	LA LECHE SE AGRIA CON EL TIEMPO
RESOLUCION DE PROBLEMAS	7 SQUASH
	8 .COLUMPIARSE
EXPERIMENTAMOS	9 MARMOL
	10 CALENTAMOS ACEITE

CONTENIDOS CONCEPTUALES IMPLICADOS

CICLO 12/14

Ficha de Trabajo	Contenido conceptual del DCB
1. Observamos una vela (Observación)	B3 3.1 Los cambios que se producen en los sistemas y la energía. 3.3 Calor y temperatura
4. Imanes (Observación y variables)	B14 14.3 El magnetismo
5. Levamos agua hasta ebullición (Observación y variables)	B1 1.5 Discontinuidad de la materia B3 3.3 Cambios de estado
7. Sustancias (Clasificación)	B1 1.1 Características de los sistemas materiales
8. Medir y estimar (Observación cuantitativa)	Objetivo específico de Área: Usar instrumentos de medida
9-2. ¿Desaparece por encanto? (Inferir)	B1 1.5 Discontinuidad de la materia B3 3.5 Cambios de estado
10. ¿Donde y cómo está la sal? (Inferir)	B1 1.3 Sistemas heterogéneos y homogéneos

CICLO 14/16

Ficha de Trabajo	Contenido conceptual del DCB
1. ¿Dónde y cómo está la sal? (Inferir)	B1 1.3 Sistemas heterogéneos y homogéneos
2. Espuma de detergente (Predecir)	B6 6.4 Propiedades del agua
3. Fuerzas magnéticas (Predecir)	B13 13.2 Las fuerzas B14 14.3 El magnetismo
4. El peso dentro y fuera del agua (Hipótesis)	B13 13.4 Fuerzas en fluidos
5. Estiramos muelles (Hipótesis)	B13 13.2 Las fuerzas 13.3 El peso de los cuerpo
6. (Control de variables y diseño de resolución de problemas)	B3 3.2 Procesos de transferencia de energía 3.3 Calor y temperatura B 4 4.1 Cambio físico B 4 4.2 Cambio químico
7. Squash (Resolución de problemas)	B 3 3.2 Procesos de transferencia de energía 3.4 Clases de energía
8. Columpiarse (Resolución de Problemas)	B15 15.1 La propagación de energía en forma no localizada
9. Mármol (Experimento)	B.1 1.1 Características de los sistemas materiales. Propiedades (características) más importantes.
10 Calentamos aceite (Experimento)	B6 6.6 Algunos materiales de interés en la vida cotidiana. Implicaciones tecnológicas.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 1

Fecha:

OBJETIVO : APRENDEMOS A OBSERVAR

Actividad en común.

OBSERVAMOS UNA VELA

MATERIALES
(por grupo)

Vela con soporte
Cerillas
Vaso
Regla
Cronómetro

Sugerencias:

Usamos todos los sentidos
No interpretamos las observaciones
Hay observaciones importantes y
otras menos importantes.
Puede haber observaciones
cuantitativas

ACTIVIDAD

1.- En los primeros 10 minutos observamos y describimos la vela apagada.

2. Encendemos la vela y durante 10 minutos anotamos más observaciones.

3. Finalmente apagamos la vela y dedicamos 10 minutos a realizar más observaciones.

CONCLUSIONES

Seleccionamos, según nuestro criterio , las 5 observaciones más relevantes.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 2

Fecha

OBJETIVO : APRENDER A OBSERVAR

Describimos objetos utilizando el sentido del tacto
Actividad en equipo

¿ QUÉ ESTAMOS TOCANDO ?

MATERIALES

Bolsa que contiene distintos objetos

Sugerencia :

Usamos nuestro vocabulario
para describir nuestras
sensaciones al tacto

Los objetos pueden
ser : rugosos , pesados , fríos,
pequeños , con una forma
determinada...

ACTIVIDAD

1 . Anunciamos y describimos nuestras sensaciones de cada objeto

Objeto (1)

(2)

(3)

(4)

(5)

2 . Intentamos adivinar de qué objeto se trata

Objeto (1)

(2)

(3)

(4)

(5)

3. Dibujamos cada objeto.

CONCLUSION

Seleccionamos una palabra del vocabulario empleado e indagamos en un diccionario sus significados

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 3

Fecha

OBJETIVO : APRENDEMOS A IDENTIFICAR VARIABLES

Actividad en común

VARIABLES

MATERIALES

Se proyectan distintas situaciones

Sugerencia:

En cada situación nos
hacemos las siguientes
preguntas:

¿ Qué varía ? ¿ Qué puedo
variar ?

¿ Hay alguna relación
entre lo que varía ? ¿ Qué
tipo de relación ?

¿ Puedo medir lo que varía ?

ACTIVIDAD

Analizamos las distintas situaciones

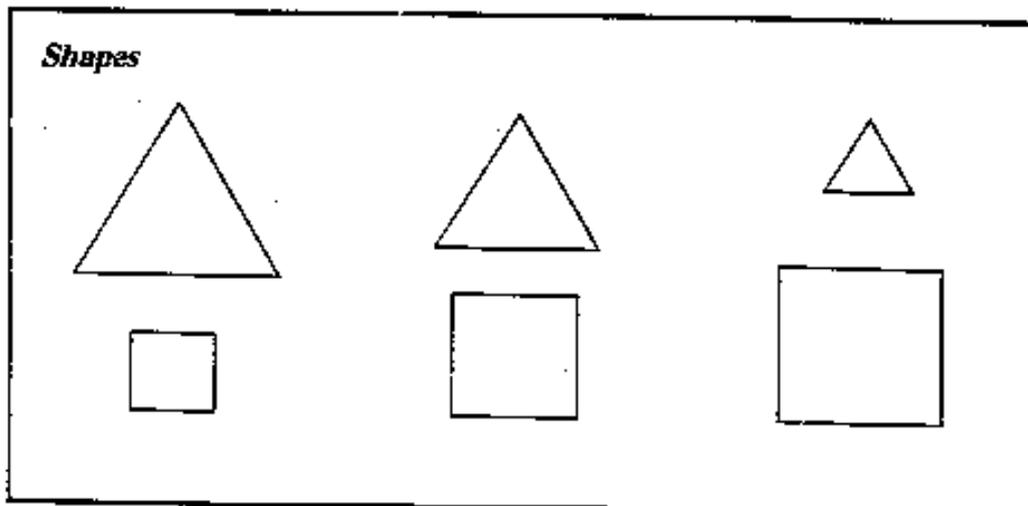
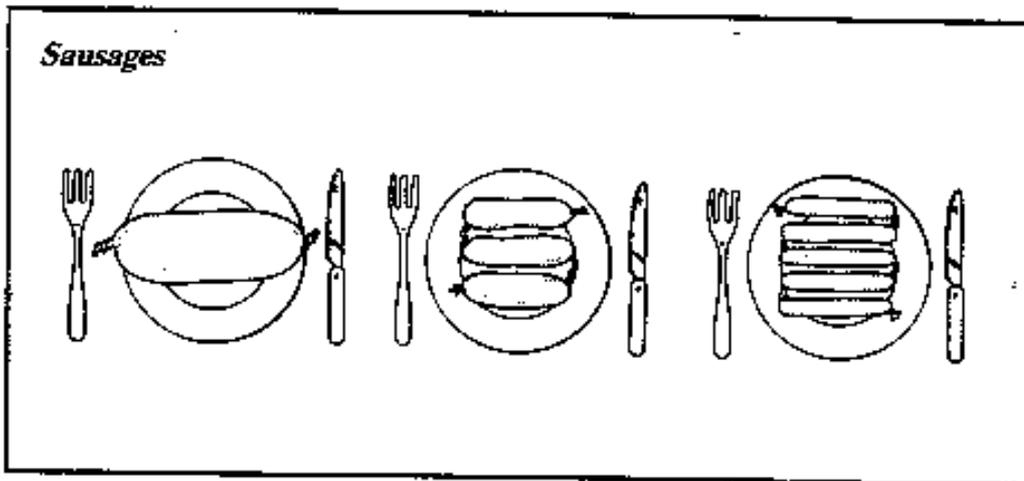
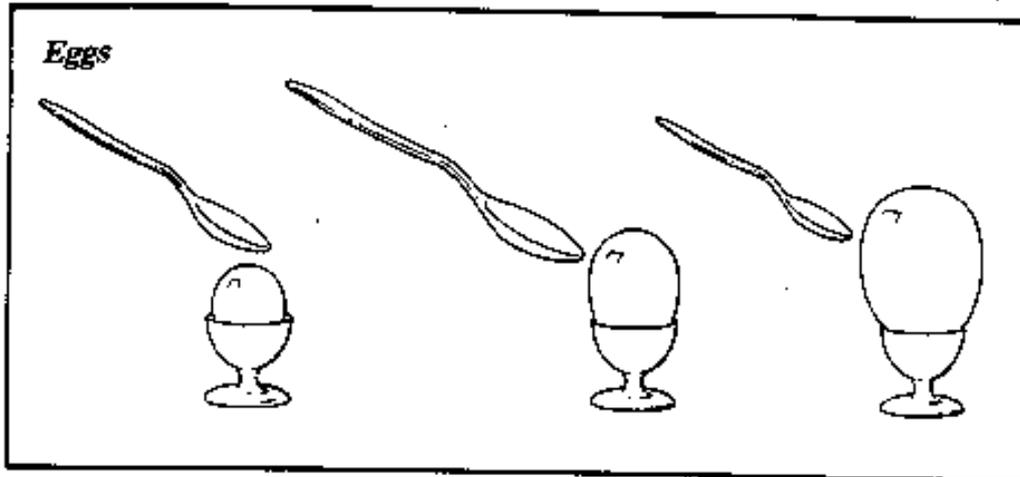
(1)

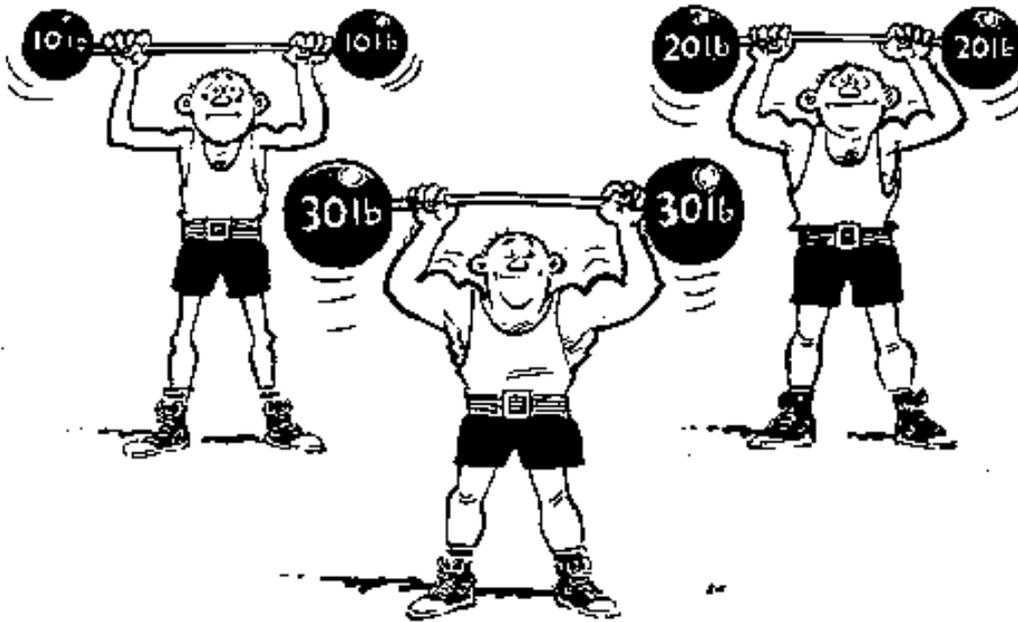
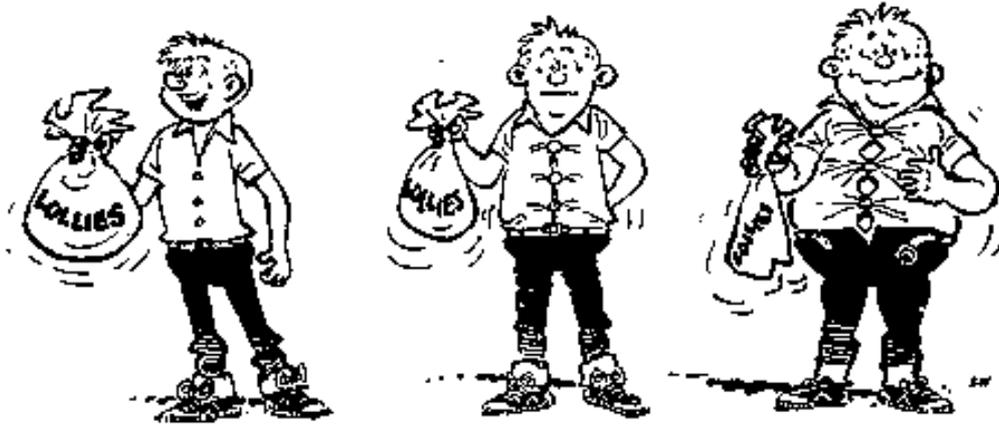
(2)

(3)

CONCLUSIONES

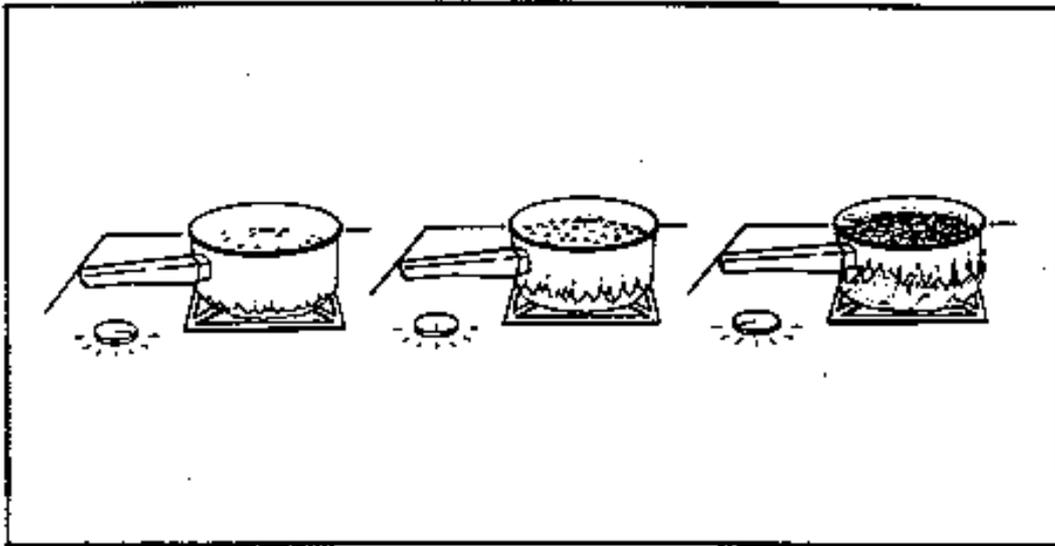
Intentamos definir el término *variable*





CALENTANDO AGUA

- Indica que diferencias observas entre las tres situaciones que aparecen en el dibujo y si existen relaciones entre ellas.



PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 4

Fecha

OBJETIVO : OBSERVAMOS E IDENTIFICAMOS VARIABLES

Actividad en equipo

IMANES

MATERIALES

Imanes (2)

Carritos (2)

Cartulina

Limaduras de hierro

Sugerencias:

Las acciones entre imanes las podemos observar enfrentando los imanes o colocándolos en carritos

Observamos detenidamente con limaduras de hierro cómo es modificado el entorno de los imanes

ACTIVIDAD

1. Observamos y describimos la acción de los imanes. Identificamos variables.
¿ Qué podemos variar ? ¿ Qué varía en consecuencia ?

2 . Colocamos encima de los dos imanes enfrentados por el mismo color de cartulina y espolvoreamos ligeramente limaduras de hierro

Observamos y describimos (también gráficamente) lo que nos parece más importante.

CONCLUSIONES

A tu criterio , ¿ qué es lo que más relevante en el comportamiento de los imanes ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 5

Fecha :

OBJETIVO : OBSERVAMOS E IDENTIFICAMOS VARIABLES

Actividad en equipo

LLEVAMOS AGUA HASTA EBULLICIÓN

MATERIALES

Vaso con agua
Placa calefactora

Sugerencias

Norma de seguridad : ! No tocar la placa ni el vaso ! ! No acercarse demasiado !

Al terminar , desconectar la placa con el mando , sin tocar nada más

ACTIVIDAD

1. Calentamos lentamente con la placa calefactora el vaso con agua. Observamos y describimos los cambios en el agua.

2 . Una vez llevada el agua hasta ebullición y apagada la placa con el mando, cubrimos el vaso con un cristal. Observamos y describimos.

3 . Pensamos:

¿ Qué podríamos haber variado en la situación anterior ? ¿ Qué varía en consecuencia ?

CONCLUSIONES

A tu criterio, ¿ qué cambios relevantes has observado en el agua ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 6

Fecha :

OBJETIVO : APRENDEMOS A CLASIFICAR

Actividad en común

NOS IDENTIFICAMOS EN EL GRUPO

MATERIALES

Fichas de identificación

Sugerencias:

Elegimos criterios objetivos y fácilmente detectables :
género , características de
ojos , pelo ...

ACTIVIDAD

Identificamos los criterios con números y letras

- 1 . Confeccionamos fichas individuales de identificación personal en el grupo.

CONCLUSIONES

Destacamos las características predominantes en el grupo.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 7

Fecha :

OBJETIVO : OBSERVAMOS Y CLASIFICAMOS

Actividad en equipo

SUSTANCIAS

MATERIALES

Colección de objetos sin orden aparente

Sugerencias :

Observamos y pensamos qué similitudes y diferencias puede haber en la colección , atendiendo a si se encuentran en la naturaleza o son fabricadas por la técnica.

ACTIVIDAD

Diseñamos dos grupos claramente identificados

X e Y

CONCLUSIONES

Situamos una nueva sustancia problema en el grupo que proceda, según tu criterio.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 8

Fecha :

**OBJETIVO : CONTINUAMOS OBSERVANDO
APRENDEMOS A MEDIR**

MEDIR Y ESTIMAR

MATERIALES

Distintos instrumentos de medida
Cuerpos de prueba

Sugerencias :

En la medida la observación se
hace más objetiva : cuantificamos.

La estimación pone en juego la
construcción mental comparativa y
muestra una idea de las cantidades.

ACTIVIDADES

I. Dibujamos y leemos escalas

1. Probetas

Escala ...

A

Lectura ...

Escala ...

B

Lectura ...

2. Medidores de fuerzas

Escala ...

A

Lectura ...

Escala ...

B

Lectura ...

3. Cronómetros

Escala ...

A

Lectura ...

Escala ...

B

Lectura ...

4. Medidores de corriente eléctrica

Escala ...

Voltímetro

Lectura ...

Escala ...

Amperímetro

Lectura ...

II Usamos instrumentos de medida

Disponemos de distintos instrumentos de medida.

Seleccionamos en cada caso el instrumento adecuado para contestar las siguientes cuestiones.

1. ¿Cuál es la temperatura del Laboratorio ?
La temperatura es ...

2. ¿Cuál es el largo de la mesa ?
La longitud es ...

3. ¿Cuanto tarda la pelota rodando a lo largo del Laboratorio ?
El tiempo es ...

4. ¿Qué cantidad de agua hay en el vaso ?
El volumen es ..

5. ¿Cuánto pesa el cilindro ?
La masa es ...

6. ¿Qué fuerza tengo que hacer para levantar el cilindro de la mesa ?
La fuerza es

7. ¿Cuanto mide el lápiz ?
La longitud es ...

III Estimamos

Sin usar ningún instrumento tratamos de adivinar/estimar para contestar a las preguntas

- 1 . La longitud de la vela es ...
- 2 . La masa de la goma es ...
- 3 . El área del asiento de la banqueta es ...
- 4 . El volumen del libro es ...
- 5 . El tiempo que tardo en leer un párrafo del libro es ...
- 6 . La fuerza necesaria para alargar la cinta elástica 4 cm es ...

CONCLUSIONES

Seleccionamos un instrumento por su sensibilidad. Indicamos nuestra mejor estimación.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 9.1

Fecha :

OBJETIVO : REALIZAMOS OBSERVACIONES Y APRENDEMOS A INFERIR

Actividad en equipo

¿ QUE HAY EN LA CAJA ?

MATERIALES

Varias cajas cerradas numeradas y cerradas conteniendo cada una un objeto distinto

Sugerencias :

Podemos observar las cajas sopesando , agitando y escuchando pero no mirando el interior.

Usamos el raciocinio y damos un salto hacia lo desconocido , concluyendo qué contienen las cajas.

Recordamos que puede haber varias inferencias para un mismo grupo de observaciones.

ACTIVIDAD

Observamos cuidadosamente cada una de las cajas. Realizamos inferencias acerca de los objetos que contienen.

(1)

(2)

(3)

(4)

CONCLUSIONES

Abrimos las cajas. La evidencia puede afirmar o negar la inferencia .
¿ En qué caso o casos la inferencia no ha sido válida ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 9.2

Fecha :

Actividad en común

¿ DESAPARECE POR ENCANTO ?

MATERIALES

Vaso de vidrio
Pipeta o cuentagotas

Sugerencias :

Ideamos posibles explicaciones para un cambio que ha tenido lugar.

Seguramente habrá distintas posibles explicaciones y matices.

ACTIVIDAD

Tenemos alcohol en un vaso

Echamos cuidadosamente con la pipeta algunas gotas de alcohol en la palma de la mano. Esperamos un momento y observamos.

1 . Describimos nuestras observaciones.

2 . Intentamos explicar el porqué de lo ocurrido.

CONCLUSIONES

Exponemos a votación la que nos parece mejor inferencia.

La inferencia que aceptamos es :

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 10

Fecha :

OBJETIVO : OBSERVAMOS E INFERIMOS

Actividad en equipo

¿ DÓNDE Y COMO ESTÁ LA SAL ?

MATERIALES

Sal común (5 g)
Vasos de vidrio
Lupa binocular
Varilla de vidrio
Porta
Embudo
Papel de filtro
Placa calefactora

Sugerencias :

Observamos detenidamente
Estamos dispuestos sin prejuicios
a pensar y discutir
Predecimos comportamientos y
comprobamos

Sugerencias :

Ideamos posibles explicaciones
para un cambio que ha tenido lugar.

Seguramente habrá distintas
posibles explicaciones y matices.

ACTIVIDAD

- 1 . Observamos la sal ayudándonos de la lupa
Disolvemos la sal en 50 cc de agua.
Observamos

Realizamos inferencias

a) ¿ dónde está la sal ?

b) ¿ qué naturaleza tiene ahora la sal ?
¿ cómo está ?

- 2 . Utilizamos el embudo y el papel de filtro , echamos con cuidado el líquido y lo filtramos.

Realizamos inferencias :

c) ¿ dónde está la sal ?

d) ¿ puedo recuperar la sal ? ¿ cómo ?

Predecimos esta posibilidad

3. Experimentos :

Evaporamos el líquido por el calentamiento y observamos

Contrastamos las inferencias

e) ¿ afirmamos o negamos nuestras inferencias ?

CONCLUSIONES

Hemos seguido la pista de la sal

Comunicamos los resultados

Mostramos gráficamente la forma que toma la sal en su proceso.

CICLO 14/16

Estructura de las fichas de Trabajo

Las **Fichas de Trabajo** elaboradas para la enseñanza de los Procesos de este ciclo (integrados) tienen una similar estructura abierta, con sugerencias básicas para el enfoque de la actividad y una conclusión final de metaaprendizaje. El alumno maneja siempre conceptos científicos básicos y los materiales de trabajo experimental son intencionadamente simples para que no actúen de distractores en la finalidad esencial de la enseñanza de habilidades de pensamiento.

Se han elaborados tres fichas de Trabajo iniciáticas (nominadas como 0.1, 0.2 y 0.3) referentes a los objetivos de realizar observaciones y aprender a inferir, y a comunicar una información utilizando la técnica del gráfico. Siguen las 10 Fichas correspondientes al ciclo, habiendo reiterado la última del ciclo 12/14, como de conexión. Los objetivos de estas Fichas son: Predecimos y Comprobamos (2 y 3) ; Formulamos una hipótesis (4 y 5); Nos iniciamos a la Investigación en el Aula, usando los Procesos para resolver problemas (6); Resolvemos problemas (7 y 8). Especial relevancia adquieren las Fichas 9 y 10, que serán comentados separadamente, como culminación a los procesos seguidos.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 0.1

Fecha :

OBJETIVO: REALIZAMOS OBSERVACIONES Y APRENDEMOS A INFERIR

Actividad en común

¿ QUE HAY EN LA CAJA ?

MATERIALES

Varias cajas numeradas y cerradas conteniendo cada una un objeto distinto

Sugerencias :

Podemos observar las cajas sopesando , agitando y escuchando pero no mirando el interior.

Usamos el raciocinio y damos un salto hacia lo desconocido , concluyendo qué contienen las cajas.

Recordamos que puede haber varias inferencias para un mismo grupo de observaciones.

ACTIVIDAD

Observamos cuidadosamente cada una de las cajas. Realizamos inferencias acerca de los objetos que contienen

(1)

(2)

(3)

(4)

CONCLUSIONES

Abrimos las cajas. La evidencia puede afirmar o negar la inferencia.
¿ En qué caso o casos la inferencia no ha sido válida ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 0.2

Fecha :

OBSERVAMOS : OBSERVAMOS E INFERIMOS

Actividad en equipo

NO TOCAR : QUEMA

Materiales

Mechero Bunsen

Trípode

Lámina de acero (10 * 10 cm)

Pipetas o cuenta gotas.

Sugerencias :

Ideamos posibles explicaciones
para los cambios ocurridos

Habrán seguramente distintas
posibles explicaciones y matices.

ACTIVIDAD

Colocamos la lámina metálica en el trípode y calentamos algunos minutos con el mechero Bunsen con llama pequeña.

Usamos la pipeta o cuenta gotas para echar algunas gotas de encima de la lámina metálica. Podemos repetirlo las veces que queramos.

1 . Observa y describe lo que ocurre :

2 . Intentamos explicar el porqué de lo ocurrido

CONCLUSIONES

Exponemos a votación la que nos parece mejor inferencia. La experiencia que aceptamos es:

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 0.3

Fecha :

**OBJETIVO : COMUNICAMOS UNA INFORMACIÓN,
UTILIZAMOS LA TECNICA DEL GRÁFICO**

Actividad individual

FUEGOS ARTIFICIALES TAZAS DE CAFÉ CRONOMETRAR

Materiales

Papel milimetrado

Regla

Lápiz

Goma

Bolígrafo , rotulador.

