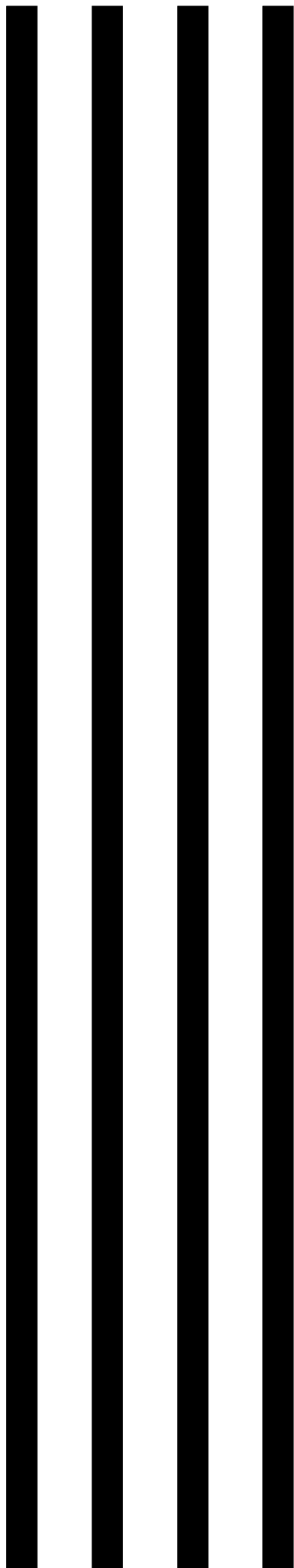
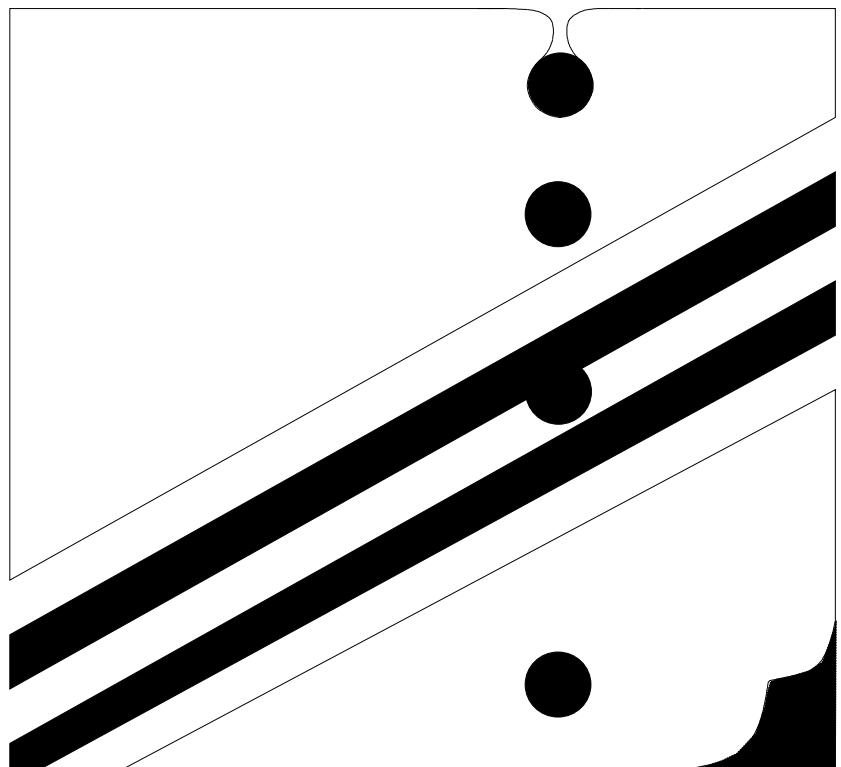
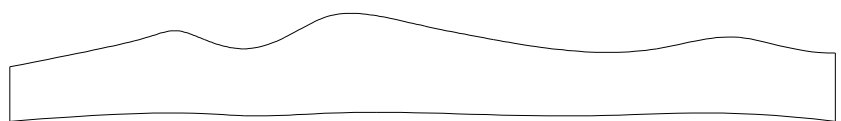
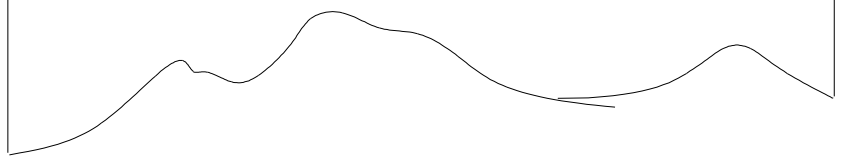
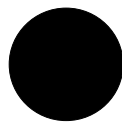


# **Criterios de Actuación Didáctica**



# **CRITERIOS DE ACTUACION DIDACTICA**

**NICOLAS MARIN MARTINEZ**

**PROFESOR TITULAR DE LA ESCUELA DE MAGISTERIO DE ALMERIA  
DEPARTAMENTO DE DIDACTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES**

**Almería, Junio de 1991**

**Criterios de actuación didáctica. I.S.B.N. 84-404-9657-5. Depósito Legal: AL-204-1991. Edita el autor. Multicopias realizadas en GAES, sito en c/ Rambla Alfareros, nº 60, con fotocopidora marca Nashua, modelo 7150D y nº de serie 0309010006, Almería.**

# **Prefacio**

## **GENESIS DE LOS CRITERIOS DE ACTUACION DIDACTICA**

En el curso 81-82 se inicia la impartición en la Escuela de Magisterio de Almería de una nueva disciplina: didáctica del área de experiencia, que por sus características, quizás debería de haber formado parte de los planes de estudios del futuro maestro, mucho antes, si bien fue una iniciativa pionera, respecto a otras Escuelas de Magisterio.

Ante la ausencia de una bibliografía específica que pudiera satisfacer, y desde mi perspectiva de investigador piagetiano, comencé a desarrollar un programa para esta nueva disciplina. Fruto del trasvase de diversos contenidos de mis trabajos de investigación, los dos primeros cursos, parecían más, reconozco, clases de Psicología Evolutiva que de Didáctica.

Un trabajo de investigación llevado a cabo con alumnos en prácticas en el curso 80-81, "Análisis crítico del aprendizaje de los conceptos físicos en los libros de texto de E.G.B.", planteó la necesidad de objetivizar el proceso de crítica, lo que se hizo utilizando una serie de condicionantes mínimos a tener en cuenta en el proceso de aprendizaje y consecuentes con la génesis cognoscitiva del alumno que se les dominó indicadores pedagógicos (I.P.) y otros más concretos ligados a los contenidos físicos llamados indicadores para la confección de actividades (I.C.A).

El mismo deseo de objetivización me llevo a utilizar los I.Ps e I.C.As, previamente acomodados al nuevo contexto, para definir una metodología didáctica fundamentada en razones psicopedagógicas. En el 82, por sugerencia de un colega del departamento de Pedagogía, Juan Bautista Martínez, al que quiero agradecer su apoyo, dichos indicadores pasaron a llamarse criterios de actuación didáctica (C.A.D), aunque nunca he estado totalmente satisfecho, ni de aquella denominación, ni de ésta, si bien, el nombre es lo de menos.

Los comienzos fueron difíciles, ya que los alumnos, entre la consideración de asignatura fácil (1h semanal), el gran número de disciplinas que se imparten en segundo de Magisterio y los problemas inherentes a la comunicación de ideas complejas y recién asimiladas por la mente de un Físico (por decirlo de algún modo), no captaban el mensaje todo lo fiel que se pretendía, por lo que la asignatura gozaba de cierto grado de incompreensión.

Estos problemas, lejos de llevarme a optar por algún libro de texto que me sacara del apuro, me impuso una dinámica de constante mejora del material elaborado.

En el curso 86-87, ante la imposibilidad de evaluar al alumno ciertas destrezas y habilidades referentes al método científico, y utilizando básicamente la idea de que dicho método es fundamentalmente una herramienta y como tal es más útil aprender a utilizarla que a reconocerla descriptivamente, desarrollé una ficha donde el alumno realiza una pequeña investigación.

En el curso 87-88 desarrollo los contenidos de la asignatura mediante una nueva estrategia: la asignatura tiene como objetivo fundamental la adquisición de destrezas por parte de los alumnos para diseñar actividades dada la información de cualquier contenidos de Ciencias Naturales, a fin de conseguir en el niño de E.G.B la buena asimilación de éste...

Esta dinámica conlleva un proceso de información teórica para ser aplicada de inmediato en la mejora de una ficha de actividades, que se aplica sucesivamente a lo largo del curso. Este continuo vaivén entre teoría y practica ha mejorado los resultados en el diseño de actividades y es el modo con que se desarrolla la asignatura en la actualidad.

Esta es de forma breve, la génesis de este trabajo donde han quedado otros muchos detalles sin comentar.

La idea de publicar el material acumulado a lo largo de más de una década no es reciente y sólo el continuo deseo de ampliar y perfeccionar el material escrito ha ido retrasando, ahora, aún sin la extensión y depuración que me hubiera gustado, se realiza una publicación principalmente por motivos de garantizar la autoría del trabajo.

# 1. INTRODUCCION

Existen disciplinas cuyo dominio de conocimientos posee unas características que las hace realmente envidiables: la mayor parte de estos conocimientos es consensual, es decir, el entramado conceptual tiene un significado unívoco para toda la comunidad científica, sólo la frontera donde continuamente están apareciendo nuevos conocimientos presenta discrepancias, sin embargo, el punto de partida del investigador para buscar lo nuevo es el mismo para todos, lo que posibilita insertar los nuevos descubrimientos en lo ya conocido. La Física es un ejemplo claro de lo que se afirma, se puede decir que es un cuerpo de conocimientos cuyos conceptos son aceptados por la comunidad científica con significado único y esto permite que exista un efecto de avance al poderse incrementar dicho cuerpo con nuevos conocimientos.

Sin embargo, en el cuerpo de conocimientos de la didáctica no están unificados los conceptos, y por lo tanto, no hay una sensación clara de avance. El problema parece residir en la falta de paradigmas estables que sean aceptados por toda la comunidad de profesionales que se dedican a urgar en el campo de la didáctica. Desde un punto de vista operativo, se puede decir que no existe en este dominio un conjunto de criterios que permitan discernir objetivamente qué planteamiento de aprendizaje, entre varios, va a resultar ser el más eficaz en la consecución de un objetivo.

Sería posible resolver este problema de objetivización desde dos perspectivas bien distintas:

- a)** Deducir los principios y criterios didácticos de disciplinas cuyo cuerpo de conocimientos esté científicamente confirmado.
- b)** Investigando mediante técnicas de aproximación sucesiva, para ir construyendo un cuerpo de conocimientos que resuelva los problemas didácticos más significativos.

El problema de fondo de la didáctica es que en los procesos de enseñanza intervienen un gran número de factores, todos ellos significativos en cuanto al resultado final, y sin embargo no todos ellos son controlables, más aún cuando existen

algunos cuya formulación presenta grandes dificultades. A falta de criterios unificados, unos investigadores dan más importancia a unos factores que a otros lo que le llevan a conclusiones divergentes, de ahí la dificultad de aunar esfuerzos. Esta sería también una de las razones que hacen tan difícil la previsión en este dominio.

Una vía eficaz para solucionar los anteriores problemas se llevaría a cabo a través de un modelo didáctico configurado por un sistema de criterios didácticos con el mínimo de características que le dan su rango, las cuales podrían ser:

- a) Explicar el mayor número posible de hechos generados en el seno del proceso de enseñanza.
- b) Resolver los problemas que plantea la actividad de enseñanza- aprendizaje.
- c) Prever resultados cuando se aplica una estrategia didáctica concreta.

Sin embargo, de un modelo didáctico no se puede esperar la resolución de problemas particulares de la práctica docente ya que en ésta intervienen un gran número de variables relacionadas con el enseñante, los contenidos, los medios, los fines previstos, el alumno, e incluso otras que no pertenecen al ámbito de la enseñanza, ligadas al contexto socio-económico del centro, al ambiente familiar del alumno, etc. Muchas de estas variables tienen una presencia irregularmente en los resultados del proceso didáctico, por lo que, son imposibles planteamientos apriorísticos y sólo el "saber hacer" del enseñante permite una acomodación eficaz de los esquemas de actuación deducidos del modelo didáctico a la peculiaridades propias de una clase.

## **Didáctica intuitiva**

---

Desde el año 1986, al comienzo de un curso de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Escuela de Magisterio de Almería se solicita al alumnado que diseñe un plan para enseñar un contenido de Ciencias Naturales en una clase de alumnos de E.G.B., en dicho plan se debe puntualizar la tarea del profesor y el cometido de los alumnos mediante una ficha de actividades, todo ello sin ningún tipo de orientación didáctica, sin más base que su propia intuición.