Sugerencias :

- 1 Representamos las gráficas de manera espontanea
- 2 Repetimos las representaciones siguiendo las Normas, y comparamos

ACTIVIDAD : FUEGOS ARTIFICIALES

Se lanza un cohete y tenemos recogida la información de los valores correspondientes de tiempo en el aire y altura desde el suelo:

Tiempo en segundos	Altura en metros
0	0
2	65
4	95
6	103
8	97
10	80
12	50
14	25

1 Representamos los valores en un gráfico cartesianos, poniendo el tiempo en el eje horizontal

(Adjunta tu gráfica)

2 De la gráfica sacamos la siguiente información :

a) ¿ A qué altura estaba el cohete a los 9 segundos ?

b) ¿ Cuántos segundos necesitó el cohete para alcanzar los 30 m ?

c) ¿ Cuánto tiempo transcurrió desde que se lanzó hasta que cayó al suelo ?

ACTIVIDAD : TAZAS DE CAFÉ

Algunos alumnos realizaron una investigación para averiguar qué tipo de taza era mejor para conservar el café caliente.

Hicieron lo siguiente. Pusieron la misma cantidad de café caliente en las dos tazas, una de plástico y otra de porcelana, y registraron la temperatura del café durante cada minuto durante cuatro minutos .

Sus resultados fueron :

Tiempo en minutos	Temperatura en °C	
	Taza de plástico	Taza de porcelana
0.0	70.0	70.0
1.0	68.0	66.5
2.0	65.5	64.0
3.0	64.0	62.0
4.0	63.0	61.5

Representa los datos en una gráfica poniendo el tiempo en el eje horizontal.

(Adjunta gráfica)

¿ Qué resultado queda de manifiesto ?

ACTIVIDAD : CRONOMETRAR

Se consigue en la larga mesa lateral del Laboratorio el movimiento de una pequeña llave sujeta a un hilo conectado (arrollado) al eje del motor rotatorio de un viejo tocadiscos.

Se señalan en la mesa, con tiza, varios puntos de control, y se registran los tiempos de paso del móvil por los distintos controles. Esto se realiza para dos velocidades de giro sucesivamente.

Los datos obtenidos se organizan en la tabla siguiente:

Control	Distancia (cm)	Tiempo (s)	Tiempo (s)
0	0	0	0
A	50	38	029
B	100	72	54
C	150	100	78
D	200	137	102
E	250	166	120

Representa los datos en un gráfico cartesiano distancia-tiempo, para los dos movimientos.

(Adjunta gráfica)

Si los puntos están prácticamente alineados en una recta, en ambos casos, la representación de cada movimiento se distingue por el valor de la pendiente de cada recta. A esta pendiente le llamo rapidez.

¿ Puedo llegar a determinar el valor de la rapidez en cada caso ?

GRÁFICAS

NORMAS DE REALIZACIÓN

GRÁFICA CARTESIANA

- Se utiliza cuadrícula o papel milimetrado. Utilizamos primero lápiz y después pasaremos a tinta o bolígrafo.

Los ejes (perpendiculares) se denominan: eje de abscisas (x), horizontal: eje de ordenadas (y), vertical .

El trabajo experimental generalmente consiste en asignar a una variable controlable una serie de valores (variable independiente) y medir los correspondientes valores de otra (variable dependiente).

Los datos experimentales se recogen en una *tabla* numérica en la forma habitual:

Variable x (unidad de medida)	Variable y (unidad de medida)
...	...
...	...
...	...

en general, los valores de la variables independiente se representa en el eje x, y los correspondientes valores de la variable dependiente, en el eje y

Cada par de valores (x , y) determina un *punto* de la gráfica.

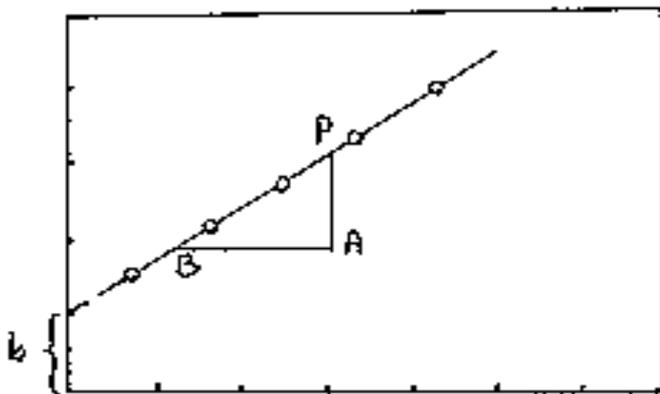
- Se escogen las *escalas* y *límites* en los ejes, a la vista de los datos de la tabla. Los límites determinan una escala adecuada.

Las escalas no tienen que ser forzosamente iguales en los ejes. Se intenta una idónea distribución de los puntos en el papel disponible, evitando que queden concentrados en una zona.

El origen de cada eje suele ser la coordenada de valor 0, pero de acuerdo con el intervalo de variación de los datos experimentales puede ser otro valor, intentando una idónea distribución de los puntos en el papel disponible, evitando que queden concentrados en una zona.

En ocasiones, en cada eje se muestran los correspondientes valores multiplicados o divididos por potencias convenientes de 10, y así se indica en el eje

- Se escribe en cada eje el nombre y símbolo de la respectiva *magnitud física*, señalando entre paréntesis su correspondiente unidad de medida.
Se rotula, en la parte superior de la gráfica o en su base inferior el *título* de la experimentación a que corresponde, en su caso con alguna aclaración adicional.
- Se marca en el papel cada par de valores o coordenadas con un punto, y en torno a cada punto se traza un pequeño círculo, muestra la indeterminación que afecta a toda medida física.
No se anotan en los ejes los valores numéricos concretos de la tabla de datos .
- En general, los puntos así dibujados no se unen por líneas quebradas, sino por una línea continua (*línea óptima*) que se traza haciéndola pasar por la mayoría de los círculos, aunque algunos pueden quedar por fuera de ella, muestra del carácter aproximado y disperso de la medición física.
- Si la línea óptima es una *recta* , la ecuación lineal $y = ax + b$ expresa formalmente la relación entre las variables de experimentación



La pendiente a y la ordenada en el origen b se determinan en la gráfica. La pendiente, mediante $a = PA / AB$; y la ordenada por la lectura directa.

En una misma gráfica cartesiana puede mostrarse en el eje horizontal los valores de la variable independiente y en el eje vertical los valores (en general, a escala distintas) de dos variables dependientes , resultando dos líneas representativas.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 1

Fecha :

OBJETIVO : OBSERVAMOS E INFERIMOS

Actividad en equipo

¿ DÓNDE Y CÓMO ESTÁ LA SAL ?

Materiales

Sal común (5 g)

Vasos de vidrio

Lupa binocular

Varilla de vidrio

Porta

Embudo

Papel de filtro

Placa calefactora

Sugerencias :

Observamos detenidamente

Estamos dispuestos sin prejuicios
a pensar y discutir

Predecimos comportamientos y
comprobamos

ACTIVIDAD

1. Observamos la sal ayudándonos de la lupa
Disolvemos la sal en 50 cc de agua
Observamos

Realizamos inferencias :

a) ¿ dónde está la sal ?

b) ¿ qué naturaleza tiene ahora la sal ?
¿ cómo está ?

- 2 . Utilizando el embudo y papel de filtro , echamos con cuidado el líquido y lo filtramos

Realizamos inferencias :

c) ¿ dónde está la sal ?

d) ¿ puedo recuperar la sal ? ¿ cómo ?

Predecimos esta posibilidad

3 . Experimentamos :

Evaporamos el líquido por calentamiento y observamos

Contrastamos las inferencias

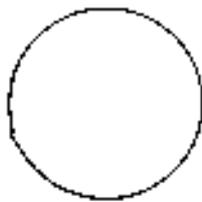
e) ¿ afirmamos o negamos nuestras inferencias ?

CONCLUSIONES

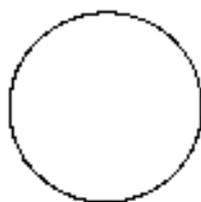
Hemos seguido la pista de la sal

Comunicamos los resultados

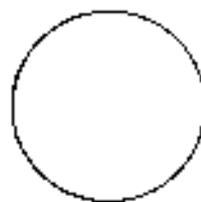
Mostramos gráficamente la forma que toma la sal en su proceso



1



2



3

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 2

Fecha :

OBJETIVO : PREDECIMOS Y COMPROBAMOS

Actividad en equipo

ESPUMA DE DETERGENTE

Materiales

Raqueta con tubos de ensayo

Tapones

Pipeta o cuanta gotas

Doble decímetro

Solución de detergente

Agua del grifo

Agua destilada

Agua del mar (agua del grifo
con una pequeña cantidad de sal)

Sugerencias :

Recogemos información y predecimos un comportamiento

Realizamos predicciones cuantitativas

Las comprobaciones - certeras o fallidas - me sirven de información y me ayudan a realizar nuevas predicciones.

ACTIVIDAD

Ponemos agua hasta la mitad del tubo de ensayo. Añadimos una gota de detergente. Tapamos y agitamos fuertemente unos 10 segundos. Dejamos en reposo el tubo durante 30 segundos.

Medimos la altura de espuma formada. Anotamos el resultado.

Actuamos de igual forma para dos y tres gotas de detergente.

Agua	Cantidad de detergente	Altura de espuma
grifo	1 gota	cm
grifo	2 gotas	cm
grifo	3 gotas	cm

Usamos estos resultados para predecir nuevas situaciones, comprobar, tomar datos y seguir prediciendo.

Agua	Detergente	Altura de espuma Valor de predicción	Valor real
grifo	4 gotas		
destilada	1 gota		
marina	3 gotas		

CONCLUSIONES

¿ Podemos llegar a una explicación sobre las causas de la altura de espuma de detergente en el agua ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 3

Fecha :

**OBJETIVO: OBSERVAMOS
INFERIMOS UN MODELO DE COMPORTAMIENTO
PREDECIMOS DESDE EL MODELO
COMPROBAMOS**

Actividad en equipo

FUERZAS MAGNETICAS

Materiales

Base metálica (ferromagnética)

Medidor de fuerzas (0 - 10 N)

Imanes

Cartulinas (5 * 5 cm)

Cinta adhesiva

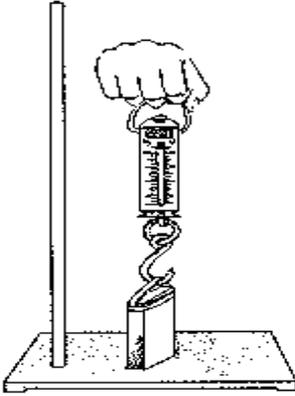
Sugerencias :

Una inferencia no es una certidumbre

En Ciencias una inferencias debe ser probada
con un experimento

ACTIVIDAD

1 . Colocamos el imán encima de la base.
Tiramos hacia arriba y anotamos la lectura
del medidor de fuerzas cuando el imán se
separa de la base.



2 Colocamos ahora una , dos , tres y después cuatro trozos de cartulina entre el imán y la base.

Anotamos la fuerza necesaria para separar el imán de la base en cada caso.

3 Recogemos los datos en una tabla

Hojas de cartulina	0	1	2	3	4
Fuerza (N)					

4 ¿ Qué modelo de comportamiento infieres de tus resultados ?

5 Predecimos la fuerza que creemos necesaria si usamos 5 , 6 , 7 y 8 trozos de cartulina .
Anota tus predicciones en una tabla y compruébalas.

6 Predecimos qué fuerza será necesaria para levantar el imán en el caso de que pudiéramos
intercalar 2 1 / 2 hojas de cartulina.
Anoto mi predicción.

CONCLUSIONES

Dispongo de información en forma de tablas de resultados .
Me sirvo de la técnica del gráfico para comunicarlos.

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 4

Fecha :

OBJETIVO : Formulamos una HIPOTESIS, llegamos con el uso de una secuencia de procesos básicos a una idea científica que nos sirve para resolver problemas.

Actividad en común

EL PESO DENTRO Y FUERA DEL AGUA

Materiales

Objetos del mismo tamaño y de distinto material

Objetos de distinto material e igual tamaño

Recipientes con agua

Medidor de fuerzas

Probetas

Sugerencias :

Observamos , inferimos - ideamos posibles explicaciones - que nos sirvan para predecir comportamientos , comprobar, y seguir observando.

Al final , quizá podamos formular una idea generalizable.

ACTIVIDAD

1 Pesamos dos objetivos del mismo tamaño y distinto material, en el aire y en el agua .
Recogemos los resultados de una tabla.

Medimos su volumen por desplazamiento en agua en una probeta. Anotamos los resultados en la tabla.

Objetivo	Peso		Volumen
	en aire	en agua	
A			
B			

Observamos: ¿ Qué ocurre con el peso de estos objetos ?

Predecimos: ¿ Qué ocurrirá con el peso del objeto C de la colección ?

Comprobamos: ¿ Es correcta la predicción ?
Si no lo es, ensayamos de nuevo otra predicción

Nuevas observaciones y datos:

2 Pesamos dos objetos del mismo material y distinto tamaño, en el aire y en el agua .

Medimos su volumen por desplazamiento en agua de una probeta.

Objeto	Peso		Volumen
	en aire	en agua	
D			
E			

Observamos: ¿ Qué ocurre con el peso de estos objetos ?

Predecimos: ¿ Que ocurrirá con el peso del objeto F de la colección ?

Comprobamos: ¿ Es correcta la predicción ?
Si no lo es, ensayamos de nuevo otra predicción

Nuevas observaciones y datos :

3 Considero las actividades 1 y 2 , y los datos recogidos

Formulo con todo ello una idea generalizable sobre lo que ocurre con el peso de los objetos en el agua .

CONCLUSIONES

¿Puedo explicar el hecho de la muerte de ballenas varadas en la playa aunque puedan respirar en el aire ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 5

Fecha :

**OBJETIVO : Formulamos una HIPÓTESIS,
llegamos con el uso de una secuencia de procesos
básicos a una idea científica que nos sirve para
resolver problemas.**

Actividad en equipo

ESTIRAMOS MUELLES

Materiales :

Muelles nuevos de acero (3)

Masas de 100 g para colgar de los muelles

Regla graduada en mm

Base con varilla de suspensión.

Sugerencias :

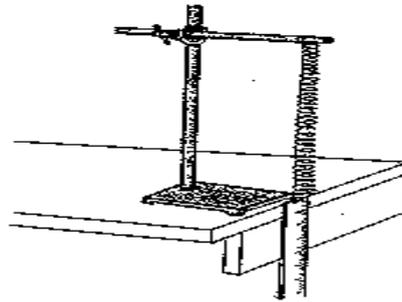
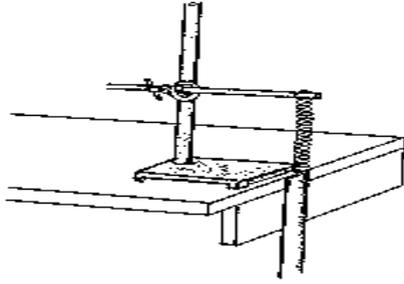
Observamos y medimos

Inferimos un modelo de comportamiento y
predecimos

Comprobamos y seguimos observando

Al final , quizás , podamos formular una idea
generalizable

ACTIVIDAD



Sujetamos un muelle en la varilla. Suspendemos una masa y medimos el alargamiento del muelle. Anotamos el resultado y añadimos dos masas .

Repetimos las medidas con dos muelles unidos :

OBSERVACION

Carga	Alargamiento (mm) para un muelle	Alargamiento (mm) para dos muelles
1		
2		
3		

INFERIMOS

¿ Qué deduces de tus resultados ?
Dibuja una gráfica para ayudarte

(Adjunta gráfica)

PREDECIMOS Y COMPROBAMOS

¿ Qué resultados predecimos para tres muelles unidos ?

Carga	Predicción de alargamiento	Alargamiento real
1		
2		
3		

OBSERVAMOS NUEVAMENTE

Dos muelles alargan que un muelle
Tres muelles alargan que un muelle

¿ Puedo generalizar una idea ?

HIPOTESIS



Juan (15 años)



María (12 años)

CONCLUSIONES

¿ Puedo saber científicamente quién es el más fuerte?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 6

Fecha :

Actividad individual de “lápiz y papel” y diálogo con el profesor.

INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA USAMOS LOS PROCESOS PARA RESOLVER PROBLEMAS

**OBJETIVOS : I) APRENDEMOS A IDENTIFICAR VARIABLES
EN DISTINTAS SITUACIONES**

**II) DISEÑAMOS EXPERIMENTOS PARA
RESOLVER PROBLEMAS DE FORMA
CIENTÍFICA (INVESTIGACIONES)**

Sugerencias :

Llamamos VARIABLE a los factores que afectan o influyen a una situación determinada.

En un EXPERIMENTO distinguimos las VARIABLES CLAVE:

V . INDEPENDIENTE: lo que puedo variar a voluntad

V. DEPENDIENTE: lo que varía en consecuencia, y puedo medir.

Distinguimos las VARIABLES DE CONTROL que deben permanecer inalterables y otras VARIABLES que consideramos no influyen de forma sensible en el planteamiento

Ideamos vías o métodos para poder controlar estas variables y llevar a cabo un EXPERIMENTO.

Elegimos instrumentos de medida adecuados

I . DISCUTIMOS SOBRE LOS FACTORES QUE AFECTAN DE ALGUNA MANERA A SITUACIONES DE LA VIDA DIARIA

A EL CALOR EN UNA HABITACIÓN

B EL TIEMPO DE COCCIÓN PARA PREPARAR UN ASADO EN EL HORNO

C LA CANTIDAD DE ESPUMA DE DETERGENTE AL LAVAR LOS PLATOS

D LA RAPIDEZ DE ENFRIAMIENTO DE UN LIQUIDO CALIENTE CONTENIDO EN UN RECIPIENTE

II DISEÑAMOS EXPERIMENTOS PARA RESOLVER PROBLEMAS:
IDENTIFICAMOS VARIABLES (INDEPENDIENTES, DEPENDIENTES Y DE CONTROL) Y DECIDIMOS LO QUE NECESITAMOS MEDIR Y QUE MATERIAL NECESITAMOS

PROBLEMA A

HAY MUCHOS TIPOS DE PAN DE MOLDE
¿ CUAL DE ELLOS CONTIENE MAYOR CANTIDAD DE AGUA ?

PROBLEMA B

LA LECHE SE AGRIA CON EL TIEMPO
¿ CON QUE RAPIDEZ AUMENTA SU ACIDEZ ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 7

Fecha :

Actividad en equipo

SQUASH

OBJETIVO: Resolver el problema que se nos plantea:

¿ ES POSIBLE QUE LA PELOTA TENGA MEJOR REBOTE DESPUES DE JUGAR AL SQUASH DURANTE ALGUN TIEMPO ?

Materiales :

Pelota de squash
Vaso de 600 ml
Cinta métrica
Fuente de calor
Termómetro
Cronómetro
Pinzas
Gamuza o guantes aislantes

Sugerencias :

Reformulamos el problema para poder investigar de la forma siguiente:
“Nos interesa averiguar si la temperatura de una pelota de squash afecta a su rebote”

Usamos un proceso básico muy importante :
LA MEDIDA

Quizá en algún caso tengamos que acudir a un valor medio de varias medidas

Vamos a investigar con rigor e imparcialidad

Vamos a realizar un Experimento

I . PLANIFICAMOS EL EXPERIMENTO
DECIDIMOS QUE COSAS DEBEMOS MEDIR Y COMO LAS VAMOS A
REALIZAR:

II . IDENTIFICAMOS LOS FACTORES O VARIABLES QUE AFECTAN A ESTA
SITUACION:

A) VARIABLE QUE VOY A CAMBIAR A VOLUNTAD

B) VARIABLE QUE ME INTERESA MEDIR LO MAS CORRECTAMENTE
POSIBLE

C) VARIABLES QUE MANTENGO CONSTANTES A LO LARGO DEL
EXPERIMENTO

D) OTRAS VARIABLES QUE CONSIDERO NO INFLUYEN DE FORMA
SENSIBLE

III . REUNIMOS Y ORGANIZAMOS LOS DATOS OBTENIDOS EN TABLAS Y
GRAFICA

IV . COMUNICAMOS LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES
EVALUAMOS NUESTRA SOLUCION

V . ¿ PODEMOS EXPRESAR UN NUEVO PROBLEMA QUE HAYA PODIDO SURGIR ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 8

Fecha :

Actividad en equipo

COLUMPIARSE

OBJETIVO : Resolver el problema que se nos presenta :

¿ QUIEN LOGRA COLUMPIARSE MAS RAPIDO ?

¿ EL QUE ELIGE EL COLUMPIO MAS ALTO ? ¿ EL QUE PESA MAS? ; ¿ O A LA VEZ : EL QUE PESA MAS Y EL ELIGIO EL COLUMPIO MAS ALTO ?

Materiales :

Un carrete de hilo

Esferas de masas distintas

Bases, soporte, varilla, abrazadera

Cronómetro

Cinta métrica

Balanza

Sugerencias :

Proponemos una reformulación del problema para poder investigar.

Tenemos dos variables que podemos variar a voluntad; quizá tengamos que diseñar 2 Experimentos para llegar a una solución

Pensamos de qué forma puedo medir la “velocidad de balanceo ...”

I . PLANIFICAMOS EL EXPERIMENTO.

DECIDIMOS QUE COSAS DEBEMOS MEDIR Y COMO LAS VAMOS A REALIZAR

II . IDENTIFICAMOS LOS FACTORES O VARIABLES QUE AFECTAN A ESTA SITUACION:

A) VARIABLE QUE VOY A CAMBIAR A VOLUNTAD

B) VARIABLE QUE ME INTERESA MEDIR LO MAS CORRECTAMENTE POSIBLE

C) VARIABLES QUE MANTENGO CONSTANTES A LO LARGO DEL EXPERIMENTO

D) OTRAS VARIABLES QUE CONSIDERO NO INFLUYEN DE FORMA SENSIBLE

III . REUNIMOS Y ORGANIZAMOS LOS DATOS OBTENIDOS EN TABLAS Y GRAFICA

IV . COMUNICAMOS LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES
EVALUAMOS NUESTRA SOLUCION

V . ¿ PODEMOS EXPRESAR UN NUEVO PROBLEMA QUE HAYA PODIDO SURGIR ?

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 9

Fecha :

Actividad en equipo

MARMOL

**OBJETIVO : Hallar relaciones entre dos magnitudes físicas :
Hay un lenguaje que podemos usar : el lenguaje
matemático**

Materiales :

Probeta

Balanza

Trozos de mármol de distinto tamaño

Sugerencias :

En esta situación identificamos dos variables que son a su vez magnitudes físicas

Quizá tengamos que realizar en algún caso medidas indirectas

Recordamos el uso de la Técnica del Gráfico y la ecuación matemática de la representación de una línea recta

I . Medimos las variables que hemos identificado en los distintos trozos de mármol y organizamos los resultados en una Tabla

II . Representamos en un gráfico cartesiano nuestros resultados

III . a) Describimos la relación mostrada por esta gráfica

b) Conocemos la ecuación matemática de la representación de una línea recta y el proyecto de pendiente.

¿ Podemos expresar esta relación con una ley matemática o fórmula ?

c) El valor de la pendiente es una propiedad que puede ayudar a distinguir la sustancia con la que hemos trabajado (mármol, o carbonato de calcio)

¿Cuál es este valor y cómo llamamos a esta propiedad ?

IV . Vamos a intentar recordar y enumerar todos los Procesos científicos que hemos puesto en marcha para llegar a esta fórmula:

PROCESOS CIENTÍFICOS

Sesión 10

Fecha :

Actividad en equipo

CALENTAMOS ACEITE

OBJETIVO : Hallar relaciones entre dos magnitudes físicas.

Hay un lenguaje que podemos usar: el lenguaje matemático para resolver un problema :

“Al calentar el aceite se vuelve más fluido . Puedo explicar mejor este comportamiento ?”

Materiales :

Base con soporte y agarradera

Vasos de vidrio (2)

Embudo

Termómetro

Cronómetro

Sugerencias :

Realizamos un control de variables : un experimento científico.

El proceso de la medida (cuantificar) es un proceso básico. Puedo medir de alguna forma la fluidez del aceite por el tiempo que tarda en caer por un embudo

La técnica del gráfico nos ayuda a leer la información obtenida y a resolver problemas

I . Planificamos el experimento para resolver el problema .
Decidimos qué medir y cómo realizarlo.

II . Identificamos las variables que afectan a esta situación

A Variable que voy a cambiar a voluntad. Elijo cinco valores distintos

B . Variable que me interesa medir lo más correctamente posible

C . Variables que mantengo constante a lo largo del experimento

III . Reunimos y organizamos los datos obtenidos en una Tabla

IV . Usamos la Técnica del gráfico para poder mostrar una relación entre dos magnitudes

V . Describimos esta relación .

Indicamos diferencias entre la relación obtenida y la que obtuvimos en la Sesión 9

VI . Intentamos recordar los Procesos científicos que hemos utilizado para resolver nuestro Problema

3 . 3 EXIGENCIAS DEL MODELO

3 . 3 . 1 CLIMA DE APRENDIZAJE

El Modelo de aprendizaje pretende desarrollarse en una teoría cognitiva de (re)estructuración en la instrucción (Pozo, J.I., 1989) y siendo la reestructuración “un proceso complejo, producto no sólo de la estructura cognitiva del sujeto, sino también de la estructura de lo real, será una condición necesaria para la reestructuración la estructuración de situaciones óptimas de aprendizaje”.

En la planificación cuidadosa de las interacciones entre el sujeto y su objeto de conocimiento, está implícita en el Modelo una gran consideración del **clima de aprendizaje** (Lazarowitz, R. y Tamir, P., 1994), y ello incide directamente en la exigencia de la función del profesor.

Como en todo empeño de enseñanza de habilidades de pensamiento, el profesor tendrá una gran responsabilidad y exigencia en el posible éxito (De Bono, E., 1991), que se acrecienta en nuestro caso al centrarnos en la iniciación a la Metodología científica. Esta iniciación metodológica, posible en nuestros niveles de enseñanza, -y cuyo intento de experiencia en otros niveles superiores de aprendizaje tiene grandes retos y problemas planteados en la investigación didáctica (Gabel, 1994)- lleva consigo el gran reto de una “transposición” no simplista de la ciencia y sobre la ciencia. Si el profesor no ha tenido en alguna medida una formación experimental del trabajo científico que le haya proporcionado una visión no rígida ni dogmática de la Metodología y unas reglas, no reducida al pensamiento lógico, compleja en la diversidad de valores, objetivos y métodos (Laudan, L., 1984), rica en intuiciones, “sin razones”, conocimientos tácitos y quizás ausencia de consciencia del proceso -seleccionado la mayoría de las veces por el peso del problema planteado-, no podrá conseguir fácilmente el clima deseable de aprendizaje.

Serán por lo tanto unas exigencias epistemológicas y también psicológicas (la percepción de las deficiencias de razonamiento) en el profesorado las que pueden hacer factible un idóneo clima de trabajo.

La interacción de profesor/alumno/equipo de trabajo ha sido contemplada desde distintas categorías (Solomon, J., 1991). No sólo es la sugerencia de explicación de “lo que ocurre” y “por qué ocurre”, lo que tiene que focalizar el discurso del profesor, sino que es importante dialogar sobre lo percibido, lo programado y seleccionado, en una labor de ayuda tutorizada evitando tensiones y frustraciones; la clarificación, organización, reformulación, el estímulo y sobre todo un aspecto inédito: la ocasión en una dirección determinada para que no se pierda el significado. Se requiere por tanto una nueva función en el profesorado. Se tratará no de transmitir “saberes” o “métodos”, a priori, sino de una interacción en las Actividades que proporciona un clima receptivo, de interés hacia el alumno y de convicción en la idoneidad de un modelo de integración de competencia metodológica y conceptual para unos objetivos de aprendizaje “a largo plazo” (Astolfi, et al., 1984).

Debemos destacar en este punto que retos educativos como el que nos atañe, demandan más esfuerzos de investigación también y primordialmente en el tema de los Modelos formativos de Profesorado de Educación Secundaria, con la finalidad de propuestas que orienten hacia una práctica fundamentada y crítica (Investigación en la Escuela, 35, 1998).

3.3.2 LA EVALUACIÓN

Reconocemos en el tema tan complejo de la **Evaluación del Proceso del alumno** la interconexión -intercondicionamiento- entre tipo de evaluación/modelo de aprendizaje. En el caso de un modelo de desarrollo procesual con dos fines explicitados que pretenden la experiencia de la “explicación científica” y de la “metodología de investigación”- claves en la posible visión del alumno sobre y de la ciencia- el tema es aún más complicado; se haya en juego la posible y desgraciadamente frecuente trivialización de la naturaleza científica.

El aspecto más importante a considerar en el tipo de evaluación es la consciencia interiorizada por el profesor del objetivo principal del aprendizaje. En nuestro caso serían condicionantes los objetivos y finalidades de la Educación Científica; en segundo lugar sería el objeto determinado por los enfoques - en este caso epistemológicos y psicológicos- del profesorado en un Proyecto educativo concreto; en tercer lugar sería la consideración de la orientación de las Actividades de aprendizaje y su secuenciación. Y en este punto igualmente tenemos que insistir en la importancia de la formación fundamentada y crítica del profesorado.

Nos inclinamos decididamente en nuestro Modelo por una **forma holística de valoración del Proceso** (Woolnough, B., 1991) que implica por parte del profesor una **visión experiencial holística de la investigación científica**, exigencia ineludible para los niveles contemplados. El tema es complejo. El profesor B. Woolnough pronuncia una frase certera: “la calidad de una investigación es reconocible pero no explicitable”.

Por todo ello aunque valoramos los esfuerzos realizados en la investigación educativa de Evaluación de procesos, actitudes y metodología científica (Giordan, A., 1985), (Harlen, W., 1989), (Kempa, R.F., 1990), en el sentido de categorizar los niveles de comportamiento, nos inclinamos hacia una valoración del proceso científico no reduccionista; necesariamente se contempla una serie de componentes en el desarrollo para lograr un **todo**, pero ese desarrollo tiene que ser apreciado de forma holística. Habrá eventualmente ocasiones educativas posteriores para la profundización en procesos específicos de la metodología científica.

Volvemos a Woolnough para especificar los cuatro aspectos primordiales a considerar es este **todo** que pueden desarrollarse en espiral y en cuyo núcleo no deben perderse de vista la experiencia extracurricular y el pensamiento propio que aporta al alumno a las oportunidades de aprendizaje: **motivación y confianza en sí mismo, habilidades científicas y “técnicas”, conocimiento tácito puesto en juego en la experiencia y conocimiento explícito e interiorizado.**

Forzosamente éste tiene que ser un progreso lento, a veces impredecible de la interiorización de la metodología científica, que permita cambios conceptuales y actitudinales “a largo plazo”. Y las actitudes de motivación y confianza en sí mismo permitan desde el desarrollo y experiencia en las habilidades del Pensamiento científico, y la consciencia de esta experiencia (control metacognitivo), una transferencia de esta forma de pensamiento al pensamiento de la vida diaria (Kuhn, D. et al., 1988).

Un camino para la selección de estrategias útiles de evaluación en la dirección que indicamos, creemos que podría ser el desarrollo de la “voz interpretativa” en las clases de ciencias (Sutton, C.R., 1992) que podría reflejar los cambios en el status de conocimiento, y de la madurez de la evolución en el proceso, mediante los Informes científicos escolares y las Actividades de metaconocimiento.

Este enfoque holístico de valoración tiene grandes exigencias en el profesorado. Paradójicamente, el alejarnos en cierto modo de la racionalización del Método, nos exige grandes dosis de racionalidad.

SEGUNDA PARTE

4 . METODOLOGÍA

La aplicación paulatina en el desarrollo de la LOGSE, como se preveía en el Proyecto, ha impuesto que el Proyecto se haya llevado a cabo en un CP con un 1º ciclo de ESO y en un IES con un 2º ciclo de ESO. Así, el objetivo “contemplar el tratamiento coordinado de ESO mediante un idéntico enfoque procesual -y en la consideración del desarrollo cognitivo del alumno y la posible aceleración cognitiva-, para la transición paulatina de procesos básicos a procesos integrados en cuanto a su desarrollo y funcionalidad” ha presentado dificultades. Hemos intentado atenuar esta deficiencia trabajando también el Ciclo 12 /14 con alumnos del Ciclo 14/16 **distintos**, en una aproximación a una situación más deseable, es decir, trabajar los mismos alumnos en ambos ciclos, para ver su evolución.

El número de alumnos por aula en ambos Centros ha forzado a una adaptación de las muestras propuestas en el Proyecto a la realidad escolar. Las **muestras** han quedado así configuradas:

$N_1 = 45$ alumnos de primer ciclo de ESO (12/14 años) del C.P. Asunción Rincón, de Madrid, constituyendo el **grupo de control**. $N_1' = 12$ alumnos, del mismo nivel que constituye el **grupo experimental**. Todos estos alumnos (57) pertenecen al 1º curso de ESO.

$N_2 = 60$ alumnos de segundo ciclo de ESO (14 /16 años) del IES Isabel la Católica, de Madrid, constituyendo el **grupo de control**. $N_2' = 16$ alumnos, del mismo nivel, que constituye el **grupo experimental**. Todos estos alumnos (76) pertenecen al 4º curso de ESO.

Las **técnicas de obtención de datos** han sido los Test propios (Procesual y conceptual) en la exploración inicial y final, completado con el Test de Actitud (inicial y final). El conocido Test Longeot nos ha proporcionado datos sobre el nivel cognitivo de los alumnos tratados y del grupo de control. En el desarrollo de las Fichas se han realizado entrevistas sobre situaciones, registradas en audio transcritas selectivamente. Particular importancia adquieren los datos procedentes de la evaluación de los informes personalizados de los alumnos, en actividades de metaaprendizaje.

Además de las **técnicas de análisis** de datos cuantitativos por los procedimientos habituales, adquieren mayor relevancia la Evaluación Cualitativa sobre los informes de los alumnos y sobre las entrevistas (individuales o grupales) y sobre las actividades de metacognición de los alumnos. (Cook, T.D y Reichardt, Ch.S., 1986), (Wittrock, M.C., 1989).

4.1 EVALUACIÓN CONTINUA

**4 . 1 . 1 a) CICLO 12/14. MATERIALES DE EVALUACIÓN
INICIAL Y FINAL**

ESTRUCTURA DE LOS TEST

Se ha elaborado un **Test conceptual** con 10 ítems de respuesta múltiple, con una sólo respuesta correcta, para la indagación de las ideas previas en conceptos básicos explicitados en el DCB de ESO y en el ciclo contemplado. Los conceptos implicados hacen referencia a Fuerzas magnéticas y Fuerzas gravitatorias (Bloque 13. Las Fuerzas); relación (o no) entre Conductividad eléctrica y sensibilidad a las fuerzas magnéticas (Bloque 14: Electricidad y Magnetismo); posibilidades de lograr un cambio de estado de la materia (Bloque 3: La energía); interpretación del fenómeno de Combustión (Bloque 4: Los cambios químicos; concepción sobre la constitución (particular) del vapor de agua (Bloque 2: La estructura de las sustancias); ideas sobre el proceso de disolución (Bloque 1: Diversidad y unidad de la materia); ideas sobre los aspectos significativos del Principio de Arquímedes (Bloque 13: Las fuerzas y los movimientos -en fluidos-).

La selección de los conceptos contemplados viene en parte condicionada por los conceptos necesariamente implicados en el proceso de aprendizaje de los procedimientos o métodos científicos por el grupo experimental, aunque subsidiariamente según hemos visto están explicitados en el ciclo correspondiente del DCB.

Todos los ítems están verbalizados en lenguaje breve, en el ámbito léxico del escolar.

El **Test procesual** consta asimismo de 10 cuestiones pertenecientes a las categorías de Uso de representación simbólica (lectura y representación de información en la técnica del gráfico); Uso de aparatos y medida con instrumentos (lectura de escalas, uso de unidades y estimación); Observación (realización e interpretación de observaciones, identificación de variables en situaciones planteadas), e Inferencias ante una información dada

Con traducción idónea seis de ellas (1, 2, 5, 7, 8 y 9) pertenecen a la selección Sample Questions in Science at Age 11, correspondientes al acreditado Proyecto APU (Assessment of Performance Unit) y publicado por el Departamento de Educación y Ciencia del Reino Unido (DES). Una de ellas (3) es adaptación de una ficha de trabajo correspondiente al Proyecto APWIS (The Assessment of Practical Work in Science); otro (6) es adaptación de una ficha de trabajo correspondiente al Proyecto Thinking Science (CASE), y la número 10 ha sido extraída de la versión española de TIPS (Test of the Integrated Science Process Skills) (Dillashaw, F.G., 1980); hay asimismo una propuesta de estimación (4) que es propia.

El **Test de actitud** ante la ciencia está constituido por cuatro opiniones adjetivadas (subdivididas en tres grados) sobre la experiencia del alumno ante el aprendizaje de las ciencias, y la cuestión explícita global de la voluntad de seguir o no, con el planteamiento de enseñanza experimentado.

Asimismo, para la situación del **nivel cognitivo** de los alumnos se ha seleccionada discrecionalmente para el ciclo 12/14 los razonamientos y problemas correspondientes al Test de Longeot (1)

Se han utilizado el *Test Procesual* y el *Test Conceptual*. Se han pasado al grupo experimental (N = 12) alumnos de 1º curso de ESO , ambos como pretest / postest .

Se muestran los resultados y conclusiones más relevantes.

Asimismo se ha pasado un breve *Test de Actitud ante la Ciencia*, cuyos resultados se presentan.

**LOS PROCESOS CIENTÍFICOS
EN EL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

TEST PROCESUAL

Ciclo 12 / 14

CENTRO :

ALUMNO:

FECHA:

1



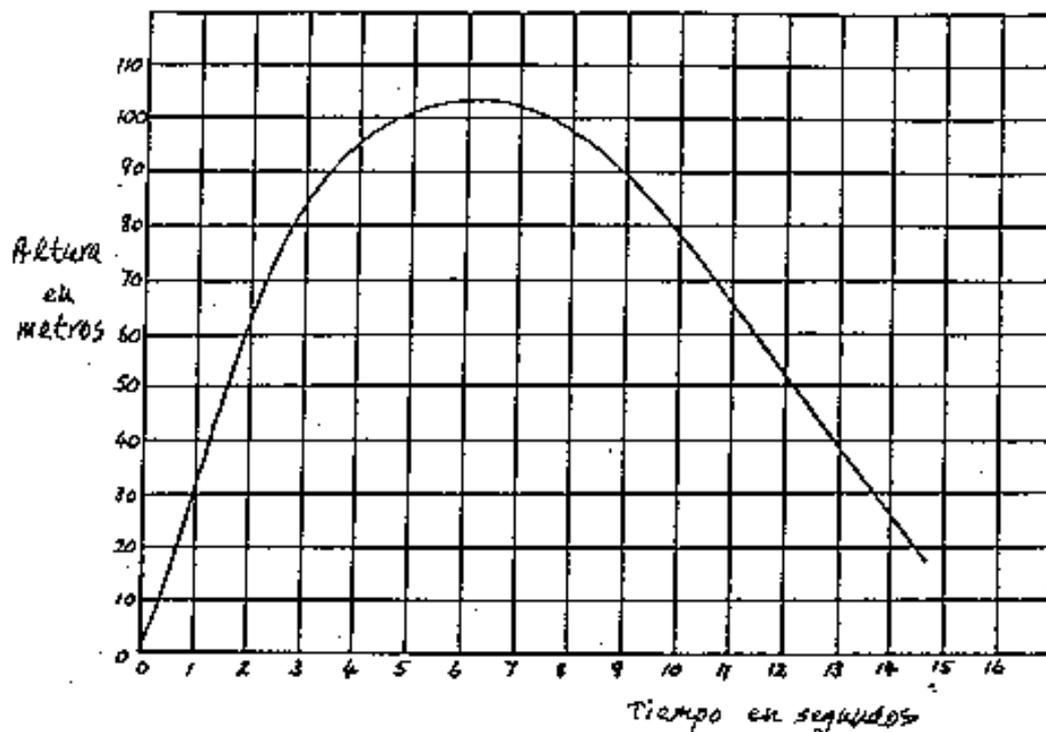
Ricardo ha medido su planta cada semana y de este modo ha podido conocer la velocidad de crecimiento . Empezó sus medidas (0 semanas) cuando la altura de la planta era de 5 cm . Estas fueron las alturas para las cuatro primeras semanas:

0 semanas	-	5 cm
1 semanas	-	15 cm
2 semanas	-	30 cm
3 semanas	-	40 cm
4 semanas	-	45 cm

Traza una gráfica que represente cómo cambió la altura de la planta con el tiempo.

2

Se lanza al aire un cohete que luego cae a la tierra. El tiempo que está en el aire se mide en segundos y su altura desde la tierra se mide en metros.



a) ¿ Qué altura tiene el cohete a los 9 segundos ?

.....

b) ¿ Cuantos segundos necesita el cohete para alcanzar la altura de 95 metros ?

.....

c) ¿ Qué altura tiene el cohete para alcanzar la altura a los 2 segundos y medio ?

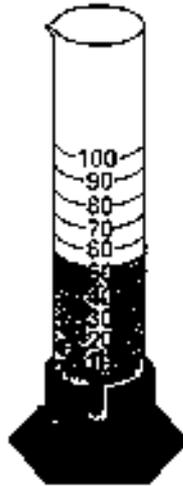
.....

3

a) ¿ qué cantidad de agua hay en la probeta ?

Lectura

Unidades



b) ¿Cuál es la lectura en el medidor de fuerzas ?

Lectura

Unidades



4

No dispones de regla o doble decímetro.

Indica un procedimiento para estimar (valor aproximadamente) el área de este folio.

a) Descripción del procedimiento:

• • • • • • • • •
• • • • • • • • •
• • • • • • • • •
• • • • • • • • •
• • • • • • • • •
• • • • • • • • •

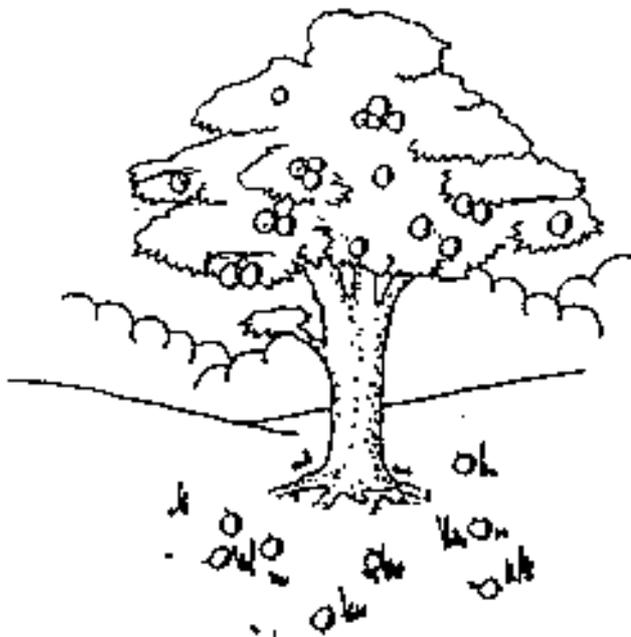
b) Resultados :

Area

Unidades

5

Observa el dibujo de un manzano en un campo.

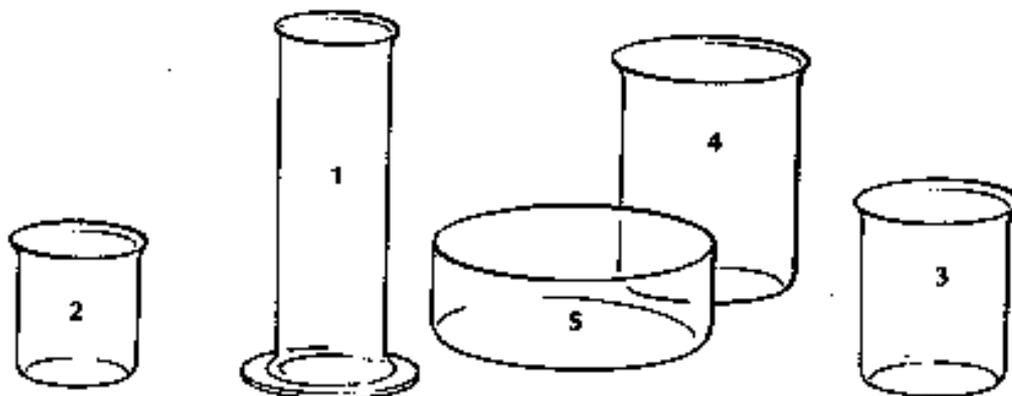


Lee las cinco afirmaciones siguientes y marca la que a tu juicio es más acertada.

- El viento ha tirado algunas manzanas del árbol
- Hay manzanas en el suelo y en el árbol.
- Las manzanas del árbol están ya maduras para ser recolectadas.
- Las manzanas del árbol están podridas
- El árbol no puede sostener todas las manzanas.

6

Dispones de cinco recipientes cilíndricos .



El recipiente más pequeño (num. 2) tiene una capacidad de 100 centímetros cúbicos .

Imagina que lo llenas de agua y lo utilizas para echar esta cantidad de agua sucesivamente en cada uno de los otros recipientes.

En cada caso,

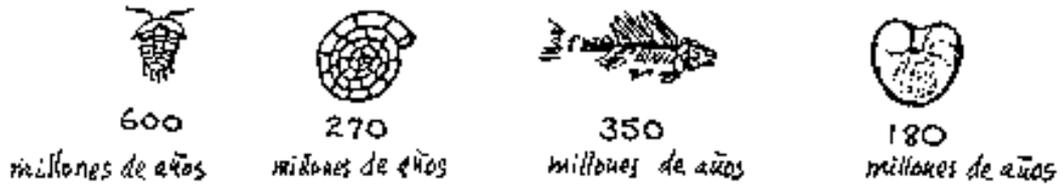
¿ Qué varía ?

.

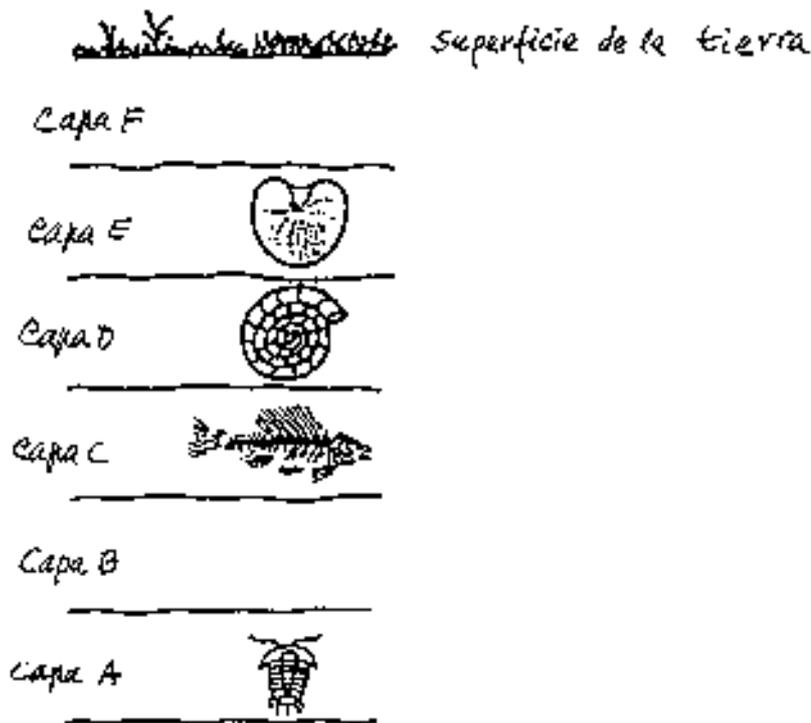
¿ Qué se mantiene constante ?

.

Los fósiles son restos de plantas o animales que han existido hace mucho tiempo. Observa estos fósiles y la antigüedad que tienen.



Estos fósiles fueron encontrados en distintas capas de la tierra como se muestran en el dibujo.



¿ A qué conclusión llegas después de tu observación ?

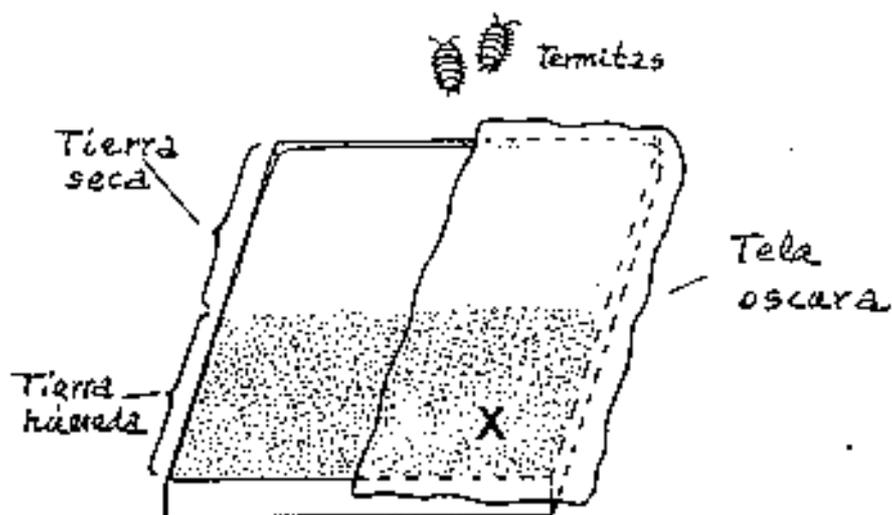
Yo infiero que

.

.

8

Se colocan algunas termitas en medio de un cajón que contenía tierra húmeda y tierra seca .
La mitad del cajón se cubrió con una tela oscura .



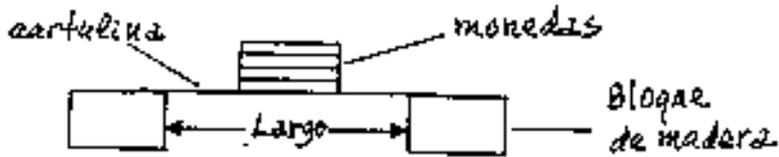
Después de 30 minutos todas las termitas se habían dirigido debajo de la tela oscura al área marcada con X.

Lee los enunciados siguientes, y marca el que te parece que explica mejor el resultado del experimento con las termitas.

- Les gusta estar juntas
- Les gusta la madera
- Les gusta los sitios húmedos
- Les gustan los sitios oscuros y cálidos
- Les gusta los sitios húmedos y fríos
- Les gusta estar debajo de alguna cosa

9

Julián ha construido un modelo de puente con los bloques de madera y una cartulina .



Julián ha medido el largo del puente en cm y ha contado el número de monedas de 100 pts que el puente puede soportar.
Sus resultados fueron :

Largo en cm	Nº de monedas
10	5
18	1
12	4
16	2
14	3

a) ¿ Qué relación deduces que hay entre el largo del puente y el número de monedas que puede soportar ?

Yo deduzco que

b) ¿ Cuántas monedas crees que soportaría el puente cuando el largo fuera de 8 cm ?

Yo creo que el puente soportaría monedas

10

Hay gallinas que ponen huevos casi diariamente, mientras que otras lo hacen de forma más espaciada. Se pretende diseñar un plan para investigar qué factores pueden afectar al número de huevos que ponen las gallinas.

¿Cuál de las siguientes hipótesis es claramente inadecuada para tal estudio? Márcala con una X.

- Las gallinas que reciben más horas de luz ponen más huevos .
- Cuantos más huevos ponen las gallinas más peso pierde.
- Cuanto mayor sea el tamaño de la jaula más huevos pondrán.
- Cuanta mayor cantidad de proteínas se incluyan en, a dieta alimenticia más huevos pondrán

LOS PROCESOS CIENTIFICOS
EN EL AREA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA

TEST CONCEPTUAL

Ciclo 12 /14

CENTRO .

ALUMNO :

FECHA :

TEST CONCEPTUAL

Señala en cada caso la opción que consideres correcta, marcando una X.

Si no entiendes la pregunta o no tienes una respuesta decidida, no marques nada.

1 . Los imanes son cuerpos magnéticos y ejercen fuerzas magnéticas. La Tierra atrae también a los cuerpos, ejercen fuerzas gravitatorias.

- Las fuerzas magnéticas y las gravitatorias tienen la misma naturaleza.
- Las fuerzas magnéticas actúan sobre todos los cuerpos, y las gravitatorias, no.
- Las fuerzas magnéticas y las gravitatorias son de distinta naturaleza, y además depende de la distancia entre los cuerpos.
- Las fuerzas magnéticas son siempre menos fuertes que las gravitatorias, y no dependen de la distancia entre los cuerpos.

2 . Metales son materiales como el cobre, cinc, hierro, etc. .. Se verifica que :

- Todos los metales son sensibles a las fuerzas magnéticas y buenos conductores de la electricidad.
- Todos los metales son buenos conductores de la electricidad y algunos son sensibles a las fuerzas magnéticas
- Todos los metales son buenos conductores de la electricidad y ninguno es sensible a las fuerzas magnéticas.
- Todos los metales son sensibles a las fuerzas magnéticas y algunos son buenos conductores de la electricidad.

3 .Un cambio de estado de la materia se logra :

- Siempre por calentamiento de un cuerpo.
- Agitando fuertemente el cuerpo
- Cambiando el cuerpo de sitio
- Por aporte de calor o por enfriamiento.

4 Cuando arde una vela se verifica el fenómeno de combustión:

- En la combustión la cera desaparece, se pierde.
- Para que se realice la combustión es necesario que haya aire.
- Todos los cuerpos arden, son combustibles.
- La combustión es siempre un proceso lento.

5 . Cuando se calienta agua se desprende vapor. El vapor está constituido por :

- Partículas o moléculas de agua, que están más libres.
- Partículas o moléculas de agua, que están más agrupadas.
- Partículas o moléculas de vapor de agua.
- Partículas o moléculas de aire caliente

6 . Cuando se hierve agua en un recipiente aparecen grandes burbujas en le agua. ¿ De qué son estas burbujas ?