El análisis posterior de los trabajos realizados pone de relieve que la intuición del alumnado para realizar dicho cometido es, en términos generales, bastante aceptable, debido sobre todo a inevitables comparaciones de los distintos modos de recibir instrucción después de más de una docena de años de ser sujetos de ésta.

Para evaluar sistemáticamente las actividades de la ficha intuitiva se le dá al alumno una serie de categorías que se exponen en el rectángulo de texto nº1.



### **A. Sobre la representación de las actividades**

- A1. ¿Están relacionadas las actividades por grupos entre sí? ¿es necesario los resultados de alguna actividad para hacer la siguiente?
- A2. ¿Qué porcentaje de actividades son desarrolladas por el profesor y cuanto por el alumno?
- A3. Las actividades ¿son propuestas concretas o se parecen más a una declaración de intenciones?
- A4. ¿Se pueden hacer las actividades con relativa facilidad o es necesario salir al patio, ir al campo o visitar una fábrica?

### **B. Sobre los objetivos que se persiguen**

- B1. Indica los porcentajes de actividades que van dirigidas a cada uno de los siguientes objetivos:
- b11. Identificar conocimientos.
  - b12. Compresión del contenido
  - b13. Aplicación del contenido a nuevas situaciones.
  - b14. Construcción del niño de sus propios conocimientos.
- B2. ¿Se ha planificado con anterioridad a la confección de las actividades un plan para conseguir distintos objetivos?
- B3. ¿Se han realizado actividades donde se desarrollen procesos y otras habilidades como asociar, ordenar, razonar, etc?

### **C. Sobre metodología**

- C1. La ficha ¿es fácil o difícil para el niño? ¿qué criterios utilizáis para analizar la facilidad o dificultad?
- C2. Si es el caso ¿cómo se ha tenido en cuenta los conocimientos del alumno?
- C3. ¿Hay garantías de que el niño pueda entender y desarrollar las actividades?
- C4. Antes de pasar la ficha ¿tenéis criterios para prever los posibles resultados académicos?, si existen ¿cuáles serían?
- D. Factores positivos de las actividades.

### ***Rectángulo de texto nº 1***

### ***Categorías para la evaluación de la ficha de actividades***

El análisis de los resultados de la evaluación de las actividades indican que existen algunas dificultades características de esta metodología intuitiva que se dan regularmente año tras año lo que nos lleva a inferir que son característicos de este

modo de proceder intuitivo que posee en mayor o menor escala el alumno que ha sido sujeto de un aprendizaje durante años.

He aquí los problemas encontrados más significativos, presentados con un cierto orden empezando por cuestiones relativas a situaciones concretas de aprendizaje para terminar con aquellas otras que se refieren a métodos y estrategias generales:

- a)** Una vez que ha planteado unos objetivos el alumno ha de confeccionar una serie de actividades, que le plantean las primeras cuestiones a resolver: a) ¿cuál será el número óptimo de actividades para adquirir el objetivo propuesto? y b) ¿qué orden sería conveniente dar a las actividades de forma que el desarrollo de las mismas por parte del niño se produzca de un modo continuo y progresivo?.
- b)** Existe una gran variedad de actividades relativas a acciones como: asociar, observar, clasificar, seriar, medir, ordenar datos, realizar inferencias, formular hipótesis, etc, etc ¿cuáles habrá que seleccionar para conseguir el objetivo propuesto? ¿habrá un orden estructurado que se aplicará siempre del mismo modo para todos los contenidos o éste dependerá de la naturaleza de cada contenido?.
- c)** Las actividades basadas en los aspectos metodológicos de las CC.NN y en las técnicas utilizadas en los distintos procesos científicos ¿garantizan la adquisición de las conductas terminales fijadas o habría que considerar otros condicionantes tan importantes como el citado?
- d)** ¿Permiten los diversos procesos científicos generar diferentes niveles de dificultad como para encontrar el adecuado a las capacidades cognoscitivas de una muestra de alumnos?
- e)** ¿Cómo se podrían elaborar unas actividades con un nivel de exigencia tal que no sea tan elevado que no se pueda abordar por el alumno o tan bajo que su ejecución no aporte nada nuevo? y en caso afirmativo ¿qué aspectos concretos habría que tener en cuenta?
- f)** ¿Qué criterios permitirían realizar un diseño de actividades donde, independientemente del contenido, se puede mantener, en todo el desarrollo, un nivel de exigencia similar?

- g)** Normalmente, revisando los objetivos propuestos observamos que la mayoría inciden bastante en la ejercitación de alguna destreza del alumno mientras otras brillan por su ausencia ¿qué estrategia se debería llevar en el desarrollo de los objetivos para conseguir un cierto grado de homogeneidad en el desarrollo de las distintas capacidades que deseamos que el niño adquiriera?
- h)** Se han presentado dos estrategias didácticas para lograr un mismo objetivo ¿cómo podemos elegir a priori la más eficaz si tanto una como otra están aparentemente bien realizadas?
- i)** Varios libros de texto utilizan diferentes técnicas didácticas en el desarrollo un mismo tema ¿con qué criterios podríamos discernir aquél que pueda provocar una mejor comprensión del tema? y suponiendo que no nos satisface el tratamiento de ningún libro ¿qué criterios nos ayudarían a desarrollar una alternativa válida?
- j)** ¿Cuál sería la estrategia más adecuada para evaluar los distintos aspectos inducidos en la enseñanza con la misma intensidad con la que fueron enseñados?

Si las nociones intuitivas sobre la enseñanza son los que generan estas cuestiones habría que resolverlas apoyarse en otros criterios didácticos que estén apoyados en datos cualitativamente diferentes, de lo contrario estaríamos moviéndonos indefinidamente en un plano muy concreto de la enseñanza cuyos criterios no pasarían de ser meras recetas didácticas.

El objetivo que se pretende es de presentar una serie de criterios didácticos que permitan la objetivización de los distintos procesos didácticos.

## **Objetivos**

---

Si en lo que respecta al diseño de actividades pretendemos conseguir el objetivo anterior, en términos generales para el lector del este trabajo se pretende presentar un conjunto de los criterios didácticos suficientes, deducidos de un conjunto de conocimientos mínimos, de modo tal que, dado cualquier contenido de CC NN

y utilizando los libros de texto como mero medio de consulta, permitan realizar un diseño de actividades que de aplicarlo sobre el alumnado de E.G.B., induzca en éste una serie de conocimientos, destrezas y actitudes válidos para una mejor adaptación al medio natural que le rodea, así como conseguir un nivel académico suficiente que le permita abordar satisfactoriamente los contenidos de CC NN de niveles de E.G.B. superiores.

Este objetivo así establecido, obliga indirectamente a considerar los objetivos generales que se plantean en la Ciencias Naturales.

Es ciertamente relevante dejar planteados los objetivos generales que se pretende conseguir en el alumno de E.G.B. ya que van a ser determinantes en los modos de proceder de este trabajo.

En efecto, si nuestra única pretensión es intentar que el niño aprenda una serie de lecciones de Ciencias Naturales, utilizando técnicas expositivas por parte del profesor se puede lograr, si lo que intentamos es que el alumno actúe en la resolución de problemas sobre fenómenos naturales como un pequeño científico, entonces lo más importante será que el propio alumno descubra la solución de los problemas planteados utilizando para ello estrategias experimentales y otros procesos científicos.

Existe un acuerdo bastante generalizado a la hora de determinar los objetivos generales para dividirlos en tres dominios, que particularizados para las Ciencias Naturales quedarían así:

Capacidades cognoscitivas:

- a) Conocimiento y comprensión de los contenidos mínimos fijados para las Ciencias Experimentales.
- b) Transferencia de los conocimientos a nuevas situaciones, diferentes del contexto en que fueron enseñados, en particular a aquéllas que son propias del entorno cotidiano del alumno, a fin de lograr una mayor adaptación al medio, anticipándose, explicando, solucionando...

Destrezas:

- a) Destreza y habilidad en el uso de los procesos científicos relativos a los contenidos enseñados.

Actitudes:

- a) Afinidad por la precisión y meticulosidad en sus observaciones, medidas y recogida de datos.

- b) No considerar las ideas de un modo dogmático, flexibilizándolas a la evidencia de los hechos.
- c) Buscar razones naturales a fenómenos naturales.

## **Criterios de actuación didáctica**

---

A juzgar por los resultados de items relacionados con este concepto, todo parece indicar que es difícil de comprender y sólo después de ponerlo en juego operativamente en la construcción de actividades el alumno puede tomar una idea aproximativa de él.

Por ahora, y ya que se va a hacer un uso inmediato, vamos a realizar una aproximación funcional a este concepto.

Las decisiones didácticas que en un futuro se tomen van a ser fundamentadas en consideraciones teóricas que den cuenta de los mecanismos que se ponen en juego en la adquisición de nuevos conocimientos, de lo contrario, cualquier postura didáctica no pasará de ser una mera "receta didáctica".

Esta fundamentación teórica estará apoyada en dos puntos de vista complementarios, uno filogenético que nos llevará al estudio del método científico y nociones de Epistemología de la Ciencia y otro ontogenético, que nos implicará en cuestiones de psicología del conocimiento.

Ahora bien, las distintas partes que integran dichas teorías presentan unas características que hacen difícil su directa aplicabilidad para la confección de actividades en la enseñanza ya que son enunciados demasiados generales, no se presentan parcializadas convenientemente y su contexto no evoca, de principio, un comportamiento didáctico.

Esto hace necesario construir, entre el plano general de los contenidos teóricos y el básicamente concreto de las actividades, elementos didácticos que sean lo suficientemente generales como para servir de guía en la confección de actividades, y lo necesariamente adecuados a un contexto didáctico como para conseguir aplicar

los contenidos teóricos a la enseñanza, a los que llamaremos **criterios de actuación didáctica**, y **C.A.D** en forma abreviada y serán generados mediante un proceso deductivo que parte de los contenidos teóricos.

Mostraremos que dichos C.A.Ds permiten diseñar actividades donde las cuestiones planteadas estén resueltas satisfactoriamente en la medida de lo posible.

## **Criterios deducidos empíricamente**

---

Es posible realizar una primera y rápida mejora de la ficha intuitiva sin necesidad de fundamentación teórica, sólo teniendo en cuenta algunos de los errores más frecuentes que se dan en esta ficha. Habría que considerar esta mejora sólo como una primera solución a los problemas planteados.

Dichos indicadores didácticos, son meras técnicas que se aplican en general a cualquier tipo de tarea que pretende a través de principios de economía, eficacia y coherencia obtener resultados satisfactorios.

### **C.A.D<sub>FE1</sub>**

---

#### *Principio de economía*

Entre las distintas posibilidades para la utilización de material, escogeremos aquella que sea más económica, más fácil de conseguir y que permita mantener la misma eficacia en la consecución de los objetivos que aquel otro material de mayor coste, p.e. material escolar (libros, lápiz, borrador, goma elástica, clips...), de desecho (latas, botes, hueveras, corcho blanco, cajetas...), de bajo coste, de manualidades...

### **C.A.D<sub>FE2</sub>**

---

#### *Principio de rentabilidad didáctica*

No hacer actividades de gran aparatosidad (excursiones, salidas de los niños del aula, pósteles) para inducir al niño ideas o destrezas que con otro tipo de diseño más sencillo se podría haber hecho. Es la mayor o menor complejidad de los objetivos planteados lo que debe determinar y justificar la embergadura de los recursos materiales y humanos utilizados en las actividades.

### **C.A.D<sub>FE3</sub>**

---

---

#### *Principio de factibilidad*

Se suele proponer actividades olvidando que deberán llevarse a la práctica quizás por la relativa sencillez con que se pueden imaginar cualquier tipo de actividades, por eso es importante tener presente en todo momento que todas las actividades se desarrollan en un contexto escolar que lógicamente está limitado ya que más de un 95% de las actividades se desarrollan en un tiempo limitado (normalmente módulos de una hora) y sobre un pupitre donde el espacio y la movilidad del alumno también están seriamente acotados, y ya que los recursos materiales y económicos de los que se pueden disponer son relativamente pobres en la enseñanza pública.

### **C.A.D<sub>FE4</sub>**

---

---

#### *El diseño de la ficha de actividades comienza por la estructuración de ésta*

El primer paso para diseñar un grupo de actividades no es comenzar haciendo éstas, previamente debemos dejar claro cuáles son los objetivos que deseamos conseguir. No se trata de hacer un compendio de objetivos operativos perfectamente formalizados, sólo de dejar constancia por escrito de nuestras intenciones en los tres dominios que conocemos: cognoscitivo, de destrezas y de actitudes, procurando cubrir los diversos aspectos lo más homogéneamente posible, poniendo en juego todos los procesos científicos, destrezas, habilidades y actitudes que permita la naturaleza del contenido.

### **C.A.D<sub>FE5</sub>**

---

---

#### *Sobre secuenciación de actividades*

Estructurar coherentemente las actividades de una ficha significa: a) evitar actividades aisladas que persiguen el mismo objetivo que otro grupo de actividades, las actividades que cubren un mismo objetivo deben estar agrupadas, b) si un contenido se compone de varias partes, es apropiado tratar el proceso de aprendizaje de cada parte por separado, para después dedicar un grupo de actividades para sintetizar las ideas fundamentales del contenido, c) si se quiere presentar al niño varios contenidos de una forma globalizada, previamente se desarrollaran por separado, aunque después se le presente en un solo grupo de actividades interrelacionadas.

### **C.A.D<sub>FE6</sub>**

---

---

*Primera aproximación al tratamiento de conceptos difíciles.*

Por su dificultad intuida, comprobada empíricamente o a través de algún experimento psicogenético, ciertos conceptos o destrezas deben ser tratados con un número mayor de actividades divididas en 2 ó más grupos, en cada uno de los cuales abordará el elemento dificultoso desde perspectivas o situaciones diferentes y después se dedicaría un nuevo grupo de actividades para asociar las ideas parciales tomadas de cada grupo.

### **C.A.D<sub>FE7</sub>**

---

---

*Las actividades son propuestas concretas de acciones.*

Hemos de evitar actividades que sean un mero planteamiento de buenas intenciones o simples objetivos que se desean conseguir, las actividades son propuestas concretas de acciones, bien intelectivas o manipulativas, que el alumno tendrá que realizar.

### **C.A.D<sub>FE8</sub>**

---

---

*Primera aproximación al tratamiento de la experimentación en las actividades.*

Por si mismo, un experimento aislado, fuera de un contexto que le dé significado, sin una continuidad adecuada de actividades, poco o nada aporta al alumno y todo queda en la pura curiosidad. La necesidad de darle un significado se concreta con actividades que pongan de manifiesto la función y objeto del experimento, y con otras



donde se oriente al alumno sobre los datos que debe prestar atención y el modo de manipular estos a fin de que por el mismo llegue a descubrir o perfilar las ideas y destrezas previstas.

## **2. EL MANEJO DEL METODO CIENTIFICO**

En el área de la enseñanza de las Ciencias Naturales, el método científico permite planificar progresiva, sistemática y racionalmente gran número de actividades didácticas, por lo que vamos a estudiarlo, no sólo informándonos de los distintos procesos científicos más usuales como tradicionalmente se viene haciendo, sino que, dado que este método es en última instancia una herramienta de trabajo, tomaremos como tarea primordial aprender el manejo de ésta. De un modo similar, trasladando estas estrategias al campo de la enseñanza se podrá desarrollar en el niño ciertas destrezas y habilidades de carácter científico que le permitirán abordar genéricamente la solución a una gran diversidad de problemas.

Para conseguir estos objetivos vamos a realizar una pequeña investigación que permita la utilización y aplicación de los procesos científicos más importantes para intentar encontrar una solución a una serie de problemas que se irán planteando. Dicha investigación se irá desarrollando a través de una ficha de aprendizaje que orientará, mediante técnicas de descubrimiento dirigido, al alumno, de modo que en el transcurso de la investigación éste pueda conocer y ejercitar los diversos procesos científicos, así como tomar conciencia de la función y utilidad de cada uno de estos. En el curso de este desarrollo se irán planteando cuestiones cuya respuesta exige el aporte de información sobre los procesos científicos, ésta se puede localizar a partir de la página ? y las cuestiones que invitan a ir a dicha parte se encuentran enmarcadas a fin de diferenciarlas del resto.

Esta investigación está estructurada según uno de los muchos ordenes que se pueden dar en una investigación científica. Una mayor información sobre este particular se puede conseguir en el primer apartado de la parte informativa del método científico.

# **REGLAS Y SUGERENCIAS PARA REALIZAR LA INVESTIGACION**

Las reglas de esta investigación son las siguientes:

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



**INFORMATE SOBRE EL PUNTO DE PARTIDA  
DEL METODO CIENTIFICO**

## **Observación**

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

<b>FLEXIBLES</b>	<b>NO FLEXIBLES</b>

**¿QUE ES LA OBSERVACION CIENTIFICA?**

2.2.- ¿Se puede considerar como científica la observación has hecho? ¿por qué?

2.3.- En la parte informativa considera que son cinco los elementos que se ponen en juego en el proceso de observación, ¿cuáles han sido en tu caso particular?

2.4.- ¿Cómo podríamos afinar más en nuestra observaciones?

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

## **La clasificación**

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

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

<b>FLEXIBLES</b>		<b>NO FLEXIBLES</b>
<b>Elásticos</b>	<b>No elásticos</b>	

**¿QUE CONDICIONES EXIGE UNA BUENA CLASIFICACION?**

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

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

## Inferencia

---

*¿QUE ES LA INFERENCIA CIENTIFICA?*

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

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

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

Para ver si un cuerpo es flexible hay que intentar doblarlo

Para doblar un cuerpo es necesario presionar con la mano

Los gases no se pueden coger con la mano

Luego no podemos decir si los gases son flexibles o no

## Definición de un problema

---

*¿COMO SE DEFINE UN PROBLEMA CIENTIFICO?*

5.1.- Las apariencias de los materiales clasificados y/o otras circunstancias inducen a veces a realizar clasificaciones imprecisas sobre la flexibilidad de estos; valga como ejemplo el hecho de que ciertos cuerpos por su excesivo grosor o porque son muy cortos, parecen no flexibles, además, es posible que si tuviéramos una vista más fina veríamos doblarse algunos cuerpos aunque parezca lo contrario y posiblemente, si tuviéramos más fuerza doblaríamos todos los cuerpos. Según tu propia experiencia, indica cuál es el problema más importante relativo a la dificultades que surgen para hacer una buena clasificación:



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

5.3.- Define correctamente otro problema importante:

## Hipótesis

---

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

*¿QUE SON LAS HIPOTESIS?*

6.2.- ¿Qué tipo de hipótesis has formulado?

6.3.- Si no están bien formuladas debes modificarlas. Si están bien formulada, explica porqué:

## La experimentación

---

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

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

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

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

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

## 2 3 - Conclusiones

---

--

## 2 3 - Revisión del conocimiento inicial sobre objetos flexibles

---

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

<b>Definición:</b>


FLEXIBLES		NO FLEXIBLES
Elásticos	No elásticos	


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



## Características del método científico

---

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

10.1.- Como una forma de conocer el entorno natural que nos rodea ¿es útil este método? ¿en qué campo es más útil?

10.2.- Si lo aplicamos a la enseñanza, ¿en qué sentido nos podría ayudar?

10.3.- ¿Qué se podría decir respecto a la capacidad de este método para incrementar el conocimiento que tenemos sobre algo?:

10.4.- ¿En qué se distingue este modo de pensar con el que se utiliza cotidianamente?

10.5.- ¿Cuáles son las características más importante que se aprecian en el modo de pensamiento que se utiliza en el método científico?

10.6.- Propón una pequeña investigación que presente una estructura similar a la que te ha servido de orientación en esta ficha, pero con un orden diferente en la aparición de los procesos científicos:





## **Método inductivo e hipotético-deductivo**

---

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

a) Método inductivo: está integrado por los siguientes procesos científicos: observación, clasificación, seriación, medición e inferencias inductivas. Su característica más importante es que, partiendo de los datos particulares elaborados a partir de la observación y mediante un proceso intermedio de ordenación de datos, se llega mediante distintos tipos de inferencias a conclusiones de carácter más general que las proposiciones empíricas de partida. Este método ya puede utilizarlo el niño de operaciones concretas gracias a las primeras operaciones mentales adquiridas, sin embargo, éstas no le permiten aún utilizar procesos científicos propios del método hipotético-deductivo.

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

11.1.- Realiza un comentario sobre la utilización con fines didácticos de estos dos métodos:

### **3. INFORMACION SOBRE EL METODO CIENTIFICO**

#### **” El descubrimiento científico no posee una única regla predetermi- nada**

---

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

No existen reglas absolutas tal que al aplicarlas sistemáticamente nos garanticen un resultado exitoso, de ahí que el curso de cualquier investigación no puede ser determinado a priori, es decir, el orden de aparición de los distintos procesos científi-



cos (observación, inferencia, hipótesis...) no siempre es el mismo en cada investigación ya que éste depende, en general, de la naturaleza de lo que se investiga y de los propios conocimientos del investigador. En la siguiente tabla se presentan brevemente, dos secuencias esquemáticas que se dan con relativa frecuencia:

INVESTIGACION N°1	INVESTIGACION N°2
Sin abrir una caja averiguar que objetos hay dentro	¿Cuántos días está la luna en cuarto creciente?
<p style="text-align: center;">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</p> <p>HIPOTESIS      EXPERIMENTO</p>	<p style="text-align: center;">OBSERVACION</p> <p>TOMA DE      ORDENACION DATOS      DE DATOS</p> <p style="text-align: center;">INFERENCIAS</p>
Las hipótesis confirmadas permiten hacer nos una idea de los objetos de la caja	Concluimos que la luna en la fase citada, permanece durante 7 días

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

## **El punto de partida del Método Científico**

---

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

En ciertos casos, estos conocimientos previos pueden ser poco satisfactorios para el investigador, pero al fin y al cabo, es el esquema conceptual existente el que servirá de guía o habrá que apartarse de él tomando otras alternativas o creándolas. Sin estos conocimientos se corre el riesgo de descubrir lo que ya estaba hecho.

A veces el investigador al no encontrar ayuda en las disciplinas existentes, tiene que inventar instrumentos, técnicas o desarrollos matemáticos nuevos para darle continuidad a su trabajo. Copérnico tuvo que inventar una gran parte de la geometría del sólido y Newton el cálculo infinitesimal.

## La observación

---

Es uno de los procesos empíricos básicos. La observación cuando se realiza con precisión cuantitativa se denomina medición y si se cambian deliberadamente los valores de ciertas variables estamos haciendo experimentación.

La observación científica es una percepción intencionada de un hecho, ya que se hace con un objetivo concreto, e ilustrada, ya que va guiada de algún modo por el cuerpo de conocimientos.

Hecho es todo aquello que se sabe o se supone pertenece a la realidad. Son hechos: los acontecimientos, que por alguna razón se considera en algún aspecto como una unidad espacio-temporal, p.e. relámpago, huracán, trueno..., los procesos, que son una secuencia temporalmente ordenada de acontecimientos tal que cada elemento de la secuencia toma parte en la determinación del elemento siguiente, los fenómenos, que son un acontecimiento o proceso tal como aparece al ser humano; es el hecho perceptivo, (un mismo acontecimiento puede parecer distinto fenómeno a observadores distintos) y finalmente los sistemas concretos que son entidades físicas cuyas partes están estructuradas formando una unidad siendo los protagonistas de los acontecimientos, p.e. los objetos que se han elegido en nuestra investigación y las presiones a las que se les somete para ver si son flexibles.

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

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

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

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

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

## La clasificación científica

---

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

La clasificación parte del supuesto de la existencia de un concepto cuyo papel es el de determinar un criterio de clasificación formado por la característica o características más significativas del concepto (comprensión) y el hecho de clasificar supone agrupar espacial o temporalmente los objetos o fenómenos que obedecen al criterio de clasificación (extensión), p.e. ordenar ciruelas por su calibre, ordenar datos por edades, elegir cuerpos metálicos.

Dicho de otro modo, dado un conjunto de objetos o fenómenos y un criterio de clasificación se puede definir un conjunto A por comprensión (mediante el criterio de clasificación) y por extensión (delimitando todos los objetos que pertenecen a A).

Desde un punto de vista epistemológico si el criterio clasificador no está asimilado, bien a la estructura cognoscitiva del sujeto, bien al cuerpo de conocimientos científicos contemporáneos, se ponen de manifiesto dificultades para determinar

cuáles son todos los elementos que pertenecen a A, por lo que se dice que no existe una coordinación entre la comprensión y la extensión. Sólo cuando el conjunto esté jerarquizado mediante relaciones de inclusión se dará dicha coordinación.

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

En el caso concreto de cuerpos flexible y no flexibles estará bien coordinada la comprensión con la extensión si dada una definición clara y sencilla podemos determinar sin que tengamos duda alguna la flexibilidad de cualquier cuerpo que se disponga.

La capacidad clasificadora del sujeto evoluciona por un enriquecimiento mutuo entre la extensión del concepto y su comprensión, de ahí que es posible que al término de esta pequeña investigación, donde se supone existirá un enriquecimiento tanto de la comprensión del concepto de flexibilidad como de su extensión, la capacidad que se adquiera para clasificar cuerpos en flexibles y no flexible sea muy superior.