- De aire
- De vapor
- De calor
- De oxígeno o hidrógeno

7 . Echamos sal en un vaso con agua y agitamos con una cucharilla. Decimos que se obtiene una disolución. En la disolución :

- La sal desaparece
- La sal está en estado líquido.
- La sal ha cambiado de naturaleza y está en el agua.
- La sal está en el agua como estaba inicialmente, sin haber cambiado

8 . Cuando calentamos un recipiente con agua, llega un momento en el que el agua hierve, se produce la ebullición. El agua hierve a una temperatura de :

- De 100 ° C
- De 0 ° C
- Depende del sitio en que estemos.
- Depende de la cantidad de agua que se caliente

9 . Arquímedes (siglo III a. C .) descubrió su famoso principio. En forma actual, decimos que al introducir un cuerpo en el agua :

- El empuje que experimenta un cuerpo hacia arriba depende de su peso.
- El empuje depende del volumen de agua que el cuerpo desaloja.
- El empuje depende de la cantidad de agua que haya.
- El empuje es siempre igual para cualquier cuerpo.

10 . Si dejamos en un plato unos trozos de hielo, con el tiempo funde, se transforma en agua . Esto ocurre porque:

- El hielo emite frío al exterior .
- El hielo recibe calor del ambiente.
- El hielo funde por sí mismo.
- El hielo funde por las corrientes de aire.

**LOS PROCESOS CIENTIFICOS
EN EL AREA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

TEST DE ACTITUD ANTE LA CIENCIA

Ciclo 12 / 14

CENTRO :

ALUMNO :

FECHA :

TEST DE ACTITUD ANTE LA CIENCIA

I Has seguido un Proyecto sobre Procesos Científicos. Según tu experiencia, tendrás una opinión. Exprésala, señalando en cada caso, con un círculo 0 la opción que elijas:

Difícil	Normal	Fácil
1	2	3
Interesante	Normal	Aburrida
1	2	3
Eficaz	Normal	Ineficaz
1	2	3
Rápido	Normal	Lento
1	2	3

II . ¿ Te gustaría estudiar de la forma seguida en el Proyecto otras cuestiones de la Ciencia?

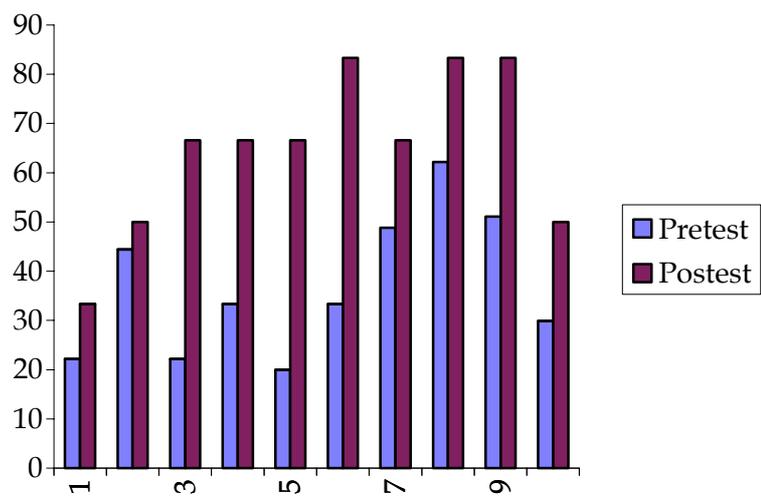
Señala con un círculo 0 la opción que elijas:

Sí	No
1	2

4.1.1 b) CICLO 12/14. RESULTADOS

TEST PROCESUAL (Ciclo 12 / 14)

ITEM	Porcentaje de resultados correctos	
	Pretest (N = 12)	Postest (N = 12)
1	22.2	33.3
2	44.4	50.0
3	22.2	66.6
4	33.3	66.6
5	20.0	66.6
6	33.3	83.3
7	48.8	66.6
8	62.2	83.3
9	51.1	83.3
10	24.4	50.0



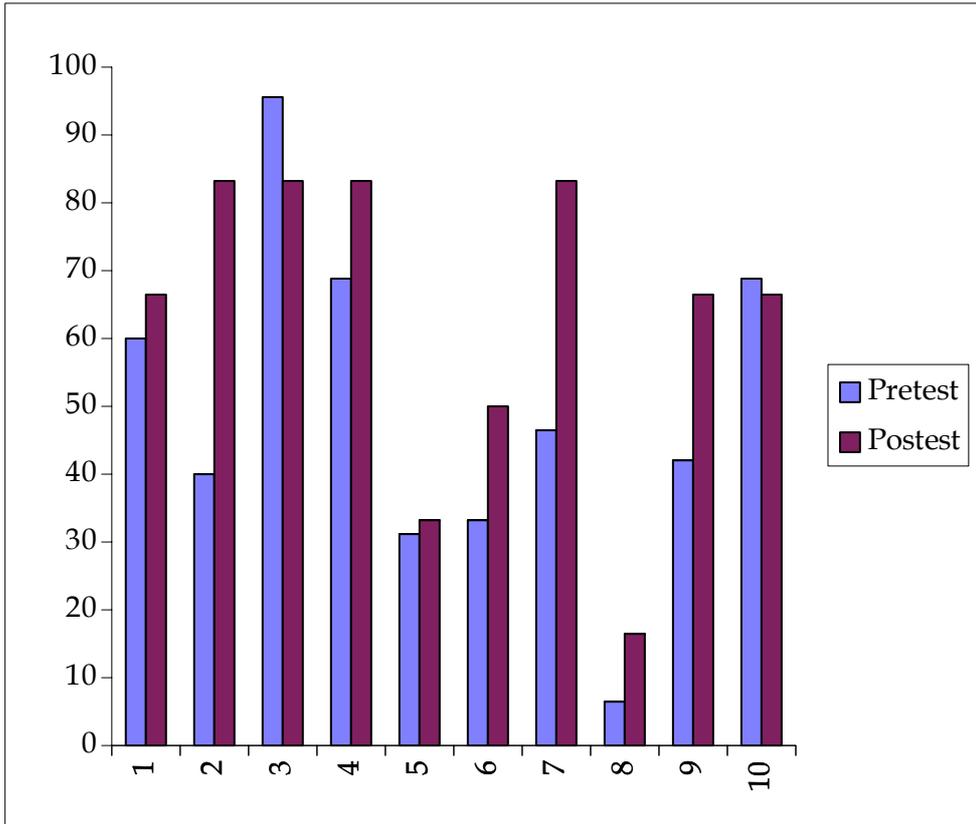
CONCLUSIONES MAS RELEVANTES

Los alumnos tratados han mejorado levemente en los ítem 1 y 2 (gráficas), ítem 7 (Inferencias) e ítem 8 (Explicación de resultados de un experimento).

Los alumnos tratados han mejorado notablemente en los ítem 3 (Lectura y unidades de instrumentos); ítem 4 (Estimaciones); ítem 5 (Observación); ítem 6 (Variables); ítem 9 (Relación entre variables); e ítem 10 (Emisión de hipótesis).

TEST CONCEPTUAL Ciclo 12/14

ITEM	Porcentaje de Respuestas correctas	
	Pretest N = 12	Postest N = 12
1	60.0	66.6
2	40.0	83.3
3	95.5	83.3
4	68.8	83.3
5	31.1	33.3
6	33.3	50.0
7	46.6	83.3
8	6.6	16.6
9	42.2	66.6
10	68.8	66.6



CONCLUSIONES MAS RELEVANTES

Los alumnos tratados han mejorado notablemente en el ítem 2 (no relación entre conductores y materiales sensibles a las fuerzas magnéticas); ítem 7 (proceso de disolución) e ítem 9 (empuje en agua).

No se han encontrado mejoras significativas en el resto, manteniéndose los conceptos iniciales. Es notorio la dificultad conceptual (ítem 8) sobre la variación de la temperatura de ebullición del agua que, en general, consideran fija.

RESULTADOS DEL TEST DE ACTITUD ANTE LA CIENCIA

CICLO 12 / 14

GRUPO EXPERIMENTAL (N = 12)

I.			
Difícil (0)	Normal (4)	Fácil (8)	
Interesante (8)	Normal (4)	Aburrido (0)	
Eficaz (12)	Normal (0)	Ineficaz (0)	
Rápido (0)	Normal (12)	Lento (0)	

II.		
	SI (12)	NO (0)

Estos resultados apuntan de manera casi unánime a que el Proyecto les ha parecido:

- Fácil (66 %) - Normal (33 %)
- Interesante (66 %) - Normal (33 %)
- Eficaz (100 %)
- De ritmo de desarrollo normal (100 %)

Con respecto a si les gustaría estudiar de la forma seguida en el Proyecto otras cuestiones de la Ciencia, la totalidad (100 %) opina que Sí.

**4.1.2 a) CICLO 14/16. MATERIALES DE EVALUACIÓN
INICIAL Y FINAL**

Estructura de los Test.

Se ha elaborado un **Test conceptual** propio con 10 ítems de respuesta múltiple, con una sólo respuesta correcta, para la indagación de ideas previas en conceptos básicos explicitados en el DCB de ESO, en el ciclo contemplado. Los conceptos implicados hacen referencia a una situación problemática (relacionada con el Bloque 13.4 Fuerzas en fluidos); mezcla de agua caliente y fría (Bloque 3.3 Calor y Temperatura); intensidad y resistencia eléctrica (Bloque 14.2 Corriente eléctrica); situación problemática (en relación a Bloque 4.2 Cambio químico y 3.1 Cambio físico); situación problemática sobre sombras simultáneas en lugares distintos (Bloque 5 La Tierra); experiencia sobre la conservación a no de la masa (bloque 4.2 Cambio químico); descripción de un movimiento a partir de su diagrama d-t (Bloque 13.1 El movimiento); operatividad del concepto de densidad (Bloque 1.1 Características de los sistemas materiales. Propiedades (características) más importantes; formación de monocapas (Bloque 1 La Materia); y conceptos sobre la presión en sólidos (Bloque 13 Las fuerzas).

Como en el ciclo 12/14 la selección de los conceptos contemplados viene en parte condicionada por los conceptos necesariamente implicados en el proceso de aprendizaje de los procedimientos o métodos científicos tratados por el grupo experimental, aunque subsidiariamente según hemos visto están explicitados en el ciclo correspondiente del DCB.

La mayoría de los ítems están verbalizados en lenguaje breve, en el ámbito léxico del escolar. En cuatro de ellos hay expresión gráfica de apoyatura.

El **Test procesual** consta asimismo de 10 cuestiones pertenecientes a las categorías de Representación e interpretación de información (1.5), Iniciación a la Medida indirecta (2), Observación/Inferencia, Interacción de Concepciones (3, 4, 6) e Identificación de variables en la Predicción y su control para la identificación de variables en la Predicción y su control para la identificación de Problemas (7, 8, 9) y planificación de un experimento (10).

Seis de ellas (1, 3, 4, 5, 6, 7) son selección con traducción idónea de Sample Questions in Science at Age 13 at 15 del Proyecto APU (DES, 1985).

El **Test de actitud** ante la ciencia está constituido de forma idéntica al del ciclo 12/14: cuatro opiniones adjetivadas (subdivididas en tres grados) sobre la experiencia del alumno ante el aprendizaje de las ciencias, y la cuestión explícita global de la voluntad de seguir o no, con el planteamiento de enseñanza experimentado.

Igualmente, y para la situación del nivel cognitivo de los alumnos se ha seleccionado discrecionalmente para el ciclo 14/16 el Test Longeot Problemas de Operaciones Formales. Probabilidades.

Se ha utilizado el **Test Procesual** y el **Test Conceptual**.

Se han pasado al grupo experimental (N = 18) alumnos de 4º curso de ESO, actuando ambos como pretest / posttest .

Se muestran los resultados y conclusiones más relevantes.

Asimismo se ha pasado un breve **Test de Actitud ante la Ciencia**, cuyos resultados se presentan.

**LOS PROCESOS CIENTIFICOS
EN EL AREA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

TEST PROCESUAL

Ciclo 14 / 16

CENTRO :

ALUMNO:

FECHA :

1 . FRECUECIA CARDIACA

La tabla de datos indica lo que ocurre con la sangre bombeada por una parte del corazón cuando varía la frecuencia cardíaca.

Frecuencia cardiaca en latidos por minuto	55	70	80	90	120	140	150	175
Sangre bombeada en litros por minuto	4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.0	5.8	4.6

a) Representa gráficamente los datos indicados, con la frecuencia cardíaca en el eje horizontal.

b) Expresa en una frase el hecho que evidencia tu representación.

2 . CAFÉ

Dispones del siguiente material:

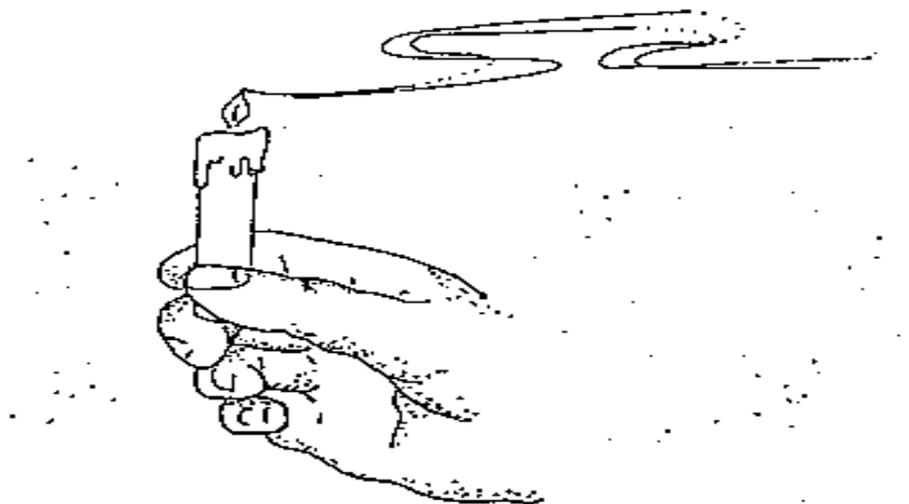
- 1 regla de 1 m
- 1 regla de 30 cm
- 1 trozo de cuerda (120 cm)
- 1 balanza (tipo pesacartas o báscula)
- pinzas
- granos de café (30 unidades)

a) Describe de forma concisa cómo hallarías la longitud media de un grano de café y en qué unidades la expresarías:

b) Describe igualmente qué medidas realizarías para conocer la masa media de un grano de café:

3 EL HUMO DE UNA VELA

Cinco personas observan el siguiente dibujo de una mano y una vela



Juan dice: “Alguien sostiene una vela ardiendo que suelta humo”

María dice: “Alguien ha recién encendido una vela”

Juana dice: “Alguien se va a quemar con la vela que sostiene”

Pedro dice: “A alguien le va a gotear una vela ardiendo”

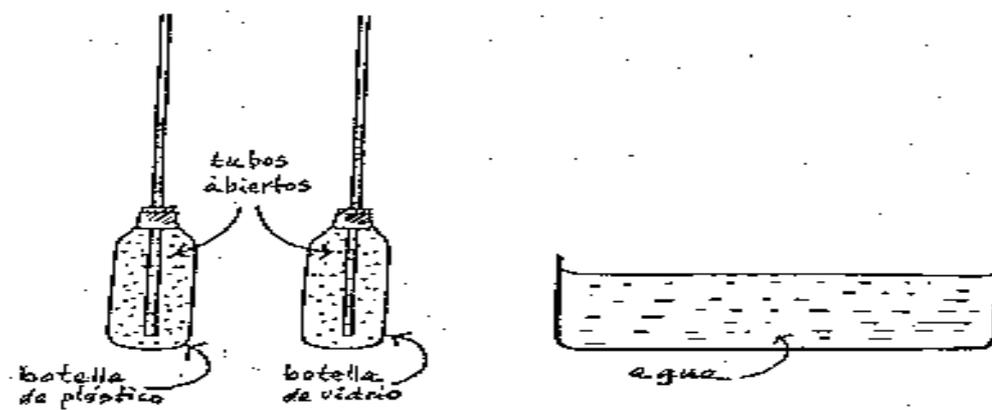
Ana dice: “Alguien sostiene una vela ardiendo en una corriente de aire”

¿ Quién se acerca más a lo que se ve sin adelantar conclusiones ?

Pon un aspa (x) en la casilla correspondiente a la persona que elijas

- A Juan
- B María
- C Juana
- D Pedro
- E Ana

4 . PLASTICO Y VIDRIO



Dispones de dos botellas con corchos horadados y tubos abiertos, como muestra la figura, conteniendo el mismo volumen de agua, e introducidas en una pila con agua fría.

Cuando sacas las botellas del agua fría y las introduces en agua caliente, observas que en la botella de plástico el agua baja mucho, y en la de vidrio el agua baja ligeramente y luego sube.

Cuando sacas las botellas del agua caliente y vuelves a colocarlas en una pila de agua fría observas que en la botella de plástico el agua sube hasta la marca inicial y en la botella de vidrio el agua baja hasta la marca inicial.

¿Cuál de las siguientes explicaciones es la mejor para lo que has visto que sucedía en cada botella ?

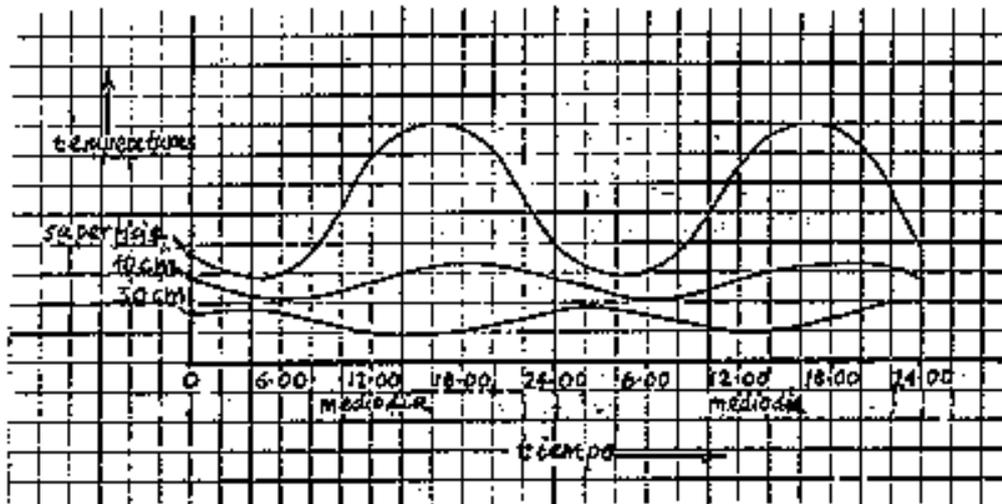
- A Los tubos en las dos botellas tenían distinto diámetro
- B La botella de plástico deja pasar el calor más rápidamente que la botella de vidrio
- C La presión atmosférica empuja el líquido de forma distinta en las dos botellas.
- D La botella de vidrio absorbe el calor pero no la de plástico.
- E La botella de plástico se dilata en agua caliente más que la botella de vidrio.

5 . TEMPERATURA DEL SUELO

Unos científicos realizaron un experimento para medir la temperatura del suelo en tres profundidades distintas: en la superficie, a 10 cm por debajo de la superficie y a 30 cm por debajo de la superficie.

Midieron la temperatura del suelo regularmente a lo largo de 48 horas.

La variación de las tres temperaturas en las tres profundidades se muestra en la gráfica siguiente:

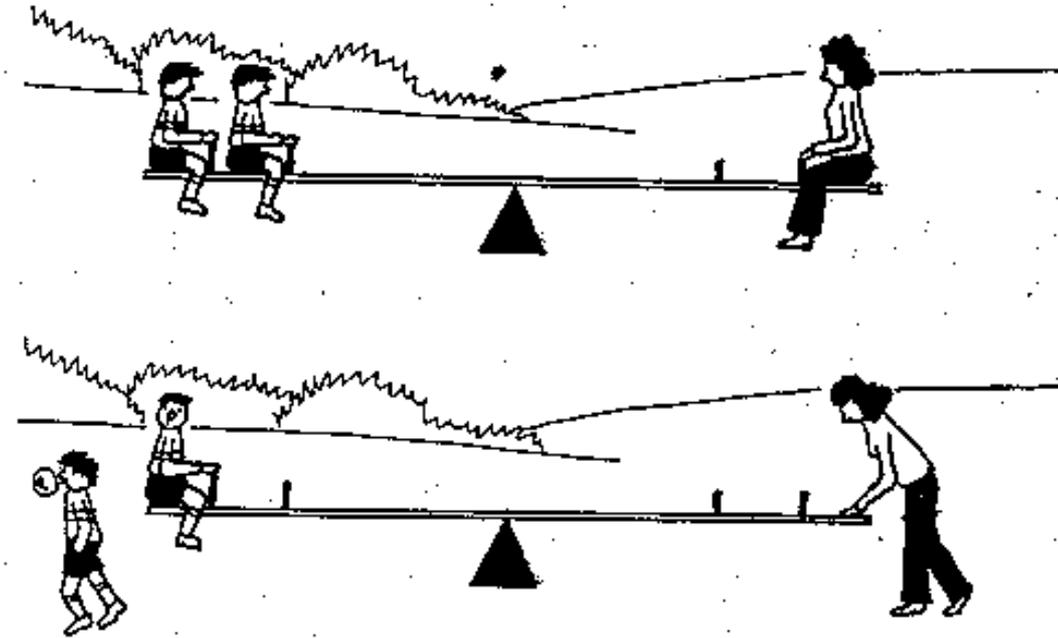


Se coloca otra termómetro a la profundidad de 20 cm .

¿ A qué hora después del mediodía registrará el primer máximo de temperatura ?

6 COLUMPIO

Una madre está en un columpio tipo “sube y baja” con sus hijos gemelos .
Una de los gemelos se marcha y la madre quiere columpiarse con el gemelo que estaba sentado detrás.
¿ Donde estará sentada la madre ?



a) Señala un aspa (x) en la casilla cuya respuesta te convence más.

- A Al final del “sube y baja” a la derecha
- B Una pequeña distancia hacia el centro
- C En la mitad de la distancia al centro
- D Justo en el centro

b) ¿ Puedes dar razón de tu respuesta ?

7 . CORREOS

Margarita decide averiguar en qué medida es eficaz el servicio postal.

Actúa de la forma siguiente:

- Dirige 16 sobres idénticos a sí misma y los marca con los números 1 al 16.
- Franquea 8 sobres con sello normal y los restantes 8 con sellos de urgencia
- El Lunes a las diez de la mañana echa 2 sobres con franqueo urgente y 2 sobres con franqueo normal en el buzón más cercano.
- Hace lo mismo el Martes, Miércoles y Jueves.
- Registra cuidadosamente la hora de salida y llegada de cada sobre.

¿ Qué cuestión podría averiguar Margarita con su investigación ?

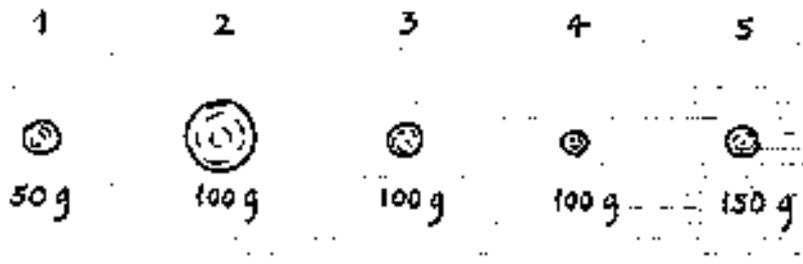
Pon un aspa (x) en las cuestiones que podría averiguar y una raya (-) en las que no sería posible.

- A Con qué frecuencia se recoge el correo del buzón
- B El tiempo entre envío y reparto en su área.
- C La diferencia de tiempo de llegada entre el correo normal y el urgente
- D La distinta forma de funcionamiento entre cartas y paquetes.
- E Si hay carteros más diligentes que otros

8 . ACELERACION

Se te pide realizar un experimento para averiguar si el tamaño de una bola influye en el tiempo que tarda en caer al suelo.

Se te proporciona una caja que contiene las bolas que se muestran en el dibujo y tú tienes que medir el tiempo que tarda en caer .



¿ Cómo procederías ?

Pon un aspa (x) en la casilla de lo que harías y una raya (-) en las demás.

- A Dejar caer las bolas 1, 3 y 5 desde la misma altura
- B Dejar caer la bola 3 desde distintas alturas
- C Dejar caer las bolas 2, 3 y 4 desde la misma altura
- D Dejar caer las bolas 1, 3 y 5 desde distintas alturas

9 . EVAPORACION

Carolina se da cuenta de que si derrama agua en el cuarto de baño tarda mucho tiempo en secarse, pero si derrama su “quitaesmalte” se seca muy rápidamente.

Se le ocurre que podría realizar un experimento para averiguar el tiempo que tardan ambos líquidos en secar (evaporarse)

Se da cuenta de que si el experimento tiene que ser riguroso hay algunas cosas que tendría que lograr mantener iguales.

Sugiere tres cosas que deberían ser iguales:

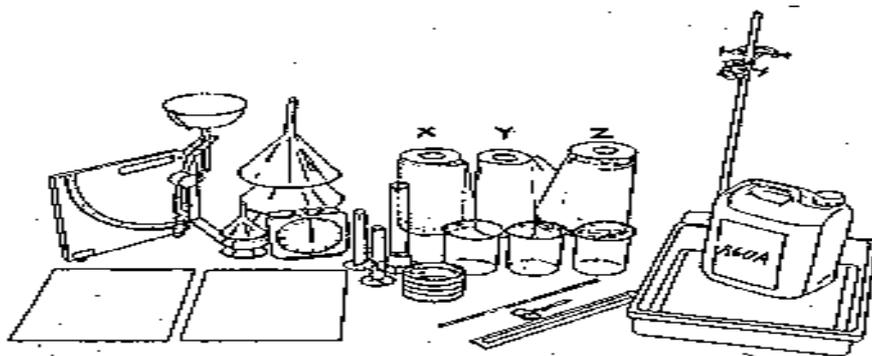
(1)

(2)

(3)

10 PAPEL DE COCINA

Dispones de tres tipos de papel de celulosa X , Y y Z



Describe un experimento que podrías llevar a cabo para contestar a la cuestión :

¿ Que tipo de papel absorbe más agua ?

Puedes utilizar para tu experimento cualquier cosa de las que ves en el dibujo .

No puedes dejar de escribir sobre:

- Las cosas que usarías
- Las cosas que medirías
- Cómo las medirías
- Qué harías para que el método fuera riguroso
- Cómo utilizarías tus resultados

**LOS PROCESOS CIENTIFICOS
EN EL AREA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

TEST CONCEPTUAL

Ciclo 14 / 16

CENTRO :

ALUMNO :

FECHA :

1 . Se plantea sacar a la superficie un barco que se ha hundido en alta mar

a) ¿ Qué procedimiento te parece más realizable ?

- A Desde otro barco mayor, elevarlo con la grúa
- B Los submarinistas sacan la carga, que se pierde, y el barco subirá sólo
- C Se rompe el barco por la mitad y cada parte subirá sólo
- D Los submarinistas sacan la carga, que se pierde, y atan al barco grandes neumáticos inflados de aire.

b) Con brevedad, da razón de la opción elegida:

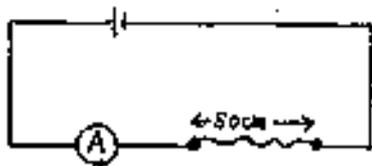
2 Se mezclan dos partes iguales de agua fría a 10°C con una parte de agua caliente a 80°C

a) El agua resultante estará a una temperatura de:

- A 45°C
- B Entre 10°C y 45°C
- C Entre 45°C y 80°C
- D 50°C

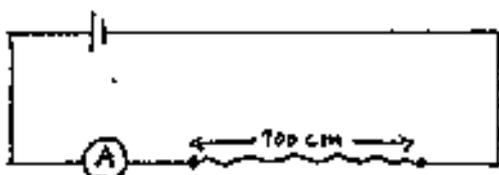
b) Da razón de tu respuesta

3 Un alumno conecta un hilo metálico de 50 cm de longitud en el circuito de la figura :



El amperímetro marca 2 A

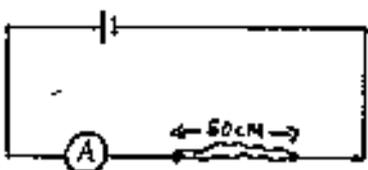
a) ¿ Cómo se modifica la corriente en el circuito si usa 100 cm del mismo hilo ?