## **Inferencia**

---

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

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

*La mayoría de los alumnos que siguen la dinámica de esta disciplina aprueban (premisa)*

*Todos los alumnos desean aprobar (premisa)*

**Lo mejor para aprobar esta asignatura es seguir su dinámica (conclusión)**

Las inferencias no tienen por qué tener la misma estructura (dos premisas y una conclusión), el mismo ejemplo anterior se puede formular de la siguiente forma: "puesto que la mayoría de los alumnos que siguen la dinámica de esta asignatura aprueban (premisa), lo mejor es seguir la dinámica de esta asignatura si se desea aprobar (conclusión)"

Veamos los tipos de reglas más importantes que se utilizan en los distintos modos de razonar:

1.- Inferencia deductiva, válida desde un punto de vista de las reglas de la lógica matemática, generalmente, parten

de proposiciones más generales que la propia conclusión, veamos unos ejemplos:

*Todas las disciplinas cuyo objeto son entes materiales son científicas.*

*El objeto de estudio de la Química son entes materiales*

**La Química es una disciplina científica**

*Si el átomo es indivisible sería la parte más pequeña de la materia*

*El átomo es divisible en partículas más pequeñas*

**El átomo no es la parte más pequeña de la materia**

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

Se dan varios tipos de inferencias factuales:

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

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

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

Es probable que la característica "b" esté en Pn

*Entre los animales el cáncer se debe a virus*

*El hombre es un animal*

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

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

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

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

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

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

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

Es probable que todos los A sean B

*Las leyes básicas del aprendizaje valen para todas las especies estudiadas*

**Es probable que valgan para todas las especies existentes.**

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

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

## ” ° — La medición

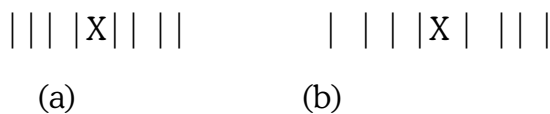
---

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

Intervienen en el proceso de medición multitud de factores, muchos de los cuales se desconocen, como consecuencia el resultado de una medición no es

siempre el mismo y lo que se obtiene es una serie de datos numéricos cuya convergencia o divergencia dependen de la técnica utilizada y de la naturaleza de la propiedad a medir

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



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

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

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

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

## ” — El problema científico

---



Los problemas sirven para impulsar la actividad científica y el nivel de investigación se mide por la dificultad de los problemas que se abordan. Si no existen los problemas la investigación se estanca y tan importante como solucionarlos es crear problemas. La tarea científica no acaba con la solución del problema ya que esta supuesta solución puede generar, y de hecho ocurre casi siempre, nuevos problemas.

Esta dinámica de solucionar y generar nuevos problemas continuamente es propia de la actitud científica: conforme avanza la ciencia los problemas se incrementan en extensión y dificultad, y en esa lucha para encontrar soluciones, el conocimiento se incrementa.

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

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

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

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

## ” — La hipótesis

---

Los problemas científicos no se resuelven directamente con la experimentación, sino que esto se realiza a través de ciertas suposiciones que tratan de dar una explicación satisfactoria a los planteamientos de éstos, p.e, ante el problema científico formulado anteriormente podríamos plantear las siguientes hipótesis: "La luz está constituida por pequeñas partículas invisibles a nuestros ojos" o "La naturaleza de la luz se acerca más a la de una onda electromagnética". A estas supuestas explicaciones se les denomina hipótesis.

Para que las hipótesis jueguen su papel deben de establecer nuevas relaciones entre datos empíricos o conceptuales, de lo contrario estamos formulando afirmaciones que están de un modo u otro contenidas en el cuerpo de conocimientos existente, p.e. si observamos que en la caída de cuerpos los de igual forma caen en el mismo tiempo no será una hipótesis "si los tiempos de caída son desiguales.

Según el camino mental que se sigue para gestar las hipótesis, encontramos diversos tipos de éstas, de las que se exponen las que son de nuestro interés:

a) Analógicas: son aquellas que se han formulado utilizando argumentos de coincidencias o semejanzas, p.e, "dado que el comportamiento de la luz se parece mucho al choque elástico de las bolas hace pensar que ésta está constituida por pequeñas bolitas".

b) Inductivas: son inferencias que van de enunciados particulares a otros más generales, p.e, no hay relación entre la nota de trabajos en clase y la nota de examen.

c) Deductivas: obtenidas de proporciones más fuertes por inferencias deductivas, p.e., "si la naturaleza de la luz es corpuscular, los rayos de luz deben curvarse al pasar por un campo gravitatorio, así como lo hace un cometa".

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

a) Realizar generalizaciones de la experiencia, p.e, sustitución de un conjunto finito de puntos experimentales por una curva.

b) Desencadenar inferencias al ser utilizadas como premisas para llegar a conclusiones particulares que permitan la contrastación empírica de las hipótesis.

c) Guiar la investigación: p.e, imaginar que la materia está compuesta de átomos ha permitido a los científicos realizar multitud de descubrimientos, como son la constitución atómica, la valencia de los elementos, las fuerzas nucleares, etc, etc.

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

1.- Debe de ser posible su comprobación experimental o formal.

2.- Evitar la trivialidad, aportando algo nuevo a los conocimientos que ya se poseen, pero sin caer en suposiciones fantasiosas o arbitrarias que no respeten el cuerpo de conocimientos presentes.

3.- Se escogerá entre varias suposiciones aquella que mejor explique de forma simple y clara los fenómenos problemáticos que la ha motivado.

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

## ” - **La experimentación**

---

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

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

de las primeras dependientes. Es importante que la experimentación se produzca dentro de un contexto teórico para que la información que produzca sea interpretada adecuadamente.

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

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

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



## La comunicación científica

---

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

Sin embargo, la integración de las nuevas ideas, principios, leyes y/o teorías que conlleva estos trabajos al cuerpo de conocimientos actual no se realiza de

inmediato ya que requiere nuevas revisiones y verificaciones por otros miembros de la comunidad científica después, si todo se mantiene consistente y significativamente fructífero para el avance de la ciencia van siendo aceptados los nuevos descubrimientos lo que supone ser integrados al cuerpo de conocimientos.

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

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

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

Otra forma más elaborada es a través de gráficos.

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

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

## 4. CRITERIOS DE ACTUACION DIDACTICA DEDUCIDOS DEL METODO CIENTIFICO

Las actividades de un proceso de aprendizaje y aquellas propias del método científico, si bien se desarrollan en contextos diferentes, tienen un punto en común: van dirigidas a incrementar o mejorar los esquemas cognoscitivos del sujeto mediante la adquisición de nuevos conocimientos. Es lógico pensar que las virtudes características del método científico, de comprobada eficacia a lo largo de la historia de la Ciencia, pueden serlas también en el terreno de la enseñanza si hacemos que el alumno actúe como el científico. Tal es el criterio en el que se fundamenta la utilización del método científico en el ámbito de la enseñanza.

La enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, de principio, no debe ser ajena a los modos de proceder de la propia Ciencia, lo que significa:

- a)** Crear un ambiente que fomente una actitud objetiva tanto de profesores como de alumnos, desarrollando el espíritu crítico, el pensamiento creativo, la curiosidad y el afán por investigar las causas de los fenómenos, etc.
- b)** Presentar los contenidos de forma progresiva y coordinada de modo que el alumno se forje una idea de la Ciencia como lo que es: un conjunto organizado de conocimientos.
- c)** Desarrollando en la práctica de clase procesos mentales y empíricos que se han probado efectivos en la construcción de la Ciencia.

La utilización del método científico como método didáctico se fundamenta también en las corrientes pedagógicas que sugieren una participación activa del alumno en los procesos de aprendizaje.

Sin embargo hacemos notar que, el método científico ha dado resultados satisfactorios en el dominio de las Ciencias cuyas connotaciones difieren en su mayor parte de aquellas otras de carácter didáctico.

Se hace necesario por tanto, realizar una acomodación del método científico al terreno didáctico, a través de C.A.D. Para ello, partiremos de premisas extraídas de

alguna parte del método científico que de entrada puedan ser susceptible de algún tipo de aplicabilidad didáctica y mediante inferencias analógicas o deductivas se irán configurando conclusiones que son presumiblemente válidas y aplicables en el dominio didáctico.

Las partes del método científico, que configuran la premisa de partida, pueden pertenecer a alguno de los siguientes aspectos de éste:

1. Procesos científicos: problema, hipótesis, experimentación, inferencias, observación, medición, explicación...

b) Procedimientos generales: inducción, deducción, analogía...

2. Características: sistematicidad, objetividad, coherencia entre las partes, continua verificación de las ideas... Utilizaremos como segunda premisa la siguiente afirmación: lo que es válido y eficiente para el científico lo es también para el alumno si éste trabaja como aquél.

Las conclusiones serán sugerencias didácticas de inmediata aplicabilidad en este contexto.

Aunque el número de C.A.Ds puede ser bastante más amplio, como extenso es el número de procesos, procedimientos y características del método científico, presentamos una serie de estos que consideramos importante y relevante para el diseño de actividades didácticas.

### **C.A.D<sub>MC1</sub>**

---

---

#### *Distinción entre el método inductivo e hipotético-deductivo.*

Desde un punto de vista epistemológico se distingue en el seno del método científico dos grupos de procesos perfectamente diferenciados que pertenecen a su vez a dos métodos científicos diferentes:

a) Método inductivo.

Integrado por los siguientes procesos científicos: observación, clasificación, seriación, medición e inferencias inductivas. Su característica más importante es que, partiendo de los datos particulares elaborados a partir de la observación y mediante un proceso intermedio de ordenación de datos, se llega mediante distintos tipos de inferencias, a conclusiones de carácter más general que las proposiciones empíricas de partida.

b) Método hipotético-deductivo.

Abarca, además de los procesos científicos ya mencionados, los siguientes procesos específicos de este método: planteamientos de problemas, formulación de hipótesis, control de variables, diseño de experimentos, inferencias deductivas y construcción de modelos. Aquí la dirección particular-general es una mera posibilidad que se realiza en determinadas fases del mismo. La importancia de este método frente al inductivo reside en que, partiendo de proposiciones generales (hipótesis), se llega a través de inferencias deductivas a otras de carácter concreto que son las que permiten ser contrastadas empíricamente.

En los primeros esbozos de cualquier rama de la Ciencia, donde los esquemas conceptuales brillan por su ausencia, el científico opera con el método inductivo. Después, cuando existe un cuerpo teórico más o menos coherente, es el método hipotético-deductivo el procedimiento de investigación científica más usual.

Esta diferenciación tiene una doble aplicabilidad en el terreno didáctico:

1.1.- Si queremos presentar las actividades en orden creciente de dificultad colocaremos en primer lugar actividades inductivas, para finalizar con las hipotético-deductivas.

1.2.- Es una feliz coincidencia que los niños del ciclo inicial y medio estén capacitados para desarrollar procesos científicos inductivos, no así procesos científicos propios del método hipotético-deductivo que son más adecuados para el ciclo superior. Este hecho puede ser utilizado para realizar una primera aproximación al nivel de exigencias de las actividades a las capacidades cognoscitivas del alumno. Nuestra postura será la de tomar el camino que lleve al alumno a desarrollar destrezas hipotéticas-deductivas, puesto que la Ciencia demuestra que es la herramienta más eficaz para generar nuevas ideas, sin embargo no se puede olvidar que la introducción debe ser graduar ya que de otro modo estamos expuestos a que el niño no asimile las actividades propuestas.

## **C.A.D<sub>MC2</sub>**

---

---

*Búsqueda intencionada de actividades que puedan ser desarrolladas mediante algún procedimiento del método científico*

Así como el científico posee ciertos esquemas apriorísticos que le orienta en la investigación, generando nuevos procedimientos y conocimientos, en el diseño de las



actividades utilizaremos como esquemas apriorísticos los distintos procedimientos o procesos del método científico, buscando intencionadamente las posibles actividades que, según el cometido que desempeñen, puedan ser desarrolladas poniendo en juego algún esquema científico. Esto nos permite crear nuevas actividades que difícilmente pueden entreverse en ausencia de estos esquemas.

Ejemplos:

Estamos buscando actividades para el contenido de "los huesos del cuerpo humano".

Nos planteamos realizar algunas actividades observacionales. Dado que los huesos no pueden observarse a simple vista, caemos en la cuenta que podemos tomar una primera imagen de estos palpándolos con la mano lo que nos sugiere de inmediato una serie de actividades de identificación de los huesos presionando con la mano. De ahí se sigue, previo planteamiento de actividades clasificatorias, con un desarrollo de una nueva serie de actividades donde se clasifique los huesos por su longitud o por su forma.