Justifica tu contestación:

El amperímetro marcará:

b) ¿ Cómo se modifica la corriente en el circuito si usa dos hilos de 50 cm del mismo hilo ?



Justifica tu contestación:

El amperímetro marcará:

4 . Se produce una avería o anomalía en el sistema de calefacción (con caldera de gasoil) en una casa de zona rural de alta montaña: el tubo o chimenea por donde salen los gases de la combustión gotea agua.

a) ¿ Qué hipótesis crees más probable ?

- A El agua del circuito de radiadores ha pasado al tubo o chimenea
- B Los gases de combustión han condensado el tubo
- C El vapor de agua de los gases de combustión ha condensado en el tubo.
- D Ha llovido y el agua ha penetrado por lo alto del tubo

b) Da razón de la opción elegida.

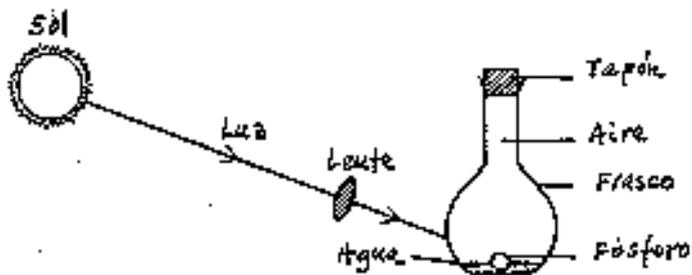
5 . Dos corresponsales de Televisión, uno transmitiendo desde Madrid y otro desde Londres, comentan entre sí que edificios de igual altura están dando sombras de longitudes distintas, según sean edificios de Madrid o de Londres.

a) Esta afirmación :

- A Es falsa. Muestra el sentido del humor de los corresponsales.
- B Prueba que la Tierra se mueve.
- C Prueba que el Sol se mueve.
- D Prueba que la Tierra no es plana.

b) Razona tu respuesta .

6.



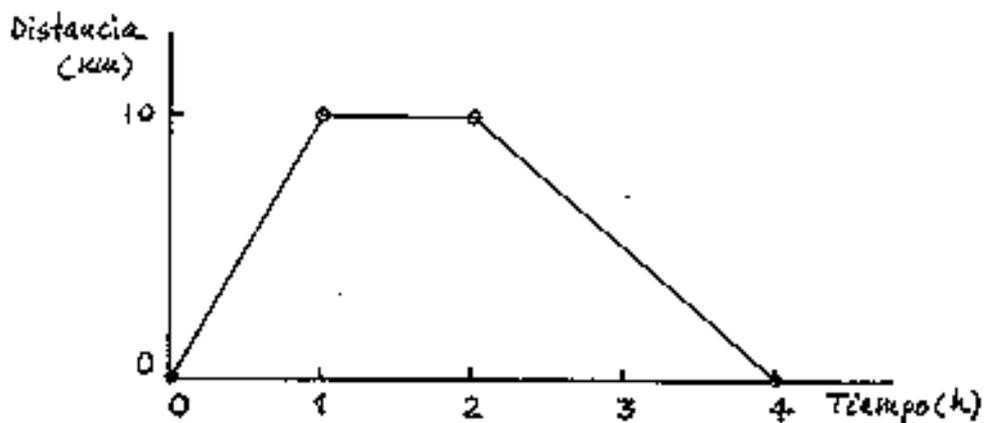
Un fósforo es colocado en un frasco según la figura. En la balanza se determina que la masa del frasco y su contenido es 205 g . Los rayos solares son focalizados o concentrados por una lente en el fósforo, que arde. El humo blanco originado se disuelve en el agua. Vamos a determinar nuevamente en la balanza la masa del frasco y su contenido.

a) Tu predicción es que la masa será :

- A Mayor de 205 g
- B 205 g
- C Menor de 205 g
- D No tengo suficiente información para contestar.

b) Da la razón de tu contestación

7. El gráfico muestra el movimiento de una bicicleta por una carretera:



Describamos el movimiento. La bicicleta :

- A Sube hasta el km. 10, continua por zona plana durante 1 hora y baja hasta el llano.
- B Tiene movimiento uniforme en el primer tramo , está parada en el segundo tramo y regresa al lugar de partida, con la misma velocidad que llevaba al principio.
- C Tiene movimiento uniforme en el primer tramo, está parada en el segundo tramo y regresa al lugar de partida, con una velocidad mitad de la que llevaba al principio.
- D Tiene movimiento acelerado en el primer tramo; uniforme en el segundo y movimiento decelerado o retardado en el tercer tramo.

8 . Las dimensiones de una habitación son:

5 metros x 5 metros x 4 metros

La densidad del aire es del orden de 1,3 gramos por litro.

Entonces, la masa de aire contenido en la habitación es :

- A 76.9 gramos.
- B 130 kilogramos
- C 130 gramos
- D Nula, el aire no pesa

Espacio para cálculos:

9 . Al echar ácido oleico en el agua de una bandeja grande se extiende sobre el agua, en una capa muy delgada (como se extiende el petróleo en el mar).

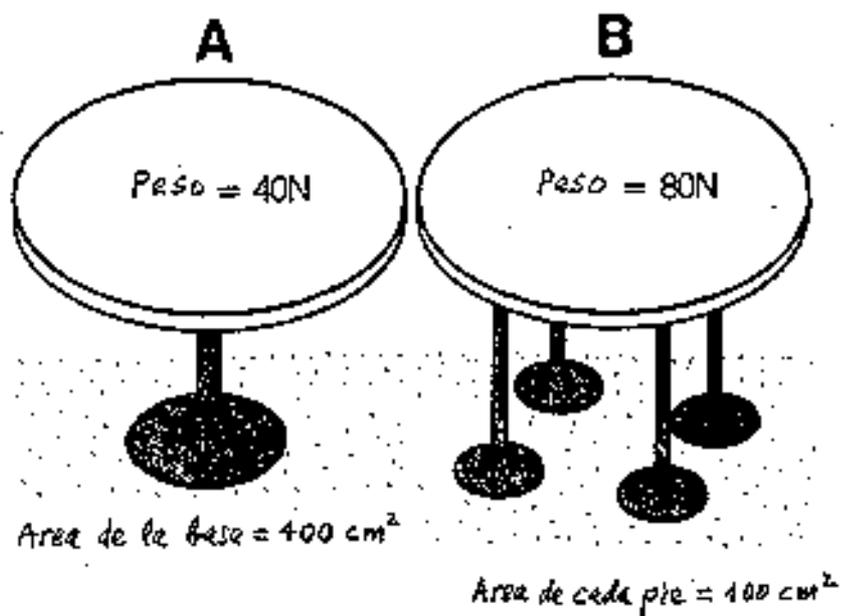
Una gota de ácido oleico de 1 centímetro cúbico es capaz de cubrir totalmente el agua de una piscina de dimensiones 10 metros x 10 metros

Así, el espesor de esta capa de ácido oleico es :

- A 100 centímetros
- B 1 centésima de centímetro
- C 1 centímetro
- D 1 millonésima de centímetro

Espacio para cálculos:

10.



Seguramente te has fijado que estos muebles están sobre una alfombra.

a) ¿ cuál de estas mesas hará la marca más profunda en la alfombra?

b) Da razones para la respuesta

**LOS PROCESOS CIENTIFICOS
EN EL AREA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

TEST DE ACTITUD ANTE LA CIENCIA

Ciclo 14 / 16

CENTRO :

ALUMNO :

FECHA :

TEST DE ACTITUD ANTE LA CIENCIA

I. Has seguido un Proyecto sobre Procesos Científicos. Según tu experiencia, tendrás una opinión. Exprésala, señalando en cada caso, con un círculo 0 la opción que elijas:

Difícil	Normal	Fácil
1	2	3
Interesante	Normal	Aburrida
1	2	3
Eficaz	Normal	Ineficaz
1	2	3
Rápido	Normal	Lento
1	2	3

II ¿ Te gustaría estudiar de la forma seguida en el Proyecto otras cuestiones de la Ciencia ?

Señala con un círculo 0 la opción que elijas:

Sí	No
1	2

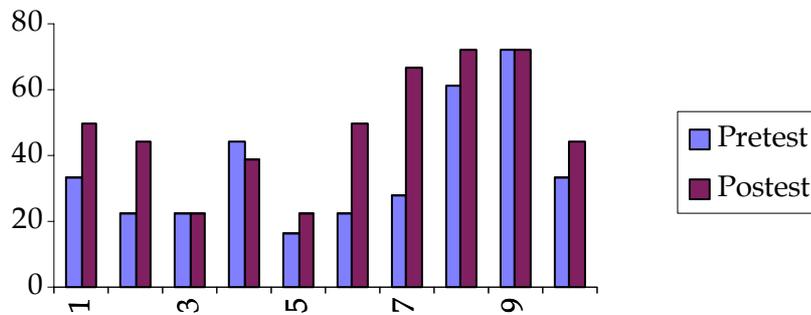
4 . 1 . 2 . b) CICLO 14/16. RESULTADOS

TEST PROCESUAL

Ciclo 14 / 16

ITEM	Porcentaje de Respuestas Correctas	
	Pretest	Postest
1	33.3	50.0
2	22.2	44.4
3	22.2	22.2
4	44.4	38.8
5	16.6	22.2
6	22.2	50.0
7	27.7	66.6
8	61.1	72.2
9	72.2	72.2
10	33.3	44.4

Test Procesual Ciclo 14/16



CONCLUSIONES MAS RELEVANTES

Los alumnos tratados mejoran levemente en los ítem 1 (Gráficas) y 2 (Mediciones)

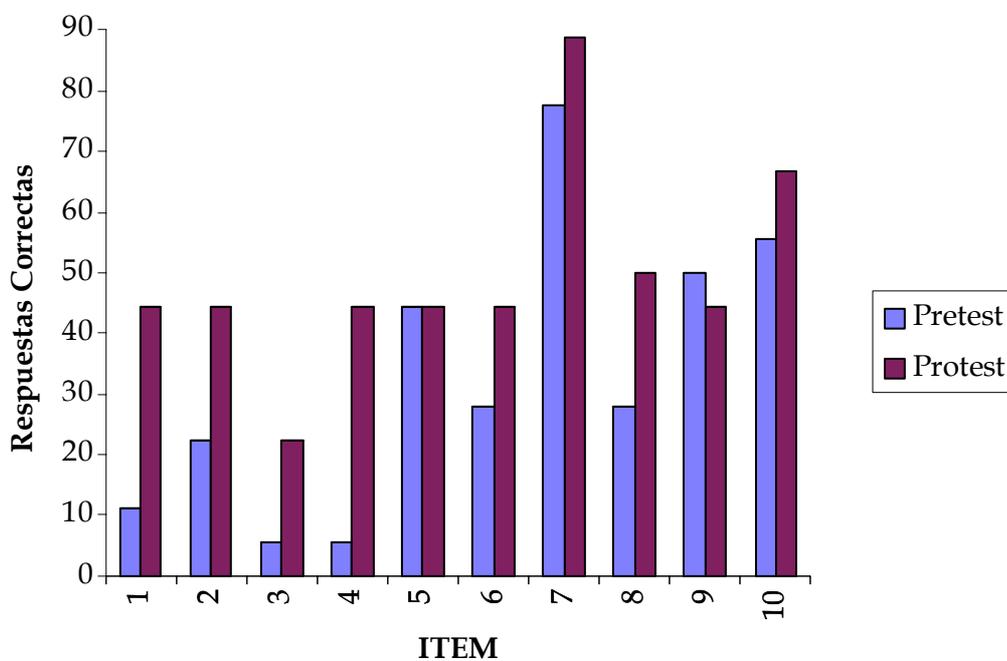
Los alumnos tratados mejoran notablemente en los ítem 6 (Compensación de pesos) y 7 (Investigación).

El resto mantiene unas habilidades iniciales, a un nivel bajo como en el ítem 3 (Observación sin adelantar conclusiones), o a un nivel alto, como en el ítem 9 (Evaporación).

TEST CONCEPTUAL Ciclo 14 / 16

ITEM	Porcentaje de Respuestas correctas	
	Pretest (N = 18)	Posttest (N = 18)
1	11.1	44.4
2	22.2	44.4
3	5.5	22.2
4	5.5	44.4
5	44.4	44.4
6	27.7	44.4
7	77.7	88.8
8	27.7	50.0
9	50.0	44.4
10	55.5	66.6

TEST CONCEPTUAL Ciclo 14/16



CONCLUSIONES MAS RELEVANTES

Los alumnos tratados mejoran en el ítem 1 (Aplicación del empuje en el agua), ítem 2 (Temperatura de una mezcla de agua), ítem 3 (Resistencia e intensidad en un circuito), ítem 6 (Sobre la conservación de la masa) e ítem 8 (Operatividad del concepto densidad), aunque manteniéndose en un nivel inferior o próximo al 50 % de respuestas correctas.

Se mantienen los resultados iniciales en el ítem 7 (Gráfica de un movimiento). Encontramos mejoras notables en el ítem 4 (Hipótesis más probable) y un resultado atípico en el ítem 7 (Gráfico de movimiento), con un ligero descenso de nivel

TEST DE ACTITUD ANTE LA CIENCIA

CICLO 14 / 16

GRUPO EXPERIMENTAL (N = 18)

I			
	Difícil (4)	Normal (10)	Fácil (4)
	Interesante (17)	Normal (1)	Aburrido (0)
	Eficaz (16)	Normal (2)	Ineficaz (0)
	Rápido (2)	Normal (9)	Lento (7)

II		
	Sí (16)	No (2)

Estos resultados apuntan mayoritariamente a que el Proyecto les ha parecido :

- De dificultad normal (55 %)
- Interesante (94 %)
- Eficaz (88 %)
- De ritmo de desarrollo normal (50 %)

Con respecto a si les gustaría estudiar de la forma seguida en el Proyecto otras cuestiones de la Ciencia, la mayoría (88 %) opina que Sí.

4.2. EVALUACIÓN CUALITATIVA INTERNA

4 . 2 . 1 a) CICLO 12/14. EXTRACTO DE INFORMES DE ALUMNOS

FICHA 1

APRENDEMOS A OBSERVAR

OBSERVAMOS UNA VELA

Actividad 1 *Vela apagada*

Mayoritariamente hacen referencia al aspecto (dureza, color) y forma. La mitad de alumnos realizan medidas cuantitativas (largo y diámetro). También algunos hacen observaciones sobre la mecha, dudando en el material de que está hecha. Encontramos observaciones irrelevantes (en especial, sobre el soporte de madera donde está colocada la vela). El promedio de anotaciones observacionales es elevado. Así, la alumna J.A escribe hasta 13 anotaciones:

“La vela es suave y algo áspera. Es de color beige. No tiene mucha dureza y se raya con la uña. Tiene forma cilíndrica y acaba en punta. Tiene una mecha que parece de algodón. Tiene un soporte de madera. Es más rugosa la parte de abajo. La parte metida en el soporte es más estrecha. Mide 22 cm de la base a la punta. El soporte mide 2 cm de alto. El diámetro de la vela es de 2 cm. La forma del soporte es cuadrangular, la base es octogonal. El lado de la base mide 6 cm (de largo)”.

Actividad 2 *Vela encendida*

Aproximadamente 2/3 de alumnos hacen referencia a la llama en sus tres zonas (azul, naranja, amarillo). Estos alumnos hablan también de que la cera se “derrite”. Predomina la concepción de que “arde la mecha”. La misma alumna hace 7 observaciones.

“Cuando acercamos un fósforo encendido a la mecha, arde. La cera se derrite, se licúa. La mecha se consume poco a poco. La llama presenta tres colores (hace dibujo): amarillo - dorado; marrón claro - amarillento; azul (transparente). La mecha se pone incandescente. Si limitamos el aire colocando una botella invertida, la llama se apaga rápidamente, en 4 segundos”.

Actividad 3 *Vela nuevamente apagada*

La mayoría hace referencia a que se forma humo y olor. 1/3 de alumnos indican que la vela es más corta y 2/3 hacen referencia a la solidificación de la cera. En lenguaje de la alumna de referencia:

“Hay un olor característico. Sale humo blanco. La cera líquida se ha solidificado. La mecha es menos larga. La cera líquida era transparente y al solidificarse adquiere el color de la vela. Ahora la vela mide 20,5 cm. La vela ha perdido todo el calor. El extremo de la vela ha cambiado de forma. La botella de plástico mantiene un poco el calor y salía humo. El soporte está lleno de cera”.

CONCLUSIONES

Los alumnos parecen tener criterio para seleccionar las observaciones más relevantes. Destacan nítidamente la formación de llama (y luz) y la fusión de la cera y posterior solidificación.

FICHA 2

APRENDEMOS A OBSERVAR

¿QUE ESTAMOS TOCANDO?

Todos los alumnos describen sus sensaciones al tacto de un objeto, en un lenguaje variado, muy expresivo, referente principalmente a dureza / blando; frío / calor; pesado / ligero; forma.

La mayoría adivina de qué objeto se trata. La expresión gráfica en dibujos es acertada. Por ejemplo, el alumno J.M.U., describe en referencia a los objetos: “(1) Es blando, mediano, flexible, moldeable, ligero, suave y caliente. (2) Flexible, rectangular, pequeño, alargado, áspero, deshilado por los fondos y caliente. (3) Redondo, ligero, templado, suave, duro, resistente. (4) Alargado, frío, puntiagudo, duro, con hondura hacía arriba, mediano. (5) Fría, mango alargado, con un espacio con forma ovalada, con una cara convexa y otra convergente, dura, flexible por el mango, lisa, ligera. (6) Esférica, rugosa, templada” .

El alumno adivina en cada caso de qué objeto se trata: “(1) Plastilina. (2) Cinta de velcro. (3) Pelota de ping-pong. (4) Tenedor . (5) Cuchara . (6) Pelota de golf”.

Las palabras más seleccionadas del vocabulario empleado (para su posterior indagación en el diccionario) han sido: Plástico, rugoso, cóncavo, caliente y pesado.

FICHA 3

APRENDEMOS A IDENTIFICAR VARIABLES

VARIABLES

En cada situación el alumno se hace las siguientes preguntas: ¿ Qué varía ? ¿ Hay alguna relación entre lo que varía ?

Eggs 3 / 4 de alumnos indican correctamente que varía tamaño / tamaño y que no hay relación. El 1 / 4 restante o no comprende la situación o la describe tautológicamente.

La alumna J. A : “ Varía el tamaño del huevo y el tamaño de la cuchara. No hay relación”.

Sausages Prácticamente todos los alumnos detectan correctamente las variables tamaño/número y su relación (inversa).

El alumno A . M. “Varía el tamaño de salchichas y el número de salchichas. Sí hay relación inversa”.

Shapes Las variables aparecen más difícil de detectar. Algunos hablan de triángulos decrecientes y cuadros crecientes. La mayoría se inclina por una variación tamaño / tamaño, con relación inversa.

El alumno C. A. “Varía tamaño de triángulos y tamaño de cuadrados. Sí , inversa”.

Two variables La primera situación aparece confusa. Desde la interpretación correcta cantidad de piruletas/gordura de los niños, en relación inversa, hasta la explicación anecdótica de que el niño gordo se ha comido las piruletas de la bolsa. Por contra, la situación de levantamiento de pesas resulta evidente. En palabras de J. A : “el peso de las pesas y la musculatura del gimnasta. Sí hay relación, directa”. Es la interpretación dada por la práctica totalidad de alumnos.

Calentando agua Situación clara para los alumnos. Varía calor/número de burbujas, en una relación directa. Encontramos matizaciones: “potencia del fuego/número de burbujas. Sí , directa. Sí , se puede medir. La distancia que recorro, el número de vueltas que doy a la llave”.

CONCLUSIONES

En general los alumnos parecen interiorizar el término variable, encontrando dificultad en su expresión, titubeante con frecuencia.

“Aquellas cosas o “ factores” que varían en una situación o pueden variar. Pueden tener o no relación y ésta puede ser directa o inversa. Variable es aquella que varía o puede variar, el término con el que se denomina. Que se puede o no medir”. (Alumna J.A)

FICHA 4

OBSERVAMOS E IDENTIFICAMOS VARIABLES

IMANES

La descripción estándar (“están hechos de metal, pintados de dos colores, atraen el metal, al acercar los lados del mismo color se repelen”) es dada por la totalidad de los alumnos.

Más difícil es detectar las variables: la mayoría hace referencia a “la superficie de atracción”, en el sentido de que “si ponemos apuestos las mismas partes del imán, en lugar de atraerse se repelen”.

Solo 1 / 3 de alumnos hace referencia a la distancia y en relación con su carrito metálico que se les ha proporcionado. Entonces “hay que acercar bastante el imán al carrito para conseguir moverlo”.

La acción de imanes sobre limaduras de hierro aparece clara en la mitad de los alumnos; en los restantes aparece confusa por echar demasiado cantidad de limaduras. Algunos consiguen excelentes resultados, resaltando que se distribuyen las limaduras en torno a los imanes, concentrándose en los extremos de éstos. Algunos hablan (tal vez consecuencia de conceptos ya estudiados) de “líneas” alrededor de los imanes. Encontramos una observación particularmente valiosa : “los imanes atraen las limaduras, pero entre medio no quedan limaduras”. Los diagramas dibujados son, en general, aceptables.

Anecdóticamente, algunos alumnos cogen otro carrito de otro grupo y experimentan con dos carritos, colocando un imán en cada uno de ellos. Esta actividad, no prevista, resulta interesante para todos. Las acciones entre imanes resultan muy visuales. A pesar de ello, la variable distancia no parece ser asumida por los alumnos mayoritariamente, aunque la utilicen.

CONCLUSIONES

Son muy aceptables. Desde su experiencia sintetizan lo más relevante en el comportamiento de los imanes:

Así, del cuaderno de J . A: “las fuerzas magnéticas atraen a los metales como el hierro y a sí mismo, salvo si se oponen dos del mismo lado, entonces se repelen. Las fuerzas magnéticas son muy fuertes y actúan entre ellas con mucha precisión”.

FICHA 5

OBSERVAMOS E IDENTIFICAMOS VARIABLES

LLEVAMOS AGUA HASTA EBULLICION

Actividad 1 *Calentando agua*

La totalidad de alumnos hacen observaciones válidas, fijándose especialmente en la formación de burbujas y el desprendimiento de vapor en un proceso que les parece lento (así planteado para facilitar la observación).

Encontramos algunas descripciones detalladísimas:

“El agua (sin calentar) supera ligeramente los 200 ml. Se mantiene. Superficie lisa, hay pequeñas burbujas. Calentamos en nivel intermedio: La superficie del agua tiembla ligeramente cada vez más rápido. Las pequeñas burbujas suben a la superficie. El agua empieza a tener burbujas mayores en la superficie. En el fondo comienzan a crearse burbujas más grandes que ascienden hasta la superficie. Cada vez las burbujas adquieren más velocidad, mayor tamaño. La superficie comienza a poblarse de burbujas, no como las otras que estallan al alcanzarla, pero que explotan. La superficie del agua tiembla con más intensidad. El vaho cubre por momentos parte del cristal del vaso que no llega el agua, desapareciendo luego. Comienza a apreciarse el vapor de agua que asciende. El agua ha subido de nivel, ligeramente. Cada vez hay más burbujas. El agua comienza a ebullición, cada vez más. Las burbujas han ganado rapidez y tamaño así como intensidad de aparición, suben a la superficie con mucha rapidez, desde el fondo. Se escucha un sonido característico de la ebullición. Despide calor y un cierto olor a chamusquina (esto es de la placa). La superficie del agua se condensa en los bordes superiores del vaso. La velocidad de ebullición aumenta. La superficie ebulle y las burbujas ocupan todo el vaso, la parte del agua, claro, no en el fondo y los lados, como antes”. (Alumna J. A)

Actividad 2 *Vaso cubierto con cristal*

2/3 de alumnos observan que “el vapor de agua choca con el cristal y se condensa, se convierte en gotas de agua, que caen de nuevo”. Otro 1/3 se refiere sólo a que “se empaña el cristal” .

Actividad 3 Variables

Los alumnos encuentran dificultades en identificar las variables actuantes. Mayoritariamente indican calor, tiempo, y número de burbujas. O bien hacen una relación exhaustiva, sin categorizarlas:

“El número del termostato, el calor de la placa. La cantidad de agua . El número de burbujas, la velocidad de ebullición, el tiempo, el tamaño de las burbujas”.

CONCLUSIONES

La totalidad de alumnos concluyen como cambio relevante el “cambio de estado del agua al gaseoso”, con denominaciones variadas: ebullicir, evaporización ...Sobre 2 / 3 de alumnos aprecian también el cambio de vapor a líquido también con denominaciones variadas: liquidación, condensación....

FICHA 6

APRENDEMOS A CLASIFICAR

NOS IDENTIFICAMOS EN EL GRUPO

Los criterios consensuados por los alumnos en actividad en común han sido, convenientemente señalizados:

Género	Masculino I
	Femenino II
Ojos	Claros A
	Oscuros B
	Gafas C
	Sin gafas D
Edad	12 años 1
	13 años 2
Pelo	Largo a
	Corto b
	Rizado c
	Liso d
	Moreno e
	Rubio f

Atendiendo a estos criterios, cada grupo de 4 alumnos se identifica . Una muestra:

Carlos : I , B , D , 1 , b , c , e

Bruno : I , B , D , 1 , b , d , e

José Miguel : I , B , D , 2 , b , d , e

Julia : II , A , C , 1 , a , c , e

Los grupos sacan las conclusiones acertadamente. En la muestra anterior: “en este grupo predomina el masculino, los ojos oscuros y sin gafas, los 12 años, el pelo corto y moreno, y se mezclan el pelo liso y rizado”.

FICHA 7

OBSERVAMOS Y CLASIFICAMOS

SUSTANCIAS

La colección de objetos sin orden aparente, observando similitudes y diferencias, son clasificados atendiendo a si se encuentran en la naturaleza (X) o son fabricados por la técnica (Y)

Presentamos una clasificación típica propuesta por un equipo de dos alumnos :

X	Y
Arena	Contrachapado
Arroz	Vela
Madera	Aspirina
Cera	Plástico
Cuero	Cartulina
Cuarzo	Vidrio
Mármol	Gomaespuma
Metal	Tela
Carbón Vegetal	Ladrillo

Encontramos ligeras variaciones. Algunas, con más acierto, incluyen el cuero como fabricado por la técnica, así como el carbón vegetal. Se advierte una cierta dificultad en nombrar a los objetos: en lugar de cuarzo encontramos mineral, cristal ...; el carbón vegetal es a veces nominado como grafito. En algunos casos el arroz es clasificado en el grupo Y, por razones tal vez de presentación para el consumo.