Después de esta fase manipulativa, de identificación y clasificación se podría entrar en otra donde el niño compare sus resultados con los del libro.

### **C.A.D<sub>MC3</sub>**

---

---

#### *Creación de actividades estructuradas a modo de pequeña investigación*

La eficacia del científico de estructurar su actividad a través del método científico se puede trasladar al plano didáctico siempre que el contenido a tratar lo permita, procurando desarrollar uno o varios grupos de actividades, o si es posible toda la ficha, siguiendo algún orden inspirado en el método científico a modo de pequeña investigación, dicho orden dependerá, como es lógico, de la naturaleza del contenido en cuestión.

Ejemplos: Sugerencias de tipos de actividades para los siguientes contenidos:

1. "Las fases de la Luna". Si se quiere aplicar algunos procesos del método científico debemos acomodar el tiempo de realización de la ficha a la duración real del fenómeno, es decir, un mes aproximadamente.

1.a. Observación periódica de la Luna de su posición y tamaño registrando los datos preferentemente con dibujos. Para el ciclo inicial y medio el profesor debería dar una

ficha de observación con la periodicidad de toma de datos y los espacios señalados para hacer los dibujos, dado el tipo de pensamiento concreto que posee el alumno. En el ciclo superior esta actividad puede ser realizada por los alumnos con alguna ayuda orientativa.

1.b. Ordenación de los datos por tiempo y tipo de observación.

1.c. Análisis de regularidades y obtención de conclusiones a través de varios tipos de inferencias.

1.d. Sería aconsejable terminar la ficha con la verificación de las conclusiones, de modo que a partir de estas, se pueda prever la posición y tamaño de la Luna al siguiente mes.

2. "Partes de la flor". Se necesita un mínimo de material real para aplicar algunos procesos científicos.

2.a. Previa partición cuidadosa de las flores en las partes que las constituyen se realizaría una clasificación siguiendo criterios de semejanzas y diferencias de las partes de las flores (para el ciclo inicial y medio habría que dar estos explícitamente).

2.b. Lista de características comunes a cada grupo.

2.c. Verificación de los resultados obtenidos comparándolos con los del libro de texto.

3. "El ciclo del agua". Presenta una enorme dificultad para ser observado directamente ya que se da en lugares alejados entre si y en momentos determinados, siendo algunas partes del fenómeno difícil de observar. Nuestro interés por aplicar el método científico no nos debe obligar a diseñar actividades cuya envergadura haga casi imposible su viabilidad práctica. En estos caso habría que optar por una solución intermedia: presentar el ciclo mediante esquemas gráficos y modelos y hacer referencia a partes del ciclo que generalmente son de observación cotidiana.

### **C.A.D<sub>MC4</sub>**

---

*El problema es un recurso didáctico útil*

Los problemas y las hipótesis orientan y motivan al investigador, podrían ser utilizados estos ejerciendo la misma función, preferiblemente al comienzo de la ficha ya que normalmente el inicio de toda investigación científica es el planteamiento de un problema y se sigue con las hipotéticas soluciones de éste. En algunos casos es eficaz

continuar con un grupo de actividades estructuradas a modo de una pequeña investigación cuyo objetivo es resolver los problemas planteados.

Ejemplo:

Contenido a enseñar: la erosión del suelo.

1.- Se comienza las actividades mediante un problema: ¿Cómo se produce la erosión?.

2.- Podemos continuar planteando una serie de hipótesis:

2.1. La erosión se debe al mismo suelo que poco a poco se va hundiendo.

2.2. En realidad no existe erosión, el aspecto de la tierra no cambia con el tiempo.

2.3. La erosión del suelo se debe a la lluvia y al viento.

3. Después de una discusión sobre las hipótesis planteadas, se puede llevar a la práctica un modelo consistente en un suelo a escala hecho de arcillas de distinta densidad sobre el que hacemos caer pequeños chorros de agua de una botella a la que se le ha practicado unos agujeros.

4. Realizamos algunos experimentos adecuados con el modelo. 5. Se obtiene conclusiones de las observaciones realizadas. Nota: cuando se trate de alumnos del ciclo inicial o medio, los problemas, las hipótesis, los experimentos, y los modelos deben ser realizados por el profesor, en el ciclo superior podrían formar parte de las actividades de los alumnos.

### **C.A.D<sub>MC5</sub>**

---

---

#### *El método científico como método para evitar el dogmatismo en la enseñanza de las Ciencias*

Una de las características más importantes del método científico es que genera un cuerpo de conocimientos que no posee más credibilidad que la que le da la continua verificación empírica o su coherencia con el conjunto de conocimientos con los que se relaciona, sin embargo, ocurre que ciertos modos de enseñanza inducen en los alumnos una imagen dogmática de la Ciencia.

El método científico ofrece algunas soluciones para evitar esa visión dogmática que es ajena a la misma naturaleza de las Ciencias Naturales:

5.1. Integrando la formulación de problemas en las distintas fases del proceso de aprendizaje, induciéndole a plantear nuevos problemas sobre lo enseñando, y si esto no es posible, haciéndole ver en relación con el contenido enseñado la existencia de problemas cuya solución es difícil, tiene varias interpretaciones o bien no se conoce.

5.2. Relacionando los enunciados teóricos con datos experimentales:

5.2.1. La regularidad de los datos empíricos nos lleva necesariamente a crear un nuevo concepto o relación entre conceptos.

Ejemplo:

Midiendo el ángulo de incidencia de un rayo de luz que incide sobre un espejo para distintas posiciones del rayo incidente y el ángulo de reflexión, podemos llegar a la idea que los ángulos de incidencia y reflexión son iguales para cualquier rayo que incida sobre una superficie que refleje la luz.

5.2.2. Una fórmula o una afirmación se ajusta, explica o prevé una serie de datos observacionales.

Ejemplo:

La fórmula  $f_1x_1 = f_2x_2$  permite explicar o prever el comportamiento de los distintos géneros de palanca.

## **C.A.D<sub>MC6</sub>**

---

*Las inferencias científicas pueden ser utilizadas para dar coherencia a las actividades*

Sería necesario aplicar de un modo implícito las reglas que rigen las inferencias científicas para relacionar coherentemente las distintas actividades entre si y para delimitar consecuentemente el grado de validez de las afirmaciones que se expresen en las actividades así como de aquellas otras a las que se supone el niño puede llegar, tratando de evitar entre otras cosas:

6.1. La típica tendencia de realizar generalizaciones precipitadas de premisas concretas.

Para inferencias inductivas es necesario un mínimo de tres objetos o situaciones.

Analógicas: dos grupos de objetos o situaciones con un mínimo de tres elementos.

6.2. Creer que estamos tratando un contenido genéricamente cuando en realidad es algo más concreto y viceversa, creer que estamos realizando un tratamiento concreto cuando somos demasiado genéricos.

### **C.A.D<sub>MC7</sub>**

---

---

*Basar la didáctica no sólo en la transmisión de conocimiento, también en la consecución de destrezas y actitudes.*

El uso reiterado del método científico en el diseño de actividades induce en el niño destrezas y actitudes que son características del método científico y de gran importancia didáctica como:

a) El desarrollo de esquemas cognoscitivos en el alumno que le permite resolver gran número de problemas diferentes a los que se ha encontrado en el proceso de aprendizaje, esto le llevaría a generar ideas por el mismo. El tiempo de aprendizaje cuando utilizamos el método científico para la enseñanza de un contenido es mayor que si utilizamos un procedimiento expositivo, pero es posible recuperar éste reduciendo los contenidos a enseñar, ya que el alumno puede generar ciertos contenidos complementarios.

Ejemplos:

b) La formación de criterios con mayor grado de objetividad, de modo que la coherencia científica de una nueva idea será analizada espontáneamente antes de tratar de asimilarla, lo que llevaría a poner en tela de juicio ciertas concepciones paracientíficas o dogmáticas. Al menos ciertas ideas superticiosas carentes de fundamentación empírica serían detectadas como tales.

c) Permutar la imagen estática de la Ciencia como un cuerpo de conocimientos acabado por una más dinámica donde los conocimientos pueden modificarse y crearse.

### **C.A.D<sub>MC8</sub>**

---

---

*Para llegar a conceptos satisfactorios es necesario poner en juego los que ya conoce el alumno, aunque estos sean erróneos.*

Todas las ramas de la ciencia, hasta las más actuales han sufrido un proceso evolutivo tal que partiendo de conceptos intuitivos, empíricos y erróneamente planteados y utilizando para ello procesos inductivos, han ido depurando, seleccionando, definiendo nuevos conceptos, para desembocar en teorías fructíferas. La historia de la Ciencia nos muestra que todas las ramas de la Ciencia han pasado por etapas cuyos conceptos, leyes y teorías no son aceptadas actualmente, pero que fueron válidas en su momento y necesarias para construir a partir de ellas nuevos conceptos, leyes y teorías válidas en el momento actual de la Ciencia.

La frase " Una mala hipótesis es mejor que no poseer ninguna" es totalmente válida, o aquella otra de Poincaré que decía que "La función de una teoría no es la de ser verdadera, sino la de ser útil".

El propio proceso de la investigación que se ha llevado a cabo clasificando los cuerpos en flexibles y no flexibles, muestra este carácter evolutivo de la ciencia.

Consecuentemente, en la enseñanza de contenidos de Ciencias, se deberá valorar y admitir los errores como pasos necesarios en la construcción del pensamiento, desde dos perspectivas diferentes:

a) Introduciendo determinados contenidos secuencialmente, presentándolos inicialmente en su versión más elemental e incompleta, y después de hacer ver a los niños que está no es válida para explicar determinados fenómenos, presentándolos poco a poco en su versión más precisa y mostrar que de este modo los mismo fenómenos si que pueden ser entendidos y explicados.

b) Retomando las ideas que posee el alumno sobre el contenido, podemos plantearle situaciones que las pongan en entredicho de modo que puedan apreciar que las ideas científicas permiten una explicación satisfactoria de éstas. Además, haciendo intervenir los errores en el proceso de enseñanza-aprendizaje, conseguimos otros objetivos didácticos como son:

1. Hacer más familiares los conocimientos de Ciencias, en la medida que pierde fuerza la imagen de la ciencia como cuerpo de conocimiento acabado, dogmático y sólido. En la Ciencia se han cometido y se cometen errores del mismo modo que ocurre en el alumno.

2. Hacer ver que no ha sido nada fácil el progreso de la Ciencia, como tampoco lo es el estudio de ésta por parte del alumno.

---

---

### *Las exigencias didácticas de la experimentación*

Si bien la experimentación puede ser un buen recurso didáctico, no lo es tanto si no se tiene en cuenta una serie de precisiones, sin las cuales se reduce el supuesto beneficio didáctico a, prácticamente, la curiosidad de ver lo que pasa, en cuyo caso el alumno se aburre si lo que pasa no es de su interés:

a) El experimento científico se planifica cuidadosamente siguiendo objetivos preconcebidos, que vienen generalmente matizados por hipótesis que a su vez se han generado para dar solución a un problema, esta planificación debe llevarse a cabo también en las actividades de modo que el experimento cumpla una función clara de continuidad con las actividades que le preceden (se puede conseguir esta continuidad en la misma actividad, a través de una exposición clara). Esta intencionalidad del experimento es la que le da sentido y significación en el concierto del conjunto de actividades. b) La actividad científica no acaba cuando el experimento se ha hecho, todo lo contrario, a partir de este momento se desarrolla una gran actividad de ordenación de datos, de clasificación, catalogación a fin de encontrar regularidades que dejen entrever, utilizando diversos tipos de inferencias, la confirmación o negación de las hipótesis, el descubrimiento de alguna nueva idea, la matización de un planteamiento... Así pues, la continuidad de una actividad experimental pasa necesariamente por actividades de ordenación de datos con el fin lograr materializar la intencionalidad con la que se diseñó.

---

---

### **C.A.D<sub>MC10</sub>**

#### *Algunas implicaciones didácticas de los paradigmas*

No hay que olvidar que la historia de la Ciencia ha pasado por contextos diferentes definidos por el predominio de un retículo de ideas (más o menos científicas) que han determinado el modo de observar, de precisar los problemas, de abordar estos. Cuando estos paradigmas han variado, los métodos y las preocupaciones científicas también, hasta el punto que ya nada vuelve a ser como antes.

Tener en cuenta esto en el plano de la didáctica supone que puesto que los alumnos en función de su conocimiento ven de manera diferente un mismo fenómeno, más aún si se compara con la visión de profesor, por lo que no habría que dar por supuesto lo que va a observar un alumno y menos aun lo que puede interpretar. En este terreno un poco de flexibilidad será la postura más conveniente, así como realizar

actividades donde el alumno se ejercite para diferenciar claramente entre la descripción de lo observado y la interpretación que hacen de ello.



## **5. LAS DESTREZAS CIENTIFICAS DEL NIÑO**

### **◦ - Las carencias del método científico**

---

El modo de percibir los datos empíricos y de ligar estos entre si, la valoración y el grado de significación de los datos percibidos y la actitud ante las contradicciones entre razonamientos y evidencia experimental son mecanismos mentales que se dan en el niño, de formas bien distintas a como se llevan a cabo desde una perspectiva científica adulta.

La aplicación del método científico como criterio didáctico para desarrollar los procesos de enseñanza, por muy sutiles que sean las actividades que se confeccionen y por más que el alumno lleve a cabo más y más experimentos, no garantiza a priori que se consiga un mínimo de asimilación en los contenidos, destrezas y aptitudes planteados a transmitir mediante aprendizaje.

Dado que para optimizar el aprendizaje es necesario evitar al aplicar el método científico procesos experimentales o intelectuales que el alumno no pueda abordar, una metodología didáctica fundamentada solamente en la metodología de las Ciencias Experimentales, no parece de principio la estrategia a seguir más adecuada, en la medida que dicha metodología no está acomodada a una serie de variables asociadas con el sujeto las cuales son significativas y determinantes en el proceso de enseñanza.

Se trata pues de configurar una serie de criterios didácticos que apoyados en la estructura y metodología de las Ciencias Experimentales, sean transformados para que se adecuen a las peculiaridades del sujeto que aprende, procurando que este proceso se realice lo más objetivamente posible en base a fundamentaciones suficientemente contrastadas.

Un modo serio de llevar a cabo esta tarea es apoyándonos en una teoría bien fundamentada en datos empíricos que dejen entrever las diferencias más significativas entre la lógica científica y aquella que utiliza el niño para solucionar los problemas planteados en dichas experimentaciones.

## **٥٠ - Razones para elegir la teoría de Piaget para realizar una aproximación a la realidad cognoscitiva del niño.**

---

Existen buenas razones para aceptar la teoría del conocimiento de Jean Piaget para llevar a cabo esta tarea de acomodación, las cuales exponemos a continuación:

- 1.** Las variables más significativas que intervienen en el proceso de aprendizaje están relacionadas con el sujeto que aprende y las interacciones previas entre el sujeto y su propio medio cotidiano, análogamente gran parte de esta teoría, aunque a un nivel más psicológico que didáctico, trata sobre los mecanismos que desarrolla el sujeto para ir asimilando la realidad que le rodea, analizando los papeles que juegan estos dos factores en el curso de este proceso.

- 2.** Al ser una teoría del conocimiento, donde se expone con gran meticulosidad la evolución de las capacidades y limitaciones del sujeto, así como los factores que provocan dicha evolución, se podría deducir criterios didácticos que nos permitan diseñar estrategias didácticas adecuadas para hacer evolucionar y, por tanto, enriquecer tanto el bagaje cognoscitivo como la capacidad operativa del sujeto.
- 3.** Se distingue en esta teoría dos niveles explicativos de los que se puede sacar provecho: el primero tiene por objeto los mecanismos generales que hacen evolucionar el bagaje cognoscitivo del sujeto y los distintos estadios por donde pasa dicha evolución, que nos serviría para determinar criterios sobre estrategias didácticas generales y el segundo se encuentra en el plano de los experimentos piagetianos, ya que al estar estructurada la evolución del conocimiento a través de estadios perfectamente caracterizados mediante ciertos indicadores cognoscitivos relacionados con la capacidad del sujeto, podemos prever, conociendo el estadio en que se encuentra el niño, cuales son las respuestas típicas a un buen grupo de problemas (a lo largo de más de 40 años Piaget y colaboradores llevaron a cabo más de una centena de experimentos) lo que permitiría confeccionar actividades tipo con un rango de dificultad adaptado a las capacidades de nuestros alumnos.
- 4.** La teoría de Piaget presenta dos aspectos relevantes en lo referente a la estructura y normas de las Ciencias Experimentales: a) Piaget, a lo largo de su extensa bibliografía, ha mantenido un interés constante por conocer los mecanismos internos del sujeto, para explicar los diversos fenómenos físicos, como consecuencia, más de una docena de sus libros están dedicados al estudio de las respuestas típicas de los niños frente a un gran número de fenómenos físicos, esbozando la ontogénesis de muchos conceptos físicos a través de este análisis. b) En un estudio sobre las conductas fundamentales de cada nivel cognoscitivo, se llega a una sorprendente conclusión: los procesos científicos más elementales como la observación, ordenación de datos, clasificación, seriación, medición, interpretación e inferencia inductiva son característicos del sujeto de un determinado estadio de conocimiento mientras que es necesario esperar al estadio posterior para que procesos científicos de rango superior, y propios del método hipotético-deductivo, como el control de variables, emisión de hipótesis, diseños experimentales, confección de modelos

y verificación experimental puedan ser aplicados por el sujeto con resultados satisfactorios.

Lo más interesante es que los indicadores que se utilizan para definir estos estadios son independientes de las características del método científico. Vemos que en esta ordenación lógica del método científico hay un gran paralelismo con la evolución del conocimiento en el sujeto del aprendizaje lo que nos facilitaría la tarea de acomodar.

- 5.** Otro atractivo que ofrece esta teoría es el resultado al que se ha llegado en trabajos recientes: es bastante significativo conocer el nivel o estadio cognoscitivo de la muestra de alumnos que van a sufrir un proceso de aprendizaje, ya que este dato permite prever, en buena medida, los rendimientos de éste. No ocurre así con otros test, como el C.I. o ciertas pruebas sobre posible rendimiento escolar. Esta capacidad de previsión es importante si queremos construir una metodología didáctica que tenga cierta capacidad predictiva.
  
- 6.** A partir de la propia de la teoría de Piaget se puede desarrollar tests para confeccionar dos tipos de instrumentos de medición didáctica: a) dirigidos a medir el desarrollo de los esquemas mentales del niño y b) para determinar el nivel de complejidad cognoscitiva requerida por los materiales del curriculum.

Es equivocado pensar, a pesar de estar convencidos de la bondad y eficacia de esta teoría, que se acepte todos los planteamientos que le dan forma, ya que algunos autores han detectado ciertas discordancias e imprecisiones que por estar bien fundadas no sería bueno rechazar. De todos modos, hasta la fecha la teoría de Piaget ha dado buenos resultados en el campo de la didáctica, y de manera especial en el área de la Ciencias Experimentales y no se han detectados errores que lleven a su descalificación, hecho que ocurre con demasiada frecuencia en congresos de Didáctica a través de vaporosos argumentos de personas de dudosa cualificación piagetiana; todo lo más, existen algunas imprecisiones y asincronías que en nada afecta a la utilización que vamos a realizar de esta teoría.

## **- Generalidades sobre la teoría de Piaget. Los mecanismos de adquisición de conocimientos.**

---

Veamos brevemente cuáles son los mecanismos que se ponen en funcionamiento en el proceso de incrementación del conocimiento que se posee del mundo natural. Estos mecanismos tienen un notable interés en nuestro dominio didáctico, dado que fundamentalmente el aprendizaje de las Ciencias Experimentales está dirigido a enriquecer el bagaje cognoscitivo del alumno a través de la aportación de nuevos datos, ideas y modos de actuación.

El sujeto va adquiriendo su conocimiento a través de toda la gran diversidad de interacciones que lleva a cabo con todo lo que le rodea, medio físico, familia, escuela, amigos, televisión, etc, y cada uno de estos factores influirá más o menos en la medida que la intensidad y duración de estos sea mayor o menor.

Si bien subrayamos la importancia del medio en este enriquecimiento, no debemos entender que el sujeto es un ente pasivo, cuyo conocimiento se va formando por los datos que le vienen del exterior y por las asociaciones de estos tal y como señalan los empiristas más ortodoxos. Más bien, como se puede observar en las diferentes conductas de niños de distintas edades ante idénticos problemas y las conductas semejantes puestas de manifiesto para un mismo nivel cognoscitivo, mientras un determinado sujeto toma sólo algunos datos del medio, otros pasan desapercibidos o ignorados, aún siendo detectados e incluso siendo importantes para otro individuo, y aquellos que son captados, siendo iguales, pueden ser integrados de forma diferente por distintas personas. Todas estas presunciones ponen de manifiesto que la actividad mental está regida por una estructura que codifica, transcribe, reordena, asocia... los datos fruto de las interacciones del sujeto (motoras, perceptivas, verbales...).

A esta estructura de control tanto de entradas de datos externos como de las respuestas frente al medio se le denomina estructura cognoscitiva, en lo sucesivo la citaremos con -E.C.-.

Para que pueda ser integrado el nuevo dato que llega a la E.C. de forma que pueda participar en la actividad de ésta, es necesario que exista algún tipo de relación con los datos que se encuentran integrados en su seno, en cuyo caso se dice que hay asimilación, a la vez, esta integración requiere algún tipo de modificación en la E.C. ya que el dato no es añadido al bagaje cognoscitivo ya existente por simple yuxtaposición; a este reajuste de la E.C. provocado por el dato particular se le denomina acomodación.

Los experimentos piagetianos ponen de manifiesto que ante ciertas situaciones el niño no manifiesta conductas activas o bien éstas son inoperantes o inadecuadas, lo que indica que no hay asimilación de ciertos datos que aporta dicha situación, por lo mismo, un individuo con una E.C. más compleja que otra asimilará más datos de una situación determinada, operará con ellos de un modo más adecuado, y dará por consiguiente respuestas diferentes.

En resumen, la adquisición de un nuevo conocimiento requiere dos procesos: por un lado, la asimilación que depende de la E.C. del sujeto, y por otro, la acomodación de la E.C. a las particularidades del objeto. Los dos procesos son necesarios para incorporar un nuevo conocimiento, ya que no se puede asimilar si no se reordena la E.C. y tampoco se puede acomodar nada a una E.C. que no ha asimilado nada.

## ° - = **Los niveles cognoscitivos piagetianos**

---

La E.C., es por definición un sistema que está en continua autoregulación para mantener un equilibrio dinámico con el medio externo. Las transformaciones provocadas por las continuas asimilaciones y acomodaciones a nuevos datos la hacen evolucionar hacia sistemas cada vez más equilibrados con el medio para mantener en todo momento su propia estabilidad, tal es la dirección en la que siempre intenta evolucionar la E.C.

Cuando el grado de desarrollo de la E.C. es tal que el sujeto percibe contradicciones entre la idea que se ha forjado de algo y la evidencia empírica la estructura cognoscitiva evoluciona hacia estados que eviten estas, en todo momento la E.C. esta preparada para transformarse de modo que se pueden dar mejores respuestas al medio que le rodea, consecuentemente un medio indolente, que no plantee nuevos problemas, donde no surjan dificultades que merezca la pena solucionarlas desarrolla muy poco la E.C. También es posible que factores afectivos, sociales y culturales provoquen ciertos desequilibrios y estancamientos de la E.C.

En esta evolución se presentan periodos donde si bien no cesa el aporte de nuevos datos, el sujeto presenta reacciones similares ante determinados problemas que se le plantean. A cada uno de estos periodos se le denomina estadio o nivel de conocimiento.

Piaget determinó cuatro estadios perfectamente delimitados y caracterizados, a saber:

- 1.- Estadio sensorio-motriz, hasta aproximadamente los 2 años
- 2.- Estadio preoperacional, de 3 a 6 años
- 3.- Estadio de operaciones concretas, de 7 a 10 años
- 4.- Estadio de operaciones formales, de 11 años en adelante

Dada la edad del niño que se encuentra en el periodo sensorio-motriz no vamos a tratar este estadio, sólo indicar que la formación del pensamiento preoperacional aparece a partir de los esquemas de acción que son creados, desarrollados, e interrelacionados a lo largo del nivel que le precede. A través del juego simbólico el niño va interiorizando dichos esquemas de acción, de modo que las manipulaciones que llevaba a cabo con objetos las puede reproducir y ejecutar mentalmente con las representaciones de estos. La nueva E.C. así construida tiene una mayor capacidad de actuar frente al medio, ya que se libera de actuar solamente motivado por la acción presente al poder evocar acciones y objetos pasados así como realizar sus primeras asociaciones con las representaciones de los objetos. El modo de tránsito de un nivel a otro tiene gran interés didáctico, pues permite explicar las reacciones del sujeto ante un gran número de situaciones físicas planteadas debido a la dificultad que presenta el sujeto para diferenciar los efectos producidos por sus acciones sobre los objetos de aquellos otros provocados exclusivamente por la interacción de estos y el porqué los

preconceptos relativos al área de Ciencias, fuerza, peso, velocidad están tan ligados a su actividad sensorio-motriz.