CONCLUSIONES

En general, los alumnos siguen bien el proceso de clasificación de sustancias, atendiendo a criterio establecido. Pero encuentran dificultades en nombrar una nueva sustancia problema para situar en la clasificación. Las excepciones mayoritarias son grafito (en X) y detergente (en Y)

FICHA 8

CONTINUAMOS OBSERVANDO. APRENDEMOS A MEDIR

MEDIR Y ESTIMAR

Actividad 1 . Dibujamos y leemos escalas

Mayoritariamente (2/3) de alumnos dibujan correctamente la escala de cada instrumento, deducen el valor de cada división y realizan unas medidas.

Probetas Distinguen la A (sensibilidad 1 ml) de la B (sensibilidad 2 ml), aunque encuentran más dificultad en hallar la sensibilidad de esta última. Hacen las lecturas con más facilidad con A que con B.

Medidas de fuerza El instrumento A tiene una sensibilidad de 0,1 N y el B de 0,4 N. Las medidas resultan más fáciles con A que con B. Aunque no se les ha indicado conocen la unidad N (Newton).

Cronómetros Presenta más dificultades el cronómetro A ordinario (con sensibilidad 0,2 s) que el digital B (con sensibilidad 0,01 s). No obstante nos parece más ilustrativo el uso del primero.

Medidas de corriente Resulta más fácil deducir la sensibilidad del voltímetro A (1 V) que la del amperímetro B (0,02 A). Las unidades amperio y voltio no las conocen; las deducen del nombre del instrumento. En circuitos muy simple realizan medidas aceptables.

Sobre 1/3 de alumnos restantes presentan grandes dificultades en la deducción de las sensibilidades de cada instrumento, incluso en la utilización de números decimales.

Actividad 2 . Usamos instrumentos de medidas

Se presenta el problema inicial en la elección del instrumento para una medida concreta, es decir, en la adecuación del instrumento a la cantidad medida. Requieren con frecuencia de la ayuda del profesor. Una vez adoptada de decisión los alumnos (2/3) que leían bien las escalas, realizan las medidas correctamente, tal vez encontrando dificultades en la expresión numérica: “La pelota tarda rodando a lo largo del laboratorio 4 segundos y 42 centésimas”. “El lápiz mide 16 centímetros y 7 décimas”.

El resto de alumnos (1/3) realiza medidas no fiables, excepto en las medidas de longitud.

Actividad 3 . Estimamos

Sin usar ningún instrumento los alumnos tratan de adivinar/estimar cantidades. Prácticamente la totalidad de alumnos responden sólo a la longitud y tiempo (parecen ser las más intuitivas). Algunos, no obstante, estiman aceptablemente e incluso, sin haberlo solicitado, emplean posteriormente instrumentos para confirmar el grado de aproximación. Así (alumna J.A):

- “ 1 . La longitud de la vela es 20 cm (real , 22)
2. La masa de la goma de borrar es de 15 g (real , 18)
3. El área del asiento de la banqueta es de $30 * 20 = 600 \text{ cm}^2$ (real $44 * 17 = 891 \text{ cm}^2$)
4. El volumen del libro es $30 * 7 = 210 \text{ cm}^3$ (no da el valor real)
5. El tiempo que tardo en leer un párrafo del libro es 20 s (real 22)
6. La fuerza necesaria para alargar la cinta elástica 2 cm es ... (en blanco)

La mejor estimación es la del tiempo”.

CONCLUSIONES

Hay dificultades en la selección de un instrumento por su sensibilidad. Al requerirlos la mejor estimación, no suelen responder. No hay “cultura” de estimación. No se atreven a estimar; sólo piensan en las medidas “exactas” .

FICHA 9.1

REALIZAMOS OBSERVACIONES Y APRENDEMOS A INFERIR

¿ QUE HAY EN LA CAJA ?

Encontramos tres grupos claramente diferenciados, que corresponden aproximadamente cada grupo a 1/3 de alumnos.

En un primer grupo, observan con cuidado las cajas, sopesando, agitando, escuchando, oliendo incluso, sin poder mirar el interior. Realizan inferencias que son afirmadas por la evidencia al abrir la caja.

“ (1) Pelota de goma (1) Afirmada
(2) Grupo de clips (2) Afirmada
(3) Trozo de papel albal .. (3) Afirmada “

Un segundo grupo observa también con atención, sopesando, agitando, escuchando, sin poder mirar el interior. Realizan inferencias que en parte son afirmadas y en parte negadas.

“ (1) Pelota de tenis (1) Negada , en parte
(2) Pesos unidos (clips) ... (2) Afirmada
(3) Ralladuras de hierro (3) Negada

(1) Pelota de goma (1) Afirmada
(2) Chinchetas , agujas ... (2) Negada
(3) Limaduras de hierro ... (3) Negada “

Un tercer grupo trabaja con escepticismo, con poco interés. No están acostumbrados a este tipo de experiencias. Los resultados se corresponden con estos planteamientos .

“ (1) Pelota de frontón (Negada)

(2) Clavos unidos (Negada)

(3) Arena y una bola (Negada)

de papel de plata

FICHA 9.2

¿ DESAPARECE POR ENCANTO ?

En esta experiencia en común sobre la mejor inferencia, cada alumno echa cuidadosamente dos o tres gotas de alcohol en la palma de su mano .

Al describir las observaciones, aparecen preferentemente :

- “ El alcohol desaparece “
- “ El alcohol enfría la mano “
- “ Si pongo más gotas tarda más en desaparecer “
- “ El alcohol penetra en la piel “
- “ El alcohol pasa al aire “
- “ Si soplo, el alcohol desaparece antes “

En la intención de explicar lo sucedido, se obtiene por consenso la mejor inferencia :

“El alcohol al vaporizarse necesita calor, y la mano se enfría”

FICHA 10

OBSERVAMOS E INFERIMOS

¿DONDE Y COMO ESTA LA SAL ?

1. Observamos , disolvemos e inferimos

Los alumnos observan la sal directamente, con lupa binocular y, si lo piden, con un microscopio óptico preparado. Hacen dibujos. Disuelven la sal lentamente. Las inferencias:

a) ¿ Dónde está la sal ? La mayoría indica que en el agua “mezclada con ella”, “disuelta”

b) ¿ Qué naturaleza tiene ahora la sal ? Las propuestas son conflictivas: “Sólida”, “transparente “, “sólida muy pequeña”, “no es ni sólida ni líquida”; la mayoría indica “líquida”.

2 . Filtramos e inferimos

c) ¿ Dónde está la sal ? Curiosamente, la totalidad de los alumnos indica que está en el filtro y en el agua.

d) ¿ Puedo recuperar la sal ? Todos indican que por evaporación, o calentando la disolución.

3 . Experimentación y contrastación de inferencias

Los alumnos recuperan la sal por calentamiento y dicen afirmar unas inferencias . Al parecer se han olvidado de lo dicho sobre la sal en el papel de filtro.

CONCLUSIONES

Es particularmente indicativo el análisis de la forma gráfica del desarrollo del proceso: Así encontramos (verbalizado):

- 1 Formas cúbicas semitransparentes
- 2 . No se aprecia la sal .Dibujan un continuo de agua
- 3 . Formas cúbicas “ poco cristalizados “.

- 1 . Cubitos .
- 2 . Rayas en el agua (interpretación muy interesante)
- 3 . Cubitos

- 1 . Cubos grandes
- 2 . Cubitos pequeños en el agua
- 3 . Cubos grandes

- 1 . Cubitos
- 2 . Cubitos flotando en el agua
- 3 . Cubitos

4.2.1 b) CICLO 12/14. EVALUACIÓN

La **comunicación escrita** es una competencia metodológica. El texto escrito, los informes, de los alumnos son funcionales y facilitan el proceso intelectual, La función del escrito tiene una doble dimensión: Para sí mismo: fijar un fin a la acción, planificar, prever observaciones, saber elegir los elementos más importantes, recoger datos precisos, permitir un tiempo de reflexión personal, organizar datos ... Para los demás: hacer comprender, eliminando lo accesorio, explicar, hacer saber a otros lo que se sabe. Se configura así como una actividad de metacognición.

Es necesario distinguir entre textos descriptivos (precisos, selectivos, exhaustivos en lo que es pertinente) y textos explicativos (la interpretación necesita una asociación entre los resultados empíricos obtenidos y la teoría).

En este ciclo nos hemos encontrado con alumnos con evidentes deficiencias en esta competencia metodológica. Una zona media que puede ser incluida en descriptores y algún caso especial de interpretador.

Pese a los esfuerzos realizados, esta competencia metodológica es un asunto pendiente que debe englobarse, con seguridad, interdisciplinariamente.

En este ciclo un proceso básico es la **Observación** (Fichas 1 y 2). En general observar es prestar atención a algo (objeto o fenómeno) para darse cuenta de cómo es, está, se hace u ocurre): En la observación usamos los sentidos y nos ayudamos de la técnica; se trata sin embargo de una actividad mental y no de una mera respuesta de los órganos sensitivos. Cualidades de un buen observador: concentración, atención a los detalles, destreza, paciencia, práctica. En general hemos encontrado estos rasgos en los alumnos del ciclo.

En la observación, lo que un observador “ve” depende: 1) de su experiencia pasada ; 2) de su conocimiento; 3) de su expectativas. Por tanto: 1) la observación no es puramente pasiva; 2) La observación es siempre la construcción de un modelo de interpretación; 3) la objetividad de la observación no es absoluta. En consecuencia, la teoría guía la observación de modo que es posible desde el principio detectar las teorías (preconcepciones) de los alumnos. Ha resultados especialmente significativo en algunos alumnos: en la observación de una vela ardiendo aparecen sus concepciones sobre la llama (combustión y formación de luz)

Observaciones e identificación de variables (Fichas 3, 4 y 5) es otro proceso básico. Llamamos variables a los factores que influyen o afectan a un fenómeno determinado, a un problema planteado y en general a una situación determinada. Distinguimos entre identificar variables (“qué varía”, “qué puede variar”) - con resultados satisfactorios en este grupo - identificar relaciones entre variables (“hay alguna relación entre lo que varía”) - habiendo encontrado una dificultad mayor - y medir variables (la observación cuantitativa). En este aspecto los alumnos, en general, no son hábiles, encuentran dificultades incluso en la interpretación de escalas.

Clasificación (Fichas 6 y 7) es otro proceso importante. La clasificación es la organización en grupos cuyos elementos tienen algo en común. Para la agrupación se

usan criterios propios o impuestos y se realiza con un propósito determinado. La clasificación es útil científicamente por tres razones: 1) Posibilidad de recuperar un objeto con facilidad;2) Predecir ciertas propiedades de un objeto, ser vivo o sustancia porque pertenece a un grupo determinado;3) Identificar un objeto persona por los criterios usados en la agrupación. En las Fichas propuestas la elección de criterios no ha presentado dificultad en la Ficha: 6 Nos identificamos en el grupo; pero sí en la Ficha 7: Sustancias

La inferencia (Fichas 9 y 10) es un proceso intelectual creativo. Es, por tanto, una operación mental que llega a concluir algo a partir de ciertos datos o antecedentes: es una extensión del conocimiento; es un paso de lo conocido a lo no conocido. Implica una especie de salto de los datos establecidos y verdades aceptadas a nuevas verdades relacionadas con ellos. La inferencia es el instrumento con el cual los científicos consiguen generalizar sus descubrimientos, en formas de leyes a través de hipótesis.

Las primeras inferencias propuestas (Fichas 9.1 y 9.2) resulta asequibles a los alumnos de este ciclo. Las inferencias son por naturaleza provisionales. El experimento puede interpretarse como la búsqueda de una evidencia que entra en conflicto o no con una inferencia y por tanto niega o la afirma. Este aspecto (Ficha 10) presenta notorias dificultades en este ciclo.

4.2.2 a) CICLO 14/16. EXTRACTO DE INFORMES DE ALUMNOS

FICHA 0.1

¿ QUE HAY EN LA CAJA ?

Materiales :

10 cajas numeradas y cerradas conteniendo cada una un objeto distinto:

1) cilindro metálico; 2) cucharillas metálicas; 3) tapones de goma; 4) tapones de corcho; 5) pera de goma; 6) chapas metálicas; 7) taco de madera; 8) esfera metálica; 9) varillas metálicas; 10) bote de plástico.

ACTIVIDAD

Observamos cuidadosamente cada caja. Realizamos inferencias acerca de los objetos que contienen.

Algunas apreciaciones de los alumnos :

Caja 1 : “por su sonido creo que es pesado y un sólo objeto. Alargado. Es de aluminio o metal”.

2 : “Hay varios objetos que suenan. Son fuertes. Son de metal”

3 : “No suena, son ni duros ni blandos”.

4 : “Hay tres dados de madera o de plástico blando, no muy pesados y no ruedan por el fondo de la caja y se deslizan”.

5 : “Parece una pelota desinflada”.

6 : “Varias anillas, porque pesan poco y suenan mucho. Plaquitas o chapas metálicas”.

7 : “Pesa. Tiene figura geométrica. Puede ser madera o plástico”.

8 : “Pelota tipo metálico, pesa y rueda, pero suena a plástico”.

9 : “Grande, muy pesado, es metálico y macizo. Suena como cascabeles y pueden ser los platillos de una báscula”.

CONCLUSIONES

Indicamos el nº de aciertos en cada caja y el de aciertos parciales (forma o naturaleza)

Caja	Inferencia correcta	Inferencia parcialmente correcta
1	7	4
2	8	5
3	6	5
4	4	4
5	4	5
6	6	5
7	8	1
8	6	7
9	10	3
10	11	3

Promedio de inferencias válidas : 7

Promedio de inferencias parcialmente válidas : 4

Promedio de inferencias erróneas : 5

COMENTARIO

Los alumnos tienen una actitud positiva. Es para ellos una actividad nueva: razonar sobre algo que no se ve. ! Pero tienden a precisar demasiado !

FICHA 0 . 2

OBSERVAMOS E INFERIMOS

Actividad 1 Observamos y describimos

Las observaciones son muy dispares. Así 2/3 de alumnos indican que “la gota redonda se desliza por la chapa y es cada vez más pequeña”. Puede sorprender que 1/3 fija su atención en los cambios de color en el cobre. Un alumno detalla :

“La placa comienza a adquirir un color oscuro, grisáceo. Cuando no está muy caliente las gotas de agua escurren por la placa sin producir transformaciones. Cuando las placas se calientan las gotas de agua “rascan” la placa dejándola con el color inicial. Saltan chispitas y quedan virutas. Lo he probado con la lámina en frío y no pasa nada aparentemente (Alumno B. M)

Actividad 2 . Intentamos explicar.

La mayoría explica que sucede que el agua hierve o se evapora :
El agua en estado líquido al caer sobre el calor se convierte en vapor, pasa al aire por un cambio de estado. “Cuanto más caliente está la placa más rápido se produce . A esto se le denomina vaporización”. Esta es la inferencia que, por votación, parece la mejor.

COMENTARIO

Constatamos que surge el concepto “cambio de estado”.

FICHA 0.3 COMUNICAMOS UNA INFORMACION UTILIZAMOS LA TECNICA DEL GRAFICO

ACTIVIDAD : FUEGOS ARTIFICIALES

Realización de la gráfica.

Los alumnos representan los datos de la tabla en una gráfica, primero de manera espontánea y después siguiendo las Normas de Realización que se proporcionan. Están de acuerdo en seguirlas, ya que, si no, cada alumno hace la gráfica “a su manera”. Pero en la gráfica no aciertan a interpretarlas y realizarlas.

Constatamos unos resultados muy deficientes. Una gráfica correcta, aceptable, es realizada sólo por 4 alumnos (1/4 del total); 5 alumnos trazan sólo los puntos o los unen por línea quebrada. Preocupa que 7 alumnos (casi 1/2 del total) no realiza la gráfica, principalmente por no saber adoptar las escalas convenientes en los ejes.

Obtención de información

a) Altura a los 9 s.

Sólo 4 alumnos que han realizado correctamente la gráfica saben interpretarla, leyendo 88m. Otros 2 alumnos con gráficas deficientes obtienen un valor aceptable: 90 m . Pero 10 alumnos (más de 1/2 del total) no dan respuesta.

b) ¿ Cuánto necesitó el cohete para alcanzar los 30 m ?

Consideramos aceptable la dada por 2 alumnos (0,8 s) y por 4 alumnos (1 s). Se repite la situación anterior de 10 alumnos sin respuesta.

c) ¿ Cuánto tiempo transcurre hasta caer al suelo ?

3 alumnos indican que 16 s y 1 alumno, 13 s. Subsiste la situación anterior de no respuesta, incluso aprobada por el comentario de un alumno : “No se puede saber “

ACTIVIDAD : TAZAS DE CAFÉ

Realización de la gráfica

Constatamos de nuevo las dificultades encontradas por los alumnos, pese a las Normas. La elección de escalas en los ejes no presenta problemas: la dificultad surge al tratar de obtener dos curvas en la misma gráfica. Esto es realizado correctamente por 3 alumnos (1/5 del total) . 6 alumnos trazan sólo los puntos o los unen por líneas quebradas. 7 alumnos no hacen la gráfica; encuentran problemas en las escalas de los ejes y en el planteamiento en sí mismo de la actividad.

Obtención de información

Sólo 4 alumnos (1/ 4del total) se atreven a indicar que “el plástico conserva mejor el calor que la porcelana”. El resto no contestan.

ACTIVIDAD : CRONOMETRAR

Realización de la gráfica

Resultados similares a la actividad anterior, por las razones indicadas. Así nos encontramos que sólo 3 alumnos hacen la gráfica correctamente; 4 trazan puntos o línea quebrada y el resto no la hacen, o son incapaces.

Obtención de información

En esta actividad se solicita una cuestión relacionada con la matemática: el cálculo de la pendiente de la recta obtenida en la gráfica. Pese a que se indica en las Normas, únicamente

1 alumno halla un valor correcto; 2 alumnos la calculan utilizando datos de la tabla, en un proceso tedioso. El resto no contesta

CONCLUSIONES

Los deficientes resultados encontrados indican que la técnica de realización de gráficas y posterior utilización para extraer de ellas información, es un asunto pendiente en este nivel de enseñanza.

COMENTARIO

Persiste la representación espontánea. Como se pondrá de manifiesta en otras actividades posteriores del proyecto, no interiorizan esta técnica, no la integran en su acervo cultural.

FICHA 1

¿DONDE Y COMO ESTA LA SAL ?

Actividad 1 : Observamos y disolvemos la sal

La mayoría observa la sal con la lupa, indicando que la ve bien. Tres alumnos no aciertan en el enfoque, prefieren la observación directa.

Realizan inferencias:

a) La mayoría indica que la sal se disuelve en agua. Hay algunas matizaciones: “ La sal está disuelta en el agua, el exceso queda abajo. Se debe a que hemos echado gran cantidad de sal en poco agua. Con el tiempo termina por disolverse”.

b) Predomina la concepción de que la sal tiene ahora naturaleza “líquida” o “acuática”

Actividad 2. Filtramos e inferimos

c) Las suposiciones pueden clasificarse : La sal está en el filtro (6 alumnos): está disuelta en agua (4 alumnos); está parte en el filtro y parte en el agua (6 alumnos).

D) Todos indican que se puede recuperar la sal . Sobre la forma, predomina “evaporando” y “secando el filtro”. Dos alumnos utilizan el vocablo “recristalización”. La alumna B.M. se expresa:

“Por recristalización. Si ponemos a calentar el agua hasta que llegue a ebullición conseguimos que la sal reaparezca de nuevo en estado sólido pegada a las paredes del vaso”

Actividad 3 Experimentamos y contrastamos las inferencias

El evidente hecho experimental realizado hace que la inferencia: “está disuelta en el agua”, toda o parte (en total 10 alumnos), confirmen su inferencia. La inferencia “está en parte en el filtro y en parte en el agua (6 alumnos) es parcialmente confirmada. A los que suponían que está en el filtro (6 alumnos), niegan con matices su inferencia, manteniéndose en que “ algo de sal debe quedar en el filtro”.

CONCLUSIONES

La mayoría se expresa gráficamente de forma correcta en 1 y 3, (dudando en 2), decidiéndose por una concepción de continuidad. En su lenguaje, aparecen conceptos ya estudiados por el alumno, con dificultad de aplicarlos al caso concreto:

“En un principio el estado de NaCl es sólido. Se aprecian pequeños cristallitos de NaCl. La segunda vez está disuelta y al principio se observa algo de NaCl, al final no se ve aparentemente más que agua. En el tercer caso el NaCl se solidifica de nuevo quedando pegada a las paredes del vaso” (alumna B.M).

COMENTARIO

Los alumnos muestran dificultades de expresión incluso de la fenomenología desarrollada.

FICHA 2

ESPUMA DE DERGENTE

ACTIVIDAD. Agitar agua con detergente

La mayoría de alumnos anota datos correctos de altura de espuma. Una tabla de datos promedio es :

Agua	Cantidad de detergente	Altura de espuma
grifo	1 gota	2.2
grifo	2 gotas	3
grifo	3 gotas	4.5

Estos alumnos concluyen que “a más cantidad de detergente, más altura de espuma”. Dos alumnos matizan: “el agua del grifo no sigue una proporción en la altura de la espuma”. Este grupo de alumnos usan estos resultados para predecir nuevas situaciones. Una tabla globalizadora:

Agua	Detergente	Altura de espuma	
		Predicción	Valor real
grifo	4 gotas	5	4.7
destilada	1 gotas	2.5	2.4
marina	3 gotas	4	4.2

La primera es una predicción desde los datos de experiencia y, salvo alguna excepción, es coherente. Las otras dos son inferencias para comprobación exterior. Por esta razón, algunos alumnos no las hacen.

Dos alumnos “leen” datos que indican “a más detergente menos espuma”. El trabajo de uno de ellos muestra las diferencias en la utilización de su información propia. De su tabla de datos:

Agua	Cantidad de detergente	Altura de espuma
grifo	1 gota	2.8 cm
grifo	2 gotas	2.5 cm
grifo	3 gotas	2.3 cm

Predice incorrectamente un altura de espuma para agua del grifo con 4 gotas de detergente de 4.5 cm (que curiosamente ahora coincide con un valor real). Y hace inferencias en el sentido de que el agua destilada con 1m gota de detergente hace una altura de espuma 2.5 cm (menor que su dato para agua del grifo); y el agua marina con 3 gotas de detergente hace una altura de espuma de 1 cm (mayor que su dato para el agua de grifo).

CONCLUSIONES

No se llega a una explicación aceptada sobre las causas de la altura de espuma de detergente en el agua. En general, repiten lo que han visto : “la que más espuma hace es la destilada, seguida de la del grifo, y como último, la marina”, intentando alguna justificación: “El agua destilada coge antes el detergente que la del grifo y la marina, gradualmente”. Alguno rechaza su inferencia inicial: “me falla, pues pensé que la salada hacía más espuma”.

COMENTARIO

Aparecen anomalías en los datos experimentales; y no se dan respuestas creativas. Se da una cierta dificultad de concluir.

FICHA 3

FUERZAS MAGNETICAS

ACTIVIDAD

Una tabla de datos promediados es:

Hojas de cartulina	0	1	2	3	4
Fuerza (N)	2.5	2.1	1.7	1.5	1.3

La totalidad de alumnos infieren como modelo de comportamiento: “Hemos comprobado cómo disminuye la fuerza magnética a medida que hemos ido colocando cartulinas. Mientras que el imán no encuentra ninguna interposición (en este caso, cartulina) la fuerza magnética que “realiza” es grande. A medida que se van interponiendo cartulinas éstas van decreciendo”. En la predicción / comprobación para varias cartulinas más, una tabla globalizadora es :

Hojas de cartulina	5	6	7	8
F (n) Predicción	1.1	1	0.8	0.7
F (N) Comprobación	1.4	1.3	1.25	1.2

En la predicción de fuerza necesaria si pudiéramos intercalar 2 ½ hojas de cartulina, las contestaciones son muy dispersas, predominando el valor 1.7, sin más aproximación.

CONCLUSIONES

Realizan la gráfica $F_{\text{mag}} / N^{\circ}$ de cartulinas, aproximadamente 1/2 de los alumnos, correctamente, aunque podría mejorarse la escala adoptada para la fuerza. El resto no hace la gráfica. Llama la atención que los alumnos que hicieron bien la gráfica, no obtienen información de ella, fallando en el objetivo previsto de comunicación.

COMENTARIO

En la predicción predomina el uso espontáneo de la “regla de tres”, pero la mayoría no la comprueba. No utilizan a este fin el gráfico. Los alumnos tiene dificultad de expresión, de elaborar el correspondiente informe.

FICHA 4

EL PESO DENTRO Y FUERA DEL AGUA

ACTIVIDAD 1 . Objetos del mismo tamaño y distinto material.

Referente al peso de los objetos en el aire y en el agua, aproximadamente la mitad de alumnos indica simplemente que el peso disminuye. Pero otra mitad, matiza que “el peso disminuye por igual en ambos objetos”. Así, del cuadro de J.R.F , representativo de este grupo:

Objeto	Peso		Volumen
	en aire	en agua	
A (bronce)	2 N +- 0.1 N	1.8 +- 0.1 N	20 ml +- 5 ml
B (plomo)	2.7 N +- 0.1 N	2.5 N +- 0.1 N	20 ml +- 5 ml

Observa que “ al meterlos en agua su peso disminuye en 0.2 N, que es igual al peso del agua que desaloja”. Predice que el objeto C de la misma colección “como tiene el mismo volumen que los otros dos cilindros, su peso disminuirá en 0.2 N al meterlo en agua”. Comprueba que “sí es correcta la predicción. El pesa en el aire es de 0.5 N y en el agua pesa 0.3 N; por tanto disminuye su peso en 0.2 N”. Hace la nueva observación : “El peso del agua que desaloja es el mismo siempre, puesto que el volumen de los tres cilindros es el mismo”.

ACTIVIDAD 2. Objetos del mismo material y distinto tamaño.

Encontramos similar proporción de alumnos. Del alumno anterior:

Objeto	Peso		Volumen
	en aire	en agua	
D (aluminio)	0.5N +- 0.1 N	0.3 N+- 0.1 N	20 ml
E (aluminio)	0.3 N +- 0.1 N	0.27 N +- 0.1 N	3 ml

Observa que “al pesarlo en agua uno disminuye en 0.2 N y otro en 0.03 N. Los resultados son diferentes puesto que su volumen es diferente”. Predice referente al objeto F que “su peso en el agua disminuirá en una cantidad comprendida entre 0.03 N y 0.2 N, puesto que su volumen es mayor que E y menor que M”. Comprueba esta predicción es correcta: “Peso en el aire 0.5 N. Peso en el agua 0.32 N. Diferencia de peso igual a 0.18 N”.

Constatamos que únicamente 3 alumnos son capaces de utilizar las actividades 1 y 2 para formular una idea generalizada válida.

CONCLUSIONES

Referente a la resolución del problema planteado sólo 3 alumnos dan propuesta aceptable; 5 alumnos dan soluciones incorrectas, basadas a veces en concepciones erróneas ajenas al trabajo experimental realizado. El resto, simplemente no contesta: una evidencia más de la desconexión vida escolar / vida real.

COMENTARIO

Es de notar que los alumnos habían “tratado” el principio de Arquímedes. No obstante, se constata la dificultad de la predicción a pesar de haber realizado inferencias; incluso algunos no utilizan sus datos de cara a una predicción.

Generalmente la idea generalizada es muy simple: el peso es menor dentro del agua.

La aplicación de lo experimentado no es posible, seguramente al tratarse de un caso planteado en otro contexto. La motivación ¿ será quizá ésta ?

FICHA 5

ESTIRAMOS MUELLES

Aproximadamente dos tercios de alumnos hacen observación (con datos) del comportamiento de un muelle y de dos muelles unidos. Una tabla estándar de éstos es :

Carga (g)	Alargamiento (mm) para un muelle	Alargamiento (mm) para dos muelles
50	30	60
100	70	139
150	110	105

Inferen que hay una relación de proporcionalidad entre alargamiento y carga, y también que dos muelles “aproximadamente” se alargan doble que uno. En este proceso, como ayuda, se solicita al alumno que realice una gráfica. Pero únicamente tres alumnos realizan una gráfica normalizada, según las normas dadas en la Ficha 0.1. El resto, parece haberlas olvidado: incluso bastantes no la hacen por dificultades de elección de ejes y escalas, además de la dificultad añadida de la conveniencia de representar las dos rectas (una por cada muelle) en el mismo papel. Los tres alumnos citados saben obtener información de sus gráficas.

Estos resultados se mantienen en la predicción y comprobación de tres muelles unidos. Una tabla típica de dos tercios de alumnos :

Carga (g)	Predicción de alargamiento	Alargamiento real
50	90	90
100	210	210
150	330	328

Estos alumnos observan nuevamente que “dos muelles alargan el doble que un muelle” y que “ tres muelles alargan el triple que un muelle”. A la pregunta: ¿ Puedo generalizar una idea ?, suelen contestar brevemente. Sí.

La hipótesis emitida por los alumnos se expresa en distintas formas de lenguaje: “Que un muelle hace un determinado alargamiento, y éste es proporcional al número de muelles: un muelle, un alargamiento; dos muelles; dos alargamientos, etc.” (alumno G.S)

“El alargamiento depende porcionalmente a la longitud del muelle, o sea que en el alargamiento influyen cuántos muelles empleemos, si son tres muelles, el triple y si son cuatro, el cuádruple, y así sucesivamente”(alumno E.G)

CUESTIONES

En el problema, expresado gráficamente, sólo cuatro alumnos dan una respuesta correcta: “Sí, Juan es más fuerte que María porque produce mayor alargamiento”. Sorprende que doce alumnos no respondan.

COMENTARIO

Los alumnos consideran de gran interés esta actividad. Pero encuentran grandes dificultades. El alumno se implica pero es incapaz de llegar a una conclusión general (quizá no prevista al manejar varios muelles). En algunos casos constatamos un aprendizaje más significativo que al tratar convencionalmente la denominada “ley de Hooke”.

FICHA 6

INICIACION A LA INVESTIGACION EN EL AULA. USAMOS LOS PROCESOS PARA RESOLVER PROBLEMAS.

APARTADO I

SITUACION A. EL CALOR EN UNA HABITACION

Se dialoga con los alumnos, utilizando ejemplos, con el fin de precisar el concepto de “variable” como factor que afecta a una situación determinada: Asimismo se establecen los conceptos: variables dependiente, variable independiente, variables no significativas. Se analiza la posibilidad de controlar variables en la realización de un experimento.

Cuando consideramos que los alumnos habían interpretado suficientemente estos conceptos pasamos a estudiar la situación problema planteada.

Los alumnos sugieren como factores que influyen en el calor de una habitación de una manera unánime o muy mayoritaria:

- | | |
|---|---|
| 1) Temperatura exterior | 2) N° de personas en la habitación |
| 3)Focos de luz | 4) N° de radiadores y potencia de los mismos |
| 5) Corrientes de aire | 6) Volumen de la habitación |
| 7) Situación del piso. | |
| 8) Espesor de los tabiques (propuesta que deriva a considerar los materiales aislantes con que están contruidos). | |

Sin ningún problema establecen como variable independiente: el calor de la habitación.

Después de un cambio de impresiones acuerdan que los factores que más pueden influir en el calor de la habitación son los números: 1), 4), y 6.

Con respecto al factor 7) llegan a considerar que se podría englobarse en el 1). El factor 3) lo consideran finalmente poco significativo.

Hemos observado una tendencia a sugerir muchos factores, tratando de agotar posibilidades, aunque ellos no sean casi significativos. Esta conclusión es válida para otros apartados. Ello supone mayor dificultad para establecer las variables más significativas.

Algunos alumnos mostraron haber entendido el concepto de control de variables ya que fue aplicado bien en el problema.

SITUACION B . EL TIEMPO DE COCCION PARA PREPARAR UN ASADO AL HORNO

Apuntan las variables siguientes:

- 1) Potencia del horno
- 2) Tamaño del asado y calidad del mismo
- 3) Que se desee más hecho o menos hecho.
- 4) Aislamiento del horno

No hemos relacionado muchas sugerencias nada significativas, tales como la fuente donde se coloque la carne.

Después de un cambio de impresiones llegan a considerar que el nº 4) se podría eliminar si se utilizaba el mismo horno. (Se les hizo ver que eso era el control de una variable).

SITUACION C. LA CANTIDAD DE ESPUMA DE DETERGENTE AL LAVAR LOS PLATOS.

Señalan las variables:

- 1) Cantidad de detergente utilizado
- 2) Clase de detergente.
- 3) Cantidad de agua.
- 4) Calidad del agua
- 5) Suciedad de los platos.

A todos los alumnos les parecía que estas variables eran todas significativas para el estudio del problema.

Se estudió con estas variables lo que sería un control de las mismas si fuéramos a resolver el problema experimentalmente.

SITUACION D. LA RAPIDEZ DE ENFRIAMIENTO DE UN LIQUIDO CALIENTE CONTENIDO EN UN RECIPIENTE.

Señalan las variables.

- 1) Materiales con que está hecho el recipiente
- 2) Temperatura del líquido
- 3) Temperatura exterior
- 4) Naturaleza del líquido
- 5) Agitación del líquido.
- 6) Aireación
- 7) Superficie libre del líquido
- 8) Cantidad de líquido

Señalan como variable dependiente: la rapidez de enfriamiento.

Como variables independientes significativas a todas ellas.

APARTADO II

PROBLEMA A. HAY MUCHOS TIPOS DE PAN DE MOLDE.

Planteamos la resolución del problema estableciendo un diálogo entre todos los presentes. Algunos proponen que se trataría de “medir” la pérdida de agua del pan.

Tienen dificultades para iniciar el diseño. Sin embargo un alumno propone calentar una porción de pan pues así perdería una cantidad de agua. Precisa que la porción de pan habría que pesarla antes y después del calentamiento. Todos los demás alumnos están de acuerdo con la propuesta.

Se les propone entonces que indiquen cómo hacerlo.

Un alumno propone poner una pieza de pan al sol y tenerlo un tiempo. Proponen que sería mejor hacerlo en un tostador. Preguntados por la razón, sólo indican la rapidez de calentamiento.

En este punto los alumnos dan por resultado el diseño del experimento. Los profesores insisten sobre si les parece suficiente lo indicado. Afirman que sí.

Se les indica entonces si no sería necesario precisar más el problema indicando: variable dependiente, factores que influyen en la pérdida de agua, control de variables.

Entonces los alumnos indican:

Variable dependiente: pérdida de agua, determinada por pesadas sucesivas de la masa de la porción del pan.

Variables independientes: tipos de pan, potencia del tostador.

Los alumnos no fueron capaces de desarrollar más. Lo hicimos los profesores. Los alumnos parecían que entendían claramente la problemática que se les indicó.

PROBLEMA B. LA LECHE SE AGRIA CON EL TIEMPO.

En este problema los alumnos estuvieron totalmente desorientados. Con toda seguridad la razón estaba en desconocer el proceso propuesto.

Todo el diseño tuvo que ser desarrollado por los profesores. Ciertamente los alumnos parecían sinceros cuando nos indicaba que entendían muy bien el diseño realizado.

COMENTARIO

Los alumnos parecen manejar aceptablemente la identificación y control de variables y el inicio en la habilidad de diseñar el experimento.

Hemos encontrado una conclusión interesante: La metodología científica implicada en esta Ficha es, para el alumno, más asequible que el inductivismo para llegar a hipótesis (Fichas 4 y 5).

FICHA 7

SQUASH

Los profesores presentan a los alumnos el problema: ¿es posible que la pelota tenga mejor rebote después de jugar al squash durante algún tiempo?.

Cada grupo de trabajo tiene una pelota de jugar al squash, y se les pide que se familiaricen un poco con ella en cuanto de que puede estar hecha y si su bote es más o menos intenso.

I. PLANIFICACION DEL EXPERIMENTO.

Se les pide a los alumnos que estudien el problema planteado en cuanto a considerar si el rebote aumentará o no a medida que se juega, y en caso de que aumente cuál podría ser la causa.

Inmediatamente un alumno propone lo siguiente:

“Si el rebote aumenta podría ser debido a que la pelota se calienta debido a los rozamientos que hay en el contacto de ella con el suelo, y esto puede hacer que aumente el bote”.

En esta proposición nos llamó la atención no sólo la aportación de la posible causa del bote, “el calentamiento de la pelota”, sino también el que el alumno señalara la causa de ese calentamiento “los rozamientos”. No preguntamos nada al respecto por no apartamos de lo fundamental del problema planteado.

Los demás alumnos, en una mayoría, afirma estar de acuerdo con esta proposición, y aseguran que sucederá lo propuesto.

En este momento se les pregunta que hacer para comprobar la bondad de la propuesta.

La respuesta de los alumnos: experimentar.

Se les pregunta : ¿Cómo experimentar?. ¿ Y qué medir en la experimentación?

De este modo inmediato un grupo de alumnos propone “medir el calor de la pelota y el bote de la misma”.

Se les dice que reflexionen en cuanto si parece posible medir el calor de la pelota, o si deberíamos recurrir a la medida de otra magnitud. Se les pide que recurran a su experiencia en la vida cotidiana o de estudio.

Muy pronto una alumna expresa: “yo creo que debemos medir la temperatura que tiene la pelota y no su calor”. Cuando se le pregunta la razón de su propuesta indica: “mi experiencia es que cuando quiero saber si un cuerpo está más o menos caliente mido su temperatura”. Los demás alumnos se muestran de acuerdo.

En estos momentos se concreta: “Debemos medir la temperatura de la pelota y la altura del bote”.

Se les propone entonces, ¿ cómo lo hacemos?.

Esta pregunta planteó dificultad para ellos en cuanto a medir la temperatura de la pelota (algunos proponían jugar con ella y cada cierto tiempo medir su temperatura poniendo en contacto el termómetro con ella. Se les hizo ver lo inadecuado de la propuesta), pero no la altura del bote para lo cual unánimemente proponían dejarla caer desde una altura y medir la altura de su bote. La dificultad se pudo resolver después de alguna sugerencia por parte de los profesores.

Finalmente se concretó: En un calentador, con regulador de temperatura, se colocarían pelotas a diferentes temperaturas, y se mediría la altura del bote, para cada temperatura.

II. IDENTIFICACION DE FACTORES

En este apartado se dejó que cada grupo trabajara de modo autónomo.

- A) La variable que cambiamos a voluntad: La temperatura de la pelota. Todos dan esta respuesta:
- B) La altura del bote: responden 12 alumnos
La altura del bote y al temperatura de la pelota:3
En blanco: 1
- C) La altura desde que cae la pelota: 15
En blanco: 1
- D) El tipo de suelo.
El rozamiento con el aire: mayoritaria
Temperatura ambiente
Corrientes de aire

III. REUNIMOS Y ORGANIZAMOS LOS DATOS

En este apartado se les dejó trabajar de modo autónomo.

Los datos de la experiencia se reúnen en una tabla de dos columnas: temperatura, altura de bote. Se puede considerar correcto en el totalidad.

La representación gráfica se presta a los comentarios siguientes:

- Ninguno representa en papel milimetrado o el menos cuadriculado. Representan directamente en el papel blanco. No habíamos indicado como debían hacerlo para ver su actuación de modo libre.
- En siete de las respuestas la unión entre los puntos se hace con línea quebrada

Nuestra impresión es : a) no dominan la técnica de representación al menos la mitad los alumnos, b) los alumnos no conceden importancia a la representación gráfica. Pensamos que el alumno da escasa importancia a la gráficas como medio de transmisión de información, y que sólo cuando sea consciente de ello puede ser más riguroso en la realización de gráficas. Todo ello pese al trabajo específico realizado en la Ficha 0.1

IV. COMUNICACION DE RESULTADOS

Llama la atención que 5 alumnos dejen este apartado en blanco.

Los demás expresan algo como lo siguiente:

“Hemos comprobado que a mayor temperatura la altura del bote es mayor”.

V. ¿NUEVO PROBLEMA ?

La mayoría deja en blanco este apartado

Alguno indica cosas que supone variar algún detalle de trabajo realizado, tal como: repetir la experiencia dejando caer la pelota desde una altura diferente.

Entendemos que no hay propuestas, válida, no hay creatividad.

COMENTARIO

Los alumnos entienden rápidamente el problema, e incluso, aunque con dificultad, su reformulación para investigar. Se da un equilibrio entre intuición y dificultad experimental. No se ven mayor necesidad de rigor en sus medidas.

Constatamos de nuevo la conclusión ya indicada en la Ficha anterior: La metodología científica implicada en esta Ficha es, para el alumno, más asequible que el inductivismo para llegar a hipótesis (Fichas 4 y 5).

FICHA 8 COLUMPIARSE

I. PLANIFICAMOS EL EXPERIMENTO.

Esta actividad fue realizada únicamente por 11 alumnos, debido a estar en época de exámenes.

Los alumnos señalan que la rapidez del columpio puede depender de:

- la longitud de la cuerda.
- la masa de la persona que se columpia. (un alumno pide intervenir y señala que él piensa que la masa de la persona no ejercerá influencia en la rapidez del movimiento del columpio. Lo justifica diciendo que sucederá lo mismo que en la caída de cuerpos, donde la velocidad alcanzada no depende de la masa del cuerpo). Los demás alumnos rechazan esta opinión y se reafirman en la misma.
- el impulso que se dé la persona. Algunos alumnos señalan que ese factor se podría eliminar si se considera que la persona siempre se dejase caer.
- resistencias con el aire.

Cuando se les pide que diseñen un experimento para medir y cómo medirían la misma, observamos que en los grupos de trabajo los alumnos cambian impresiones pero que no con un péndulo. Cuando se les pide que precise más, indica: “Sí, yo creo que el péndulo tiene un movimiento que es parecido al del columpio y su forma también es parecida. Para él un péndulo es un cuerpo colgado de un hilo o cuerda”.

Como los demás alumnos no proponían nada, les ofrecimos la propuesta de su compañera. La aceptaron como muy lógica, y sin reservas.

Se les plantea después como medir la rapidez del movimiento. Varios alumnos ya sugerían en sus grupos de trabajo que midiendo el tiempo que tardaba en moverse.

Todos los grupos se plantearon medir el tiempo que tardaba el péndulo en dar una vuelta. No consideraban los posibles errores que ello suponía. Tuvimos que sugerir la medida del tiempo que tardaría en dar un número de vueltas (30 por ejemplo) y dividir por 30 para hallar el tiempo de duración de una oscilación, Preguntados la razón de esta propuesta, ninguno fue capaz de dar respuesta.

II . IDENTIFICAMOS VARIABLES.

A) Variable que voy a cambiar a voluntad.

Por consenso aparecen dos posibilidades:

- 1) Variar la longitud de la cuerda
- 2) Variar la masa de la esfera que cuelga.

B) Variable que me interesa medir lo más correctamente posible.

En ambos casos, se decide que es el tiempo que tarda en dar una vuelta.

C) Variables que mantengo constantes a lo largo del experimento.

- 1) La masa del péndulo
- 2) La longitud de la cuerda.

D) Otras variables.

Los alumnos no indican nada al respecto

III. TABLAS Y GRAFICAS

Como se indica en el trabajo anterior encontramos notables deficiencias en la realización de gráficas según normas establecidas. Tienden a hacerlas “a su manera”, a pesar del trabajo específico realizado en la Ficha 0.1.

IV. COMUNICACION DE RESULTADOS.

Todos los grupos coinciden básicamente: “Cuando aumenta la longitud aumenta el tiempo que tarda en dar una vuelta. Cuando variamos la masa, el tiempo no varía.

V. ¿NUEVO PROBLEMA?

No hay propuestas, no se dan indicios de creatividad.

COMENTARIO

Parece que la metodología científica ha sido asumido por los alumnos. Aparece la intuición de que un péndulo debe oscilar “igual que un cuerpo que cae”, surgiendo así la independencia del péndulo respecto a la masa. En la medición del periodo aparece la dificultad añadida de una realización indirecta.

FICHA 9 MARMOL

FICHA 10 .CALENTAMOS ACEITE

Estas dos fichas han sido evaluadas conjuntamente, como culminación de los Procesos seguidos, en una perspectiva holística.

En la Ficha 9, se ha experimentado con una colección de 4 trozos de mármol, de tamaños diferentes. Se parte de un esquema de experimentación tipo Kempa (Kempa, 1990). La pregunta básica: ¿hay alguna propiedad que caracterice al mármol? La mayoría admite que en las muestras varía la masa y el volumen, cuyas cantidades determinan con instrumentos conocidos. También la mayoría organiza correctamente la información (Tabla de datos y Gráfico correspondiente). Interpretan correctamente y llegan a una conclusión consensuada de equipo: Hay una propiedad que caracteriza a los trozos de mármol distintos: es la relación masa/volumen, que denominamos “densidad”. La enuncian como una propiedad característica de la materia. Resaltamos que han conseguido una dependencia funcional lineal, que expresan en lenguaje matemático.

En la Ficha 10, la mayoría realiza un aceptable control de variables operativo. La mayoría admite que en la “experimentación posible” actúan las variables temperatura y tiempo (que tarda en caer el aceite (una cierta cantidad) por el embudo). También la mayoría organiza correctamente la información y trazan gráficos correctos. Pero se sorprenden al encontrar una relación no lineal, que expresan en formas diferentes. Algunos proponen definiciones operativas de “fluidez”. En cualquier caso, se logra el objetivo básico de resolver el problema mediante el experimento, poniendo en juegos procesos conocidos, dando la respuesta mediante la interpretación de un gráfico.

4.2.2 b) CICLO 14/16. EVALUACIÓN

La **Comunicación escrita** es una competencia metodológica. Señalamos en el ciclo 12/14 textos descriptivos y textos explicativos, predominando los primeros, salvo alguna excepción de texto explicativo. Indicamos que “pese a los esfuerzos realizados, esta competencia metodológica es un asunto pendiente que debe englobarse, con seguridad, interdisciplinariamente”.

En este nivel, las expectativas del profesor, además de los dos textos señalados, apuntan a textos argumentativos (discutir hipótesis o una teoría confrontándola con los datos empíricos disponibles, hacer discurso demostrativo); a textos cronísticos (permiten archivar o conservar una sucesión de acontecimientos, observaciones o datos empíricos); y a textos indicativos (dando instrucciones o indicaciones para efectuar una acción o reproducirla).

Asimismo el lenguaje propio en el **Diseño y Comunicación de un trabajo experimental** es: 1) Explicación del problema; 2) Fundamentos y, en su caso, emisión de hipótesis; 3) Descripción del experimento y comunicación del material utilizado; 4) Presentación de resultados (incluyendo la expresión gráfica); 5) Explicación de conclusiones; 6) Análisis de resultados y contemplación de aspectos no tratados que sugieren nuevos experimentos.

Encontramos en este ciclo notables deficiencias en los aspectos señalados. La mayoría de alumnos siguen estancados en textos descriptivos y explicativos y sólo un reducido grupo muestra habilidad en textos argumentativos. Resultados deficientes encontramos también en la expresión de diseños de experimentación.

Debemos señalar que este asunto sigue pendiente y que deben intensificarse las acciones interdisciplinarias para su mejoramiento a nivel general.

En este ciclo se ha propuesto unas actividades iniciativas, para reafirmar y ampliar cuestiones ya tratadas en el ciclo 12/14. Así la **Observación e inferencia** se tratan desde nuevas perspectivas en las Fichas 0.1 y 0.2 . La **Comunicación. Técnica del Gráfico**. (Ficha 0,3) presenta cierta extensión y variedad de actividades. Nos encontramos de nuevo con resultados deficientes. Salvo excepciones, los alumnos no asumen la expresión gráfica como un medio importante y habitual de la comunicación científica.

En la Ficha 1 (re)insistimos en la **Inferencia**. Constatamos que realizando inferencias los alumnos combinan unas experiencias individuales con las inmediatas observaciones. El dejar de juzgar como válida una inferencia es un comportamiento difícil de adquirir por el alumno. También, asumir que una inferencia puede ser puesta a prueba por medio de un experimento o ser abierta a escrutinio (lo que piensa la mayoría), y puedan realizarse distintas inferencias como explicaciones para un mismo conjunto de observaciones.

La **Predicción** (Fichas 2 y 3) es la habilidad de anunciar por su posición y a partir de la observación algo que ha de ocurrir, a nivel popular. En el laboratorio la predicción es hecha a partir de inferencias. Las predicciones científicas pueden ser cualitativas y cuantitativas, y surgen de modelos inferidos desde la observación que a su vez proporciona información. Constatamos que los alumnos no están acostumbrados (y les cuesta acostumbrarse) a recoger datos, hacer unas predicciones preliminares, continuar recogiendo información y hacer nuevas predicciones modificadas a la luz de la evidencia acumulada. La idea de revisar las predicciones a la luz de nuevos datos es necesario, y de este modo se facilita la generalización desde la experiencia en el sentido de llegar a un modelo: la posible emisión de hipótesis. Las dos cuestiones planteadas en la experimentación son predicciones cuantitativas pero en contadas ocasiones los alumnos utilizan sus propios datos con esta finalidad.

La formulación de **Hipótesis** (Fichas 4 y 5) presenta a este nivel una inesperada dificultad. Hay una gran ambigüedad en los significados del vocablo “hipótesis”. En la educación científica podemos hablar de: 1) de hipótesis de observación, que son descriptivas o predictivas relativas al conocimiento del **qué** (hechos, fenómenos): el proceso de emisión de hipótesis de este tipo se basa con frecuencia en una cadena de inferencias (probadas o fallidas). 2) Las hipótesis aclarativas-causales son relativas al conocimiento del **por qué** (implican explicaciones, modelos, teorías). 3) Las hipótesis procedimentales o tecnológicas son relativas al conocimiento del **cómo** (implican procesos y habilidades).

Constatamos que la hipótesis es para el alumno una pregunta sobre una certidumbre en una representación previa. No existe la idea de plausibilidad. Lo para el profesor es una hipótesis para el alumno es una certeza. Algún grupo (preocupante) de alumnos es incapaz de “interpretar” sus propios datos.

Encontramos mejores resultados en la **Resolución de Problemas** (Fichas 7 y 8), debido a la originalidad de los mismos. Los alumnos muestran habilidad en las estrategias (válidas o aceptables) de resolución. Completan, en general, sus diseños con aportación de datos de experiencia.

La evaluación holística de **Resolución de Problemas a través de la Experimentación** ha resultado notablemente satisfactoria y estimulante.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

- I. El desarrollo de los Procesos de la Ciencia y las Técnicas instrumentales (contenidos procedimentales) en el Area de Ciencias de la Naturaleza de la ESO puede y debe plantearse desde un Modelo fundamentado que permita en un aprendizaje coordinado de Habilidades Cognitivas la estructuración de Métodos de pensamiento científico en aprendizaje significativo de modelos básicos de la Ciencia y la el alumno y el Metaconocimiento de estos Métodos. Los métodos facilitarán el formulación/resolución de problemas científicos en un acercamiento a la ciencia heurística. Puede lograrse de este modo la idónea e incuestionada integración de Conceptos, Procesos y Actitudes.

- II El Modelo de Aprendizaje debe tener en nuestros niveles unos fines didácticos específicos de doble vertiente: A) Una “alfabetización científica” en cuanto a la Educación/Inmersión que permita a todos los ciudadanos una autonomía de criterio en una sociedad desarrollada científica y técnicamente, junto a la deseada “transferencia” a otros ámbitos de la vida. B) Una capacitación en el alumno con actitudes y aptitudes positivas hacia la Ciencia para aprendizajes posteriores más significativos.

- III. El desarrollo y evaluación del Proyecto investigativo apoya el criterio de que las habilidades de pensamiento en la ESO deben ser desarrolladas no separadamente, sino en un contexto específico y significativo; y no como un fin en sí mismas sino como base y en función de la (re)estructuración de Métodos de Pensamiento.

- IV. La experimentación de nuestro Modelo en un contexto determinado muestra en el estudio cuantitativo que el aprendizaje significativo de los procedimientos apenas genera Cambio Conceptual, aunque éste puede detectarse en mayor grado en el análisis cualitativo. En ambos aspectos de evaluación puede hablarse claramente de Cambio Metodológico y relevantemente de Cambio Actitudinal.

V. El desarrollo del Proyecto ha puesto de manifiesto la necesidad de una definición acorde en la Formación Inicial y Permanente del Profesorado en la perspectiva del desarrollo de la LOGSE.

VI. Nuestras propuestas inmediatas en este sentido se concretan de la forma siguiente:

1) La oferta de una asignatura optativa en la modalidad de Libre Configuración en la Facultad de Educación de la UCM con el título: “Procesos científicos y Técnicas de Trabajo Experimental”. 2) La intención de incluir estos aspectos en el Curso de Cualificación Pedagógica (CCP), actualmente en estudio en la referida Facultad. 3) A nivel de posgrado se ha propuesto para el bienio 1998/2000 la asignatura de Tercer Ciclo (doctorado): “ La reestructuración del conocimiento científico desde la experiencia metodológica”.

VII. La sugerencia de una organización estratégica a nivel administrativo y académico de la formación de equipos internivelares de profesores en los Departamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales, para la investigación conjunta y coordinada que permita una fundamentación de los desarrollos curriculares.