A lo largo de su obra, Piaget realizó algunas modificaciones sobre la delimitación de los estadios. Si bien la más utilizada es la expuesta anteriormente, se amolda mejor, para una futura aplicación en la didáctica de las Ciencias Experimentales, la última que realizó en 1971 (el vocablo estadio se ha sustituido por el de niveles). La secuencia de niveles caracterizados con algunos indicadores es como sigue:

Nivel IA (4-5 años): El pensamiento egocéntrico puede más que la evidencia experimental, animismo, artificialismo.

Nivel IB (5½-6 años): Detecta algunas contradicciones y realiza tanteos para encontrar soluciones, pensamiento

intuitivo.

Nivel IIA (7-8 años): Formación de operaciones concretas y de las primeras conservaciones.

Nivel IIB (9-10 años): Maduración de las operaciones

concretas, conservación del peso, coordenadas naturales del espacio.

Nivel IIIA (11-12 años): Operaciones proposicionales, combinatoria, grupo INRC, coordinación de sistemas de referencia. Nivel IIIB (12-15 años): Equilibración y generalización de las reacciones del nivel IIIA.

Ya que las características que delimitan cada nivel están expresadas escuetamente, se cita en el momento oportuno el número del experimento (expuestos más adelante) que mejor ilustra y explica las distintas afirmaciones. En todo momento se procurará resaltar los aspectos relativos al área de las Ciencias Experimentales.

#### **5.4.a. NIVEL IA**

El pensamiento del niño de este nivel es esencialmente egocéntrico, entendiendo éste como la primacía de la autosatisfacción sobre el reconocimiento objetivo, distorsionando la realidad para mantener el punto de vista propio. Esto le lleva a mantener declaraciones relativas a una situación dada aunque estén en contradicción con la evidencia de los datos empíricos que aporta ésta (exp. 8). Cuando el niño



intenta explicar los distintos fenómenos y accidentes naturales el egocentrismo se manifiesta de dos modos bastante curiosos: animismo, o creencia de que ciertos cuerpos inertes tienen vida y es a través de éste como explica el comportamiento de los objetos y el artificialismo, cuando afirma que han sido personas las que han construido los distintos accidentes geográficos, montañas, ríos, lagos... y las que provocan los fenómenos atmosféricos, aunque para ello deban asignarles poderes especiales.

Su capacidad de observación está limitada, por un lado, por la representación estática que se manifiesta en la incapacidad para operar con la suficiente flexibilidad con las representaciones mentales como para comprender que en una transformación sobre una distribución espacial de objetos, lo único que cambia es la disposición de estos ya que sólo capta las fases estáticas de la transformación (exp. 1), y por otro, por el centramiento y ocurre esto cuando la atención se polariza en algún aspecto figurativo de una situación física pasando los demás inadvertidos (exp. 3).

En el plano del razonamiento, dado que en este periodo realiza sus primeras asociaciones con representaciones mentales (exp. 4), es lógico encontrar en sus razonamientos ciertos problemas como la transducción cuando liga causalmente situaciones o actitudes que nada tienen que ver entre sí, p.e. ante un coche de juguete que cambia de dirección, "ves, por eso hay un hombre dentro", la yuxtaposición, cuando reconoce las partes de un objeto compuesto pero no detecta la conexión entre ellas, p.e. cita las partes de su bici pero no sabe cómo están relacionadas entre sí, y el sincretismo, cuando relaciona elementos que pertenecen a objetos o situaciones diferentes.

Todo ello marca la actitud científica preoperacional ante dificultades, ya que sin recursos operatorios que le permita asimilar y ordenar los datos empíricos que le aportan los continuos ensayos y errores no puede por tanteos sucesivos ir acercándose a la solución, siendo su conducta más significativa cambiar de asunto o requerir ayuda externa.

#### **5.4.b. NIVEL IB**

El desarrollo del lenguaje de una parte y la copiosa interacción tanto social como natural por otra, permite al niño poner en juego un pensamiento intuitivo fruto de cierta movilidad y articulación de las representaciones mentales que le permite flexibilizar sus reacciones ante el medio en un intento de acomodarse a éste.

Se aprecian ciertos progresos clasificando (exp. 4) y seriando (exp. 6). El animismo sólo actúa sobre cuerpos que se mueven y sus razonamientos denotan que ya no es tan marcado su egocentrismo, sin embargo, su pensamiento sigue siendo esencialmente irreversible ya que se ha formado a partir de la interiorización de acciones cuya ejecución transcurren en un único sentido (exp. 3), lo cual lo limita a transformaciones mentales paralelas a como ocurren realmente sin otra posibilidad de operar.

El comportamiento más característico de este nivel está marcado por su pensamiento intuitivo: si bien las reacciones iniciales ante un problema planteado son semejantes a la de los sujetos del nivel anterior, después motivado por las contradicciones frente a los datos empíricos, intenta modificar su postura inicial a fin de acomodarla a dichos datos, llegando incluso tras algunos tanteos sucesivos y por aproximaciones sucesivas a soluciones que son propias del nivel siguiente.

#### **5.4.c. NIVEL IIA**

El cambio que determina una E.C. más estable y equilibrada que la preoperacional reside en la capacidad para representar mentalmente la acción invertida de aquella que ha sido asimilada tal y como ocurre realmente (exp 2), esta reversibilidad mental permite al sujeto realizar operaciones mentales definidas como acciones interiorizadas y reversibles interrelacionadas entre si formando un sistema cerrado.

La reversibilidad operatoria en tanto posibilitan la reconstrucción mental de acciones permiten al sujeto realizar anticipaciones (exp. 16) y en tanto se puede mentalmente volver una transformación a su estado inicial, permite comparar los distintos estados de ésta y reconocer si algún factor es invariante (exp 2, 3, 7), es decir, si se ha dado alguna conservación. Esto permite, por un lado, realizar las primeras previsiones en situaciones donde entran en juego las relaciones causa-efecto sencillas o relaciones espacio-temporales y por otro, evaluar con resultados satisfactorios un buen número de situaciones dinámicas, distinguiendo los factores cambiantes de aquellos que se conservan, a la vez que asimila factores que van más allá de los puramente figurativos de una situación estática.

La reversibilidad operatoria se manifiesta de dos modos según el dominio físico sobre el que actúe: en el caso de inclusiones entre clases, donde se realiza una acción opuesta que contrarresta la primera acción (exp. 4, 5), la reversibilidad se denomina inversión, si de lo que se trata es de realizar una segunda acción que compensa sin contrarrestar la primera, como es el caso de relaciones entre variables continuas como longitud, sección, altura... (exp. 3, 6, 9), se denomina reciprocidad.

La nueva capacidad operatoria del sujeto permite abordar satisfactoriamente un número de problemas mayor de los que se podían resolver con los esquemas preoperacionales. Estas nuevas reacciones dejan entrever la utilización sistemática de operaciones mentales que son semejantes a las operaciones que definen un grupo matemático, y dado que no poseen todas las propiedades de grupo se les denomina agrupamiento que consta de las siguientes operaciones ( $A, B, C$  son clases que están relacionadas:  $A + A' = B$  y  $B + B' = C$ ): 1.- transitividad: si  $A \subset B \subset C$ , entonces  $A \subset C$ , lo cual expresa la coordinación psicológica de las operaciones; 2.- inversión: si  $A + A' = B$  es cierto también lo es  $B - A' = A$  o  $B - A = A'$ , lo cual equivale en el plano psicológico a la reversibilidad operatoria; 3.- asociatividad:  $(A + A') + B' = A + (A' + B')$ , representa la posibilidad de llegar por caminos diferentes a un mismo resultado; 4.- identidad:  $A + 0 = A$  como resultado de no ejecutar operación alguna y 5.- tautología:  $A + A = A$  ó  $A + B = B$ .

#### **5.4.d. NIVEL IIB**

Los progresos que se aprecian respecto al nivel anterior no se deben a la aparición de nuevas operaciones o a la aparición de nuevas interrelaciones entre éstas, más bien, las novedades están relacionadas con el carácter parcial y concreto de las operaciones recién creadas, ya que es la continua ejercitación de éstas en las más diversas situaciones físicas lo que va a permitir al sujeto extenderlas a nuevos dominios operando y asimilando nuevas variables, a la vez que se realizan elaboraciones más completas de los datos empíricos en base a clasificaciones, seriaciones y relaciones más complejas.

Si en el nivel IIA se realizan clasificaciones según dos criterios y dobles seriaciones con simples factores figurativos, en este nivel se utilizan otros factores más complejos. Se controlan mediciones para dos y tres dimensiones lo que le permite interpretar histogramas. Se prevé la horizontalidad del nivel de agua en un recipiente inclinado y la verticalidad de una plomada.

En el terreno causal, se abordan problemas dinámicos buscando las causas que provocan el movimiento, esto les lleva a una diferenciación entre fuerza y movimiento. Este mismo progreso le lleva a algunas regresiones como que un peso pesa más en la parte de abajo de un hilo que en la parte superior ya que no está en situación de resolver debido a los medios operatorios que posee.

Descubre relaciones lineales sencillas (peso y alargamiento del muelle). Usa argumentos de compensación cuando interviene solo una variable. Prevé resultados a partir de datos utilizando proporciones métricas si la razón son simples números

enteros. Realiza progresiones numéricas ascendentes o descendentes según el doble o el triple. Relaciona variables simples (peso, longitud) si solo intervienen dos en relación lineal, ve el efecto de un factor si este es intuitivo y explícito.

Sin embargo, en ningún momento estas reacciones escapan de las limitaciones que caracterizan a las operaciones concretas de los niveles IIA y IIB: por un lado, la dependencia de las operaciones del dominio concreto sobre el que se aplican, de modo tal que operaciones tales como la conservación, adición, asociación... actúan en un primer momento sobre unos cuantos factores que progresivamente se van ampliando, sin que en ningún momento se generalicen a todos los dominios físicos, así el sujeto de este nivel puede aplicar las operaciones sobre ciertas variables que en el nivel anterior sólo se abordaban preoperacionalmente (exp. 2), por otro, las reorganizaciones y ordenaciones de datos empíricos que permiten estas operaciones no van más allá de la que se podrían realizar mediante una reorganización física, consecuentemente, las elaboraciones y generalizaciones no se alejan demasiado del contexto empírico del que parten.

Las limitaciones de las operaciones concretas se hacen patentes en situaciones físicas donde intervienen varios factores (exp 12, 13) y algunos son determinantes de los efectos observados. Si bien el sujeto puede generar bastante información a partir de la relación de los distintos factores, no puede controlarla adecuadamente ya que no dispone de los mecanismos necesarios para ello, lo que le lleva a situaciones de confusión que en su intento de despejarlas, realizando nuevas concatenaciones más complejas, lo único que hace es complicarse aún más.

#### **5.4.e. NIVEL IIIA**

En el nivel IIB se pone de manifiesto cierta capacidad para revolver aquellos problemas donde intervienen varios factores, procurando controlar las variables una a una, aunque únicamente consiguen éxitos parciales en algún factor que está siempre presente o es muy evidente, pero sin poder analizar su efecto separándolo de los demás factores y utilizando sólo la reversibilidad por inversión, el descubrimiento propio del comienzo de este nivel estriba en la posibilidad de aislar cualquier factor para ver su efecto cuando sólo actúa él mientras controlan el resto haciendo que permanezcan constantes, utilizando la inversión o la reciprocidad según la naturaleza del factor (exp 12, 13).

El siguiente esquema significativo es el de relacionar los distintos factores que intervienen en un problema dado, una vez que ha conseguido disociarlos, según un sistema de combinaciones, independientemente a como se presenten relacionados en

el plano concreto, lo que genera un número de situaciones posibles mayor que el que se pueden conseguir operando con el problema concreto, de modo que las nuevas operaciones actúan en el dominio de lo posible, pasando las situaciones reales a formar una mera parte de él (exp 11). Observamos como las nuevas operaciones, además de actuar sobre datos concretos, lo hacen sobre proposiciones, algunas de las cuales se construyen mediante operaciones concretas, relacionándolas mediante implicaciones, disyunciones, incompatibilidades, equivalencias, etc (exp. 13, 14).