BIBLIOGRAFIA

- AAAS (1967), **Science- A Process Approach**, AAAS, Xeron Corperativy
- ADEY, Ph, SHAYER, M, YATES, C. (1995), **Thinking Science, CASE Proyect**, McMillan Education, Londres
- ARCHENHOLD, F ,(ed), (1988). **Assessment of Perfonmance Unit Science at Age 15**. HMSO, Londres.
- ASTOLFI et al. (1984). **Expérimenter: sur les chemin de l'explication Scientifique**. Editions Privat, Toulouse
- ASTOLFI, JP, PETERFALVI, B Y VERIN, A. (1991). **Compétences méthodologiques en Sciences expérimentales**. INRP, Institut National de Rechesche Pédagogique, Paris.
- BAILEY, S Y MILLAR, R. (1996). From logical reasoning to scientific reasoning: Students' interpretation of data from science investigations. **Science Ed. Rescench paper 96/01**. DES, Univ. of York
- BAIRD, J.R. y MITHELL, I.J. (Eds) (1986) **Improving the Quality of Teaching and Learning: An Australian Case Study - The Peel Proyect**. Monash Univ., Melbourne
- BANDIERA, M, et al. (1995) Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. **Enseñanza de las Ciencias 13, 1, 46-54**
- BARBERA, O y VALDES, P.. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias, 14(3), 365-379**
- BLOSSER, P (1980). **A critical review of the role of laboratory in science teaching**. C.S.M.E, Columbus, OH
- BUNGE, M. (1989). **La investigación científica**. Ariel, Barcelona.
- CAREY, S. (1985). **Conceptual Change in Childhood**. MIT Press, Man.
- CHALMERS, A.F. (1990). **¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?**. Siglo XXI, Madrid.
- CHEVALLARD, Y y JOHSUA, M.A.(1991). **La Transposition Didactique**. La Pensée Sauvage, Ed.
- COOL, C. et al. (1992) **Los Contenidos en la Reforma**. Santillana, Aula XXI, Madrid.
- COLLEA, F.P y NUMMEDAL, S.G. (1980) Development of Reasoning in Science (DORIS): A course in abstract thinking. **Journal of College Science Teaching (NOV)**.
- COOK, T.D y REICHARDT, CA.S. (1986). **Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa**. Morata, Madrid.
- DE BONO, E. (1983). The cognitive research trust (CORT) thinking program. (en **Maxwell, W. (comp) Thinking: The expanding frontier**. The Franklin Institute Pren, Filadelfia).
- DE BONO, E. (1991) **Teaching Thinking** Penguin Books, Londres.
- DES. (1987). **Assessment of Performance Unit (APU). Assessing Investigations Science Report for Teachers, 9** . Londres.
- DES (1989) **Science in the National Curriculum** . HMSO, Londres.
- DILLASHAW, F. G y OKEY, J.R (1980) Test of Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students. - TIPS - **Science Education 64(5) 601-608**.
- DUSCHL, R.A et al. (1992). Psychology and Epistemology: Match or Mismatch When Applied to Science Education? (en **DUSCHL, R.A y HAMILTON, R.J.,**

- Philosophy of Science, Cognitive, Psychology, and Educational Theory and Practice.** State Univ. of New York Press, Albany)
- ENNIS, R.H. (1986) A Taxonomy of Critical Thinking Dispositions and Abilities. (en **Baron, J.B y Sternberg , R.J, (eds) Teaching Thinkngn Skills**, W.H Freeman and Co, N.Y
 - Equipo investigación en la Escuela. (ed) (1998) La formación inicial del profesorado de Primaria y Secundaria. **Investigación en la Escuela, 35.**
 - ERICKSON,G. (1994) Perpils' understanding ... (en **Fensham, R. et al (eds) The Content of Science.** Falmer, Londres)
 - ESTANY, A (1993) **Introducción en la filosofía de la ciencia.** Crítica, Barcelona.
 - FAIRBROTHER R W et al. (1992) **Open Work in Science: The development of investigations in Schools.** ASE (Association for Science Education) Hatfield, Reino Unido.
 - FORTEZA, A y LAHERA. J. (1993). **La construcción de conocimientos de CC. Físicas en el Ciclo 12/16.** Memoria de Investigación (inédita). MEC/CIDE.
 - FORTEZA, A y LAHERA, J. (1997). Una situación problemática abierta en el ámbito de la formación inicial de Maestros: análisis procesual y conceptual. **Enseñanza de las Ciencias num. extra V Congreso.**
 - FOUREZ, G. (1994). **Alphabetization Scientifique et Technique.** De Boeck Univ., Bruselas.
 - GAGNE, R.M. (1967) **Science - A process approach: Purpose, accomplishments, expectations.** Comisión de Educación Científica. Asociación para el Progreso de la Ciencia.
 - GIERE, R. (1988). **Explaining Science. A cognitive appoach.** Univ. Chicago Press, Chicago, London
 - GIL PEREZ, D. (1992). Contribución de la historia y filofía de las ciencias a la transformación de la enseñanza de las Ciencias. **European Physical Society 16.G, 61-85**
 - GIORDAN, A. (1985) **La enseñanza de las Ciencias.** Siglo XXI, ed., Madrid.
 - GIORDAN, A. y de VECCHI, G. (1988). **Los Orígenes del Saber.** Diada Ed., Sevilla
 - GOTT, R. et al. (1988). **The Anenment of Practical Work in Science (APWIS).** Basil Blackwell, Oxford.
 - GUSTONE, R.F y CHAMPAGNE, A.B. 81990). Promoting conceptual change in the laboratory. (en **HEGARTY-HAZEL, E (Ed) The Science Curriculum and the Student Laboratory**, Croom Helm, Londres)
 - HARLEN, W. (1989). **Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.** MEC, Morata, Madrid.
 - HEGARTY-HAZEL, E (Ed) (1990). **The student laboratory and the Science curriculum.** Routledge: Londes.
 - INHELDER, B. Y PIAGET, J. (1985). **De la lógica del niño a la lógica del adolescente.** Paidós, Barcelona.
 - KEMPA, R.F. (1990) **Assessment in Science.** Cambridge Univ. Press U.K.
 - KLAHR,D y DUNBAR, K. (1988). Dual search space during scientific reasoning. **Cognitive Science.**
 - KLAUSMEIER, H.J. (1980). **Learning and teaching concepts - a strategy for terting applications of theory.** Academic Press, N.Y.
 - KUHN, D et al (1988). **The development of scientific thinking skills.** Academic Press Inc., California.

- LAUDAN, L. (1984). **Science and Values**. University of California Press. USA.
- LAWSON, AE. (1995). **Science Teaching and The Development of Thinking**. Belmont, Wadsworth
- LAZAROWITZ, R y TAMIR, P. (1994). Research on Using Laboratory Instruction in Science. (en **GABEL,D., Handbook of Research on Science Teaching and Learning**). McMillan Publ. ,N.Y.
- LIJNSE, P.L. (1998). Curriculum Development in Physics Education (en **TIBERGHIE, A. et al., Ed., Connecting Research in Physics Education with Teacher Education**. I.C.P.E. Book (en prensa))
- LONGEOT, F. (1962). Un essai d'application de la psychologie génétique a la psychologie differentielle. **Bulletiu de l'Institute National d'Etudes, (18), 153-162. Test de Longeot. Consignes pour l'Application et pour la Correction.** (Conservatoire National des Arts et Metiers-Service de Recherches de l'Institute National d'Orientation Professionnelle. París.)
- MAYER,R.E. (1992) Knowledge and Thoyght: Mental Models that Support Scientific Reasoning. (en **Duschl, R.A y Hamilton. R.J. Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Ed. Theory and Practice**. State Univ. of New York, Albany)
- MEC (1989) **Diseño Curricular Base: Educación Secundaria Obligatoria**.
- MILLAR, R. et al. (1994). Investigating in the Scool Science Laboratory: Conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. **Research Papers in Education. 9(2) 207-248.**
- MILLAR, R. (1998). Students' understanding of the procedures of Scientific enquiry. (en **Tiherghien, A et al (eds) Connecting Research in Physics Education with Teacher Education**. ICPE Books, en prensa)
- MORIN, E. (1977). **La Méthode. 1. La Nature de la Nature**. Senil, París.
- NICKERSON, R.S. et al. (1994) Enseñar a pensar. Paidós, MEC., Barcelona.
- NOVAK. J.D. (1988). Teoría y práctica de la educación. Alianza Univ., Madrid.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B. (1988) **Aprendiendo a aprender**. Martínez Roca, Barcelona.
- NUFFIELD (1973) **Proyectos**. Reverté, Barcelona.
- PERKINS, D.N. (1986). Thinking Frames: An Integrative Perspective on Teaching Cognitive Skills (en **Baron, J.B. y Sternberg, R.J. Teaching Thinking Skills**. W.H Freeman, N.Y.)
- PETERFALVI, B. 81991). Apprentissage di Méthodes pour la réflexion distanciée. **ASTER nº 12 pp 185-217.**
- PORLAN, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la Didáctica de las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias. 16(1), 175-185.**
- POZO, J.I. (1989). **Teorías cognitivas del aprendizaje**. Morata, Madrid
- PSSC. (1962). **Física**. Reverté, Barcelona.
- SCHAVBLE, L. et al . 81991). Stundents' transition from an engineering model to a science model of experimentation. **Journal of Research in Science Teaching, 28(9) pp 859-882.**
- SCRREN, P. 81986). **Warwick Process Science**. Ashford Press: Southampton
- SEGAL, I.W., CHIPMAN, S.F y GLASER,R. (1985). **Teaching and Learning Skills (vol 1 y 2)**. Lawrence Erlbaum Ass., Londres.
- SHAYER, M. y ADEY, Ph. 81984). **La Ciencia de enseñar Ciencias**. Narcea, Madrid

- SHELL CENTER FOR MATHEMATICAL EDUCATION. (1990). **El lenguaje de funciones y gráficas**. MEC, Servicio Ed. Univ. País Vasco.
- SOLOMON, J. (1991). School laboratory life (en **Woolnough, B.E. (ed), Practical Science**, Open University Press. U.K)
- SOTTON, C. R. (1992). **Words, Science and Learning**. Open University Press, Buckingham.
- TOBIN, K. et al . (1994). Research on instructional Strategies for Teaching Science . (en **GABEL, D.L. (ed) Handbook of Research on Science Teaching and Learning**, McMillan Publ. Co., N.Y.)
- WEST, L. y PINES, A. (Ed) (1985). **Cognitive structure and conceptual change**. Academic Press.
- WITTRUCK, M.C (1989). **La investigación de la enseñanza, II. Métodos cualitativos y de observación**. PAIDOS, Barcelona.
- WOOLNOUGH, B.E (1991) Practical Science an a holistic activity (en **Woolnough. B.E. (Ed) Practical Science**, Open Univ. Press, G.B)
- WOOLNOUGH, B.E. (Ed) (1991). **Practica Science. The sore and reality of practical work in School Science**. Open Univ. Press. Milton Keynes, G.B.
- WRAY et al (Ed) (1987). **Science in Process**. Heinemann, Londres.

ANEXO

EL NIVEL COGNITIVO DE LOS ALUMNOS

a) Ciclo 12/14

En la indagación del nivel cognitivo de los alumnos hemos utilizado el Test Longeot, ampliamente validado y conocido.

El test Longeot (1) se refiere a Operaciones Formales. Lógica de Proposiciones. Comprende 5 razonamientos (1, ensayo) y 7 problemas(1, ensayo). Este test se ha pasado a N=44 alumnos de 1º de ESO, que denominamos gran grupo o grupo de control.

Los resultados se muestran en la tabla adjunta e histograma correspondiente.

El test indica una cierta dispersión en el nivel cognitivo de los alumnos. Alrededor de una cuarta parte de alumnos se encuentra aún en un estadio operativo concreto (aunque avanzado). Más de la mitad se encuentra en un estadio formal (inicial) de transición. En el estadio formal encontramos aproximadamente, la décima parte. Y hay un residual grupo de alumnos catalogables como casos particulares.

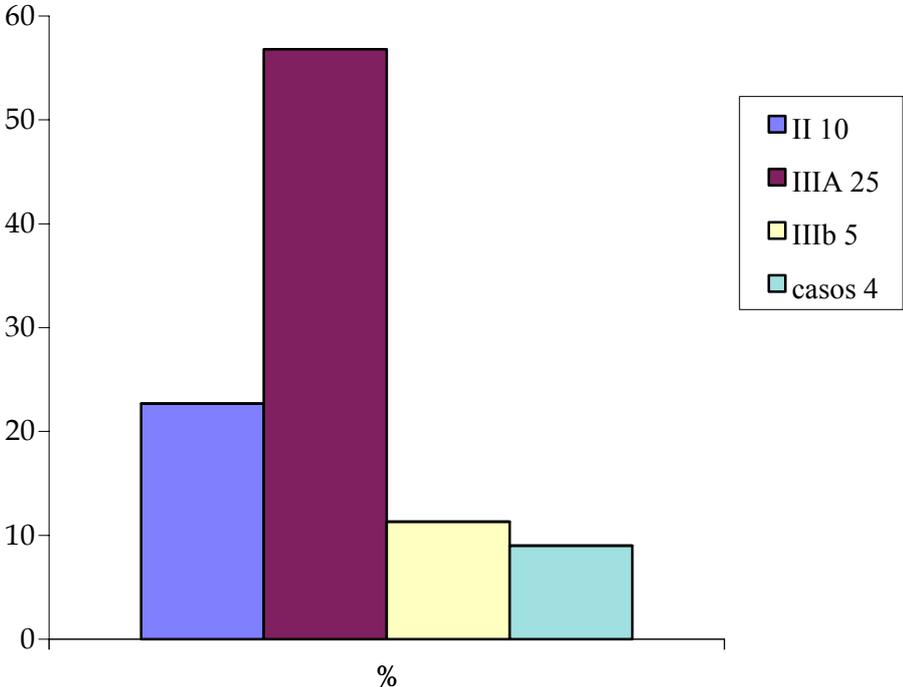
C.P. ASUNCIÓN RINCÓN

TEST DE LONGEOT CICLO 12/14

RESULTADOS N=44

	N	%
Estadio operativo concreto (II)	10	22.7
Estadio formal 1º nivel III _A transición	25	56.8
Estadio formal 2º nivel III _B	5	11.3
Casos particulares	4	9.0

Test de Longeot Ciclo 12/14



El Test Longeot (1) se ha pasado al grupo de trabajo, que denominamos grupo experimental (N=12), de 1º curso de ESO.

Los resultados pormenorizados, se muestran en las tablas adjuntas y en el histograma correspondiente.

El grupo experimental es, desde el punto de vista cognitivo, homogéneo con el grupo de control, con las desviaciones aceptables., y, dese el punto de vista psicológico, acorde con los supuestos del Proyecto para el ciclo 12/14.

C. P. ASUNCIÓN RINCÓN

TEST DE LONGEOT (1) CICLO 12/14 N= 12

GRUPO EXPERIMENTAL

ALUMNO	OPERACIONES FORMALES. LOGICA DE PROPOSICIONES												
	RAZONAMIENTOS					PROBLEMAS							
	2°	3°	4°	5°	Pun	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Pun	
Sánchez, Lorena	1	1	1	1	4	0	1	1	1	0	1	4	8
Alvarez,Covadonga	1	1	1	1	4	0	1	1	1	0	0	3	7
Martín, Elia	1	1	1	1	4	1	0	1	0	0	1	3	7
Moya, Diana	1	0	1	1	3	0	0	1	1	0	0	2	5
Saldaña, Alfonso	1	1	1	1	4	0	1	1	1	0	0	3	7
Mate,Guillermo	1	1	1	1	4	1	1	1	1	0	0	4	8
Almagro, Julia	1	1	1	1	4	1	1	1	1	0	1	5	9
Stefanescu, julián	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2	3
Soriano,Pedro	1	1	1	1	4	0	1	1	0	0	0	2	6
Aragón,Carlos	1	1	1	0	3	1	0	1	1	0	0	3	6
Fernández,Juan	0	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1	3
Moreno,Alejandra	1	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	2	4

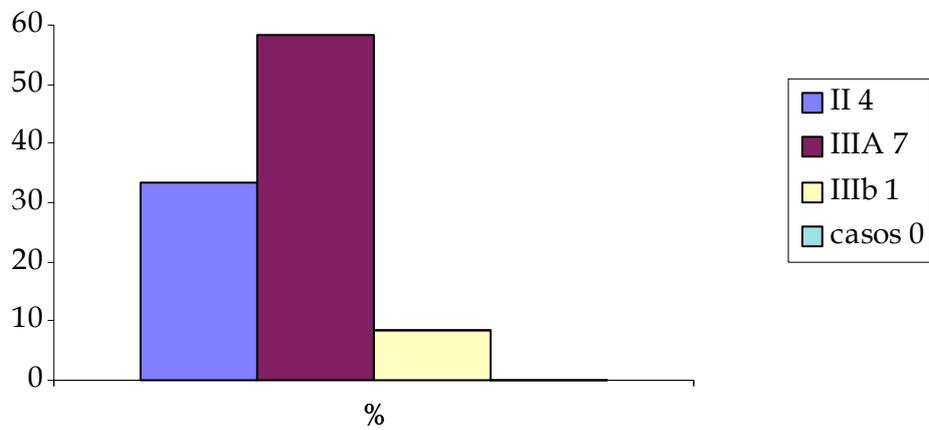
C. P. ASUNCIÓN RINCÓN

TEST DE LONGEOT (1) CICLO 12/ 14

RESULTADOS N = 12 GRUPO EXPERIMENTAL

	N	%
Estadio operativo concreto (II)	4	33.3
Estadio formal 1º nivel III _A transición	7	58.3
Estadio formal 2º nivel III _B	1	8.3
Casos particulares	0	0

Test de Longeot



b) Ciclo 14/16

También, como elemento de referencia, se ha pasado el Test de longeot a alumnos de 4º cursos de ESO (N = 60).

En este denominado gran grupo o grupo de control, el Test Longeot (1) muestra que la mayoría de alumnos, salvo excepciones, (3, 3 %) se encuentra en estadios formales, aproximadamente dos tercios en el primer nivel y un tercio en el segundo.

Se ha aplicado también el Test Longeot (2), que hace alusión a operaciones formales. Probabilidades. Comprende 10 problemas (1, ensayo). Este Test indica que en este aspecto la mayoría de alumnos se ubican en el estadio formal, con la excepción de un 15 % que se encuentra en el estadio concreto.

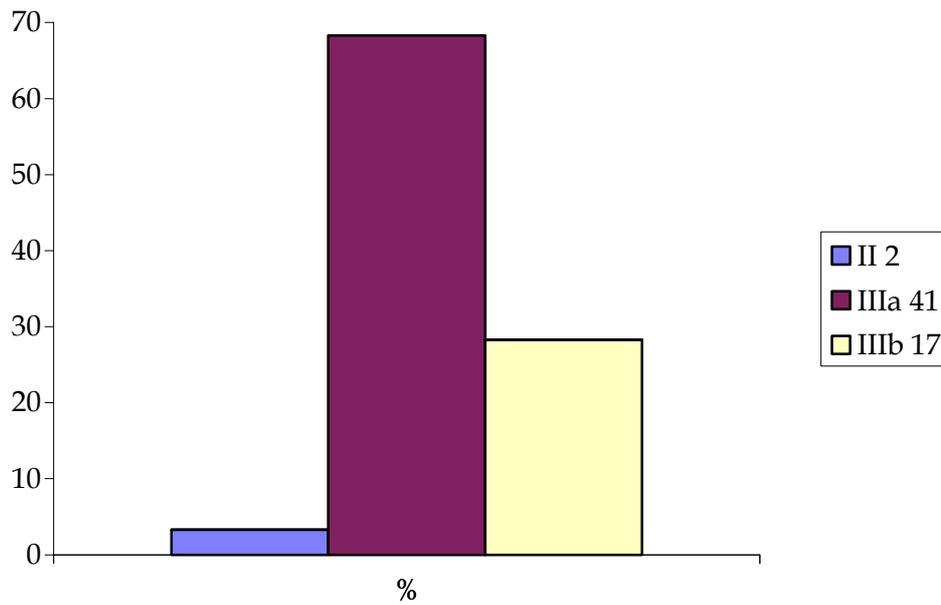
Las tablas adjuntas e histogramas muestran los resultados obtenidos.

IES ISABEL LA CATÓLICA

TEST DE LONGEOT (1) CICLO 14/16

RESULTADOS N = 60

	N	%
Estadio operativo concreto (II)	2	3.3
Estadio formal 1º nivel (IIIa)	41	68.3
Estadio formal 2º nivel (IIIb)	17	28.3

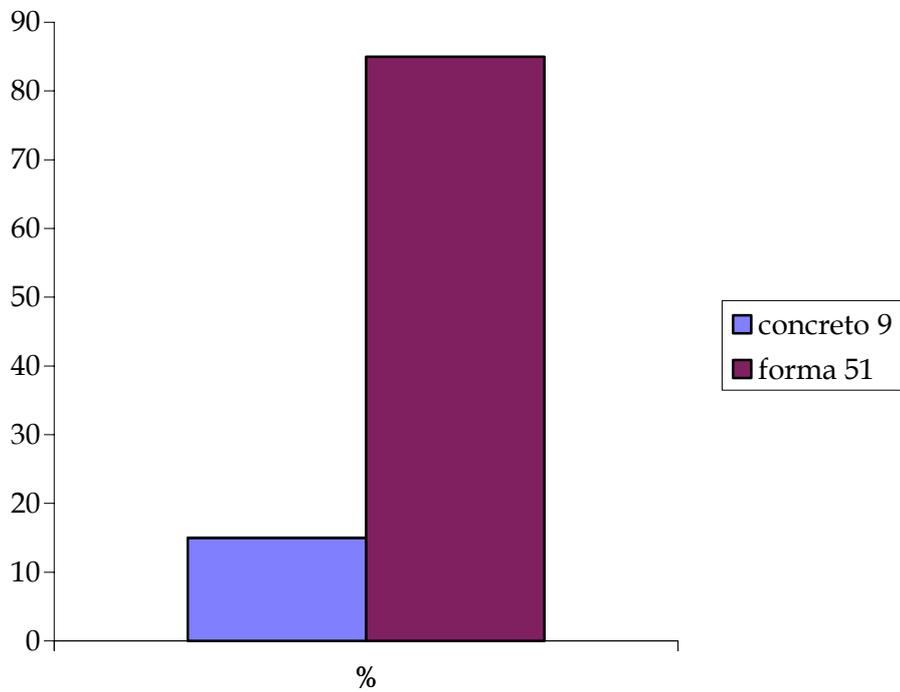


IES ISABEL LA CATÓLICA

TEST DE LONGEOT (2) CICLO 14/16

RESULTADOS N = 60

	N	%
Estadio concreto (II)	9	15
Estadio formal	51	85



Asimismo, se ha pasado el Test Longeot al grupo de trabajo (N = 16) o grupo experimental (incluyendo además 2 suplentes), de 4º curso de ESO.

El Test Longeot (1) establece que la mayoría de estos alumnos, salvo excepciones (5,6%) se encuentran en estudios formales, aproximadamente tres cuartos en el primer nivel y el 16,6 % en el nivel segundo.

El Test Longeot (2) indica que la mayoría de alumnos se ubica en el estadio formal, con la excepción de un 5,6 % que se encuentran en el estadio concreto.

El grupo experimental es, desde el punto de vista cognitivo, homogéneo con el grupo de control, con las desviaciones aceptables, y, desde el punto de vista psicológico, acorde con los supuestos del proyecto para el ciclo 14/16.

IES ISABEL LA CATÓLICA

TEST DE LONGEOT (1) CICLO 14/16 N = 18

GRUPO EXPERIMENTAL

Alumno													Tot
	2º	3º	4º	5º	Pun	2º	3º	4º	5º	6º	7º	Pun	
Cañadas Judith	1	1	1	1	4	1	1	1	1	0	1	5	9
García Alicia	1	1	1	1	4	1	0	1	0	0	1	3	7
Herrera Mercedes	1	1	1	1	4	1	1	1	1	0	1	5	9
Marcos Lidia	1	1	1	1	4	1	1	1	1	0	0	4	8
Martín Cristina	1	1	1	1	4	1	0	1	1	0	1	4	8
Soria Marta	1	1	1	1	4	1	0	1	0	0	0	2	6
Trigo Alejandro	1	1	1	0	3	0	1	1	1	0	0	3	6
Madamé Beatriz	1	1	1	1	4	0	0	1	1	1	0	3	7
González Erica	1	1	1	1	4	1	0	0	1	1	1	4	8
Hernández Stella	1	1	1	1	4	1	1	0	1	0	1	4	8
Fernández José Ramón	1	1	1	1	4	1	0	0	1	0	1	3	7
Gutiérrez Roberto	1	1	1	1	4	0	1	0	0	0	0	1	5
Macía M ^a Pilar	1	1	1	1	4	1	1	0	1	0	0	3	7
Risquez Tania	1	1	1	0	3	0	1	0	1	1	1	4	7
Sánchez Germán	1	1	1	1	4	0	1	0	1	0	1	3	7
Baides Enrique	1	1	1	0	3	1	0	0	1	0	1	3	6
Desviat Esther *	1	1	1	1	4	1	1	0	1	0	1	4	8
Díaz Elena *	1	1	1	1	4	1	1	0	1	1	1	5	9

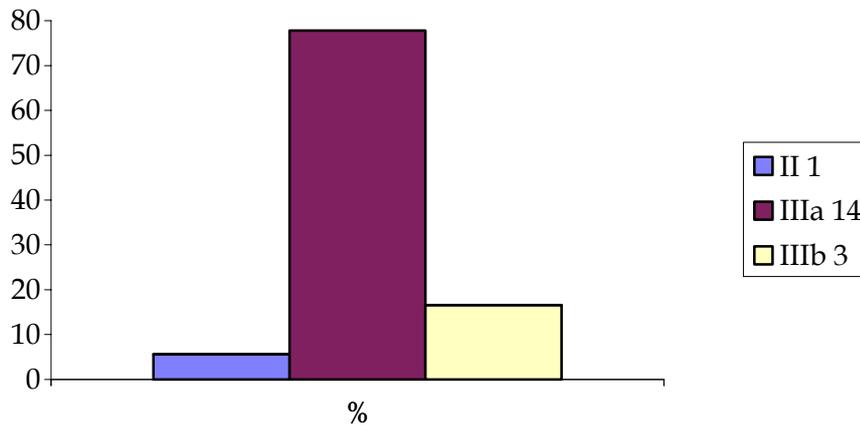
IES ISABEL LA CATÓLICA

TEST DE LONGEOT (1) CICLO 14/16

RESULTADOS N = 18

GRUPO EXPERIMENTAL

	N	%
Estadio operativo concreto (II)	1	5.6
Estadio formal Nivel 1 (transición) (IIIa)	14	77.8
Estadio formal Nivel 2 . (IIIb)	3	16.6



IES ISABEL LA CATÓLICA

TEST LONGEOT (2) CICLO 14/16 N = 18

GRUPO EXPERIMENTAL

	OPERACIONES FORMALES. PROBABILIDADES									Pun
	PROBLEMAS									
Alumno	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cañadas Judith	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
García Alicia	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
Herrera Mercedes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Marcos Lidia	1	1	1	1	0	0	0	1	1	6
Martín Cristina	1	1	1	0	1	0	0	1	1	6
Soria Marta	1	1	1	1	0	0	0	1	1	6
Trigo Alejandro	1	1	1	0	1	0	0	1	1	6
Madamé Beatriz	1	1	1	1	0	0	0	0	1	6
González Erica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Hernández Stella	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Fernández José Ramón	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Gutiérrez Roberto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Macía M ^a Pilar	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Risqueiz Tania	1	1	0	1	0	1	1	1	0	6
Sánchez Germán	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8
Baides Enrique	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
Desviat Esther *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Díaz Elena *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

IES ISABEL LA CATÓLICA

TEST DE LONGEOT (2) CICLO 14/16

RESULTADOS N = 18

	N	%
Estadio concreto	1	5.6
Estadio formal	17	94.4