El sujeto admite las distintas situaciones y argumentaciones posibles como meros datos hipotéticos y opera en consecuencia con éstos, analizando las consecuencias lógicas si el problema planteado se encuentra en el plano verbal (p.e. ante la frase sin sentido " Si me gustaran las cebollas me las comería y no me gusta comer cosas desagradables", en el nivel concreto se critican los datos mientras que en formales se acepta el planteamiento y se señala la contradicción lógica) o proponiendo la construcción de una situación posible en el plano experimental para analizar si los efectos son realmente los que ha previsto (exp 13). Esta novedad señala que las nuevas operaciones están desligadas del contenido concreto sobre las que van a actuar ya que se pueden ejercer sobre cualquier tipo de dato, a la vez, se observa que el pensamiento no discurre sólo de lo concreto a lo abstracto, puede también actuar sobre proposiciones para llegar a plantear una situación concreta posible que habrá que verificar experimentalmente. El sujeto puede operar con cualquier tipo de argumento, bien sea un dato empírico, una proposición inductiva o una premisa hipotética y éste no tiene porque tener necesariamente una contrapartida física. Por lo que lo real pasa a ser una pequeña parte de los elementos con los que puede operar.

En este nivel se interrelacionan las dos formas de reversibilidad que aparecen en el nivel anterior: inversión y reciprocidad, de modo que la ejecución de una determinada operación (I) presupone su inversión (N), su recíproca (R) y su correlación (C) que es una inversión de la reciprocidad ( $C=NR$ ) (exp. 17), lo que constituye el grupo de transformaciones INRC, el cual permite explicar un gran parte de esquemas formales en el dominio de las explicaciones físicas como son: las proporciones métricas (exp 15, 16), la coordinación de sistemas de referencia (exp. 19, 20, 21) el equilibrio mecánico (exp 17, 18) y la conservación más allá de la experiencia (exp. 14).

#### **5.4.f. NIVEL IIIB**

Lo que diferencia esencialmente este nivel del precedente, es la capacidad de aplicar sistemáticamente las operaciones formales adquiridas en las más diversas situaciones, lo que conlleva por otro lado la generalización de estas.

Así pues, en la resolución de una situación problemática, realiza sistemáticamente todas las combinaciones posibles de los factores que intervienen (exp.10) y proyecta una completa reconstrucción formal de todas las situaciones hipotética que serían necesarias experimentar para localizar la causa que provoca un efecto dado así como para eliminar los factores que no son efectivos. También puede realizar la estrategia inversa, esto es, dados una serie de experimentos, puede seleccionar aquellos que son necesarios para detectar el efecto o la falta de efecto de cada factor (exp. 13).

Análogamente, el grado de maduración del grupo de transformaciones INRC es tal que aplicado de forma sistemática en la resolución de situaciones físicas donde entran en juego mecanismos de acción y reacción y otros de coordinación de sistemas de referencia diferentes, le lleva a la comprensión de fenómenos físicos que no se pueden resolver en el nivel anterior como son el equilibrio de la prensa hidráulica (exp 17), la reconstrucción formal del M.U.A (exp. 23), la intuición del concepto de inercia (exp. 14), etc.

Su capacidad de generalizar le permite relacionar formalmente las distintas variables que entran en juego en una situación dada, reconstruyendo una fórmula que es aplicada sistemáticamente en la resolución de nuevas situaciones de la misma índole, tal es el caso de las proporciones métricas (exp. 15), de relaciones espacio-temporales (exp. 16) y del concepto de densidad (exp. 11).

## °° - Experimentos piagetianos

---

En el apartado 5.4 se ha hecho referencia a una serie de experimentos realizados por Piaget, utilizando el simbolismo (exp. nº del experimento), a fin de ilustrar las distintas capacidades de los niños pertenecientes a distintos niveles.

En este apartado, exponemos los resúmenes de dichos experimentos, de este modo se puede constatar de un modo concreto, cómo se pone de manifiesto para una situación dada, las distintas capacidades cognitivas mencionadas.

Además, estos experimentos pueden ser de suma utilidad didáctica en la confección de actividades cuando en éstas se ponga en juego algún contenido o proceso que esté implicado en alguno de ellos.

Los resúmenes no siempre guardan una correspondencia biunívoca con los experimentos piagetianos, ya que en determinados casos, como por ejemplo en los experimentos nº 3 y 21, el resumen contiene más de un experimento.

Por otra parte, hemos de tener en cuenta que estos experimentos se han desarrollado a lo largo de 50 años, donde Piaget utilizó una terminología que fue variando paulatinamente para identificar reacciones preoperatorias, operatorias concretas y formales, por ejemplo en su libro "la representación del mundo del niño", no utiliza el concepto de estadio de conocimiento para ordenar los datos, en sus trabajos con Szemiska e Inhelder (1941-59), subdivide los estadios en niveles, indicados con una terminología que no es la misma que la que utiliza en sus colaboraciones realizadas en el Centro de Epistemología Genética (1971-73).

Esto nos ha llevado a considerar la última nomenclatura utilizada como la más adecuada, dado que es la que el propio autor termina utilizando, y se ha modificado la de periodos anteriores procurando que las reacciones de los niños no cambiaran de estadio es esta modificación, lo que se ha conseguido, utilizando los criterios generales que delimitan las reacciones en un determinado nivel, como se ha expuesto en el apartado 5.4.

Otra cuestión a tener en cuenta es que a veces las reacciones más interesantes para un determinado experimento se centran en unos determinados niveles ya que en otros, el problema planteado queda muy lejos de ser resuelto, o es demasiado obvio, por lo que en ambos casos la respuesta carece de interés, por lo que en todos los experimentos, nos hemos centrado en los niveles cuyas respuestas son más interesantes, si bien, en un buen número de experimentos hemos "barrido" todos los estadios ya que las reacciones en todos los casos merecía la pena tenerse en cuenta.

Finalmente decir que, se ha procurado sustituir las expresiones reiterativas y complejas tan frecuentes en este autor, por otras más sencillas y claras, procurando no perder información en este proceso, esto se ha podido hacer en la medida de lo posible, dado que con frecuencia la problemática estudiada conllevaba una complejidad intrínseca de difícil tratamiento.

A fin de hacer más operativo la utilización o enmarcación de estos resúmenes, los presentamos a través de una lista.

### **Lista de experimentos resumidos**

1. CONSERVACION DE CANTIDADES DISCRETAS.....	81
2. CONSERVACION DE LIQUIDOS EN TRANSVASES.....	82
3. CONSERVACION DE CANTIDADES CONTINUAS.....	83
4. CLASIFICACION DE OBJETOS.....	84
5. CUANTIFICACION DE CLASES.....	85
6. SERIACION DE PALILLOS.....	86
7. LA MEDICION ESPONTANEA.....	87
8. MEDICION DEL CAMINO RECORRIDO.....	88
9. CONSERVACION DE LA LARGURA.....	89
10. COMBINACIONES DE CUERPOS QUIMICOS.....	90
11. LA FLOTACION DE LOS CUERPOS.....	91
12. LA FLEXIBILIDAD DE LAS VARILLAS.....	92
13. LAS OSCILACIONES DEL PENDULO.....	93
14. EL EQUILIBRIO DE LA BALANZA.....	94
15. LA INERCIA.....	95
16. LA NOCION METRICA DE LA VELOCIDAD.....	96
17. LA PRENSA HIDRAULICA.....	97
18. FUERZAS DE REACCION.....	98
19. EL MOVIMIENTO RELATIVO.....	99
20. LAS VELOCIDADES RELATIVAS.....	100
21. ADITIVIDAD DE FUERZAS.....	101
22. EL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO.....	102
23. LAS CURVAS MECANICAS.....	103



24. LA HORIZONTALIDAD DEL AGUA. .... 104

## Correlaciones edad-nivel cognoscitivo en muestras españolas

La viabilidad práctica de una didáctica que se apoye en la teoría de Piaget pasa necesariamente por la determinación de las edades en las que se van alcanzando los distintos niveles cognoscitivos en muestras que supuestamente van a ser objeto de dicha didáctica.

Es por ello que durante los cursos 85-86 y 86-87 sobre un total de 425 alumnos con edades comprendidas entre los 6 y 14 años, se pasó un test diseñado especialmente para ser administrado simultáneamente a grupos escolares: las tareas razonadas de Ciencias (S.T.R.) construidas durante la década de los 70 por M. Shayer y col.

TABLA EDAD/NIVEL COGNOSCITIVO (86-87)

E	1B	2A	T	2B	T	3A	3B	TO-TAL
6	10	4	0	0	0	0	0	14
7	1	13	10	0	0	0	0	24
8	1	13	27	0	0	0	0	41
9	4	19	9	0	0	0	0	32
10	1	6	9	6	0	0	0	22
11	0	4	10	16	4	0	0	34
12	0	0	5	10	11	0	0	26
13	0	0	0	4	4	6	0	14
14	0	0	0	1	6	7	1	15
15	0	0	0	0	1	2	0	3
16	0	0	0	0	0	1	0	1
	17	59	70	37	26	16	1	226

En los datos anteriores se pone de manifiesto las correlaciones entre niveles de conocimiento y edades se presentan, en un primer momento,

Las gráficas del curso 85-86 definen más claramente los intervalos cronológicos que ocupa cada uno de los niveles que las confeccionadas con los datos del curso 86-87, aunque de primeras parece una prueba contra la fiabilidad del test de Shayer, la asincronía se debe a la utilización en el curso 85-86 de una muestra homogénea de sujetos pertenecientes en su mayoría a clases medias, mientras que en el curso 86-87 se utilizan dos muestras muy heterogéneas: la una perteneciente a sujetos del centro de la ciudad, la otra corresponde a un barrio pobre de la periferia (C.P. Puche), es por ello que si se disocian los datos, se deja patente el retraso de esta última muestra en al menos unos 2 años respecto a muestras del centro. Esto explica la mayor dispersión de los datos respecto de los del curso 85-86. Hecha esta puntualización, se puede apreciar una mayor convergencia entre los datos de los dos cursos.

La técnica utilizada ha sido la de asimilar gráficamente las distribuciones poligonales a curvas normales, procurando que el centro de las áreas promediadas coincidan con el eje de ésta y haciendo que las áreas de los rectángulos que queden fuera de la curva se compensen con las que quedan por el interior. Después se han definido los intervalos cronológicos que definían un 70% del área de la curva normal.

Según los valores de la tabla, la mayoría de la muestra, de 7 años en adelante, ha superado el nivel preoperacional (93%) tal y como predice Piaget en su teoría. El nivel de operaciones concretas comienza a los 7 años, encontrándose en pleno periodo 2A/2B los niños de 8 y 9 años, sin embargo, al contrario que Piaget, que propone como final de este periodo los 10 años, este tope lo hemos detectado en nuestro trabajo sobre los 11 años, le sigue un periodo preformal (2B/3A) bastante diseminado, alcanzándose los comienzos del nivel formal a los 13 años (11 para Piaget); dado que nuestra muestra es significativa hasta los 14 años, no podemos analizar con datos fiables la edad promedio en que el niño consigue el nivel 3B. Este retardo en alcanzar los distintos niveles respecto a lo previsto por Piaget coincide con los resultados de Shayer con muestras inglesas, aunque la muestra española consigue los estadios a una edad sensiblemente más temprana.

## **6. CRITERIOS DE ACTUACION DIDACTICA DEDUCIDOS DE LA TEORIA PIAGETIANA**

Si bien toda la teoría piagetiana tiene un marcado matiz didáctico, de entrada las distintas partes que la integran presentan unas características que hacen difícil su directa aplicabilidad en la confección de actividades para la enseñanza ya que son enunciados demasiados generales, no se presentan parciales convenientemente y su contexto no evoca, de principio, un comportamiento didáctico, por lo que se hace necesario la construcción de criterios de actuación didáctica que, por un lado, sean lo suficientemente generales como para servir de guía en la confección de actividades concretas, y lo necesariamente concretos como para conseguir aplicar los contenidos teóricos a la enseñanza.

La idea fundamental que guiará el proceso deductivo para generar C.A.Ds deducidos de la teoría de Piaget es la siguiente:

La estructura cognoscitiva explica y determina las conductas intelectivas del sujeto y un enriquecimiento de ésta significa una mejora en las respuestas de éste frente al medio natural y por tanto una mejor adaptación a éste.

Intentaremos buscar estrategias didácticas adecuadas que permitan integrar los contenidos de la enseñanza en la estructura cognoscitiva por mecanismos de asimilación y acomodación. De este modo, el sujeto puede sacar provecho de los nuevos conocimientos, utilizándolos en la medida de lo posible no sólo para los típicos requerimientos académicos, sino también para describir, explicar, comprender, manipular, anticipar... en su medio cotidiano.

La teoría piagetiana es lo suficientemente amplia y profunda como para deducir suficientes criterios didácticos que permitan integrar en la E.C nuevas aportaciones cognoscitivas por mecanismos de acomodación y asimilación. Al final de cada criterio se realizan algunas propuestas concretas a fin de lograr una fácil utilización de los criterios en la confección de actividades:

## **C.A.D<sub>TP1</sub>**

---

### *Intensificación y diversificación de las interacciones sujeto-objeto.*

La interacción sujeto-objeto tiene un papel decisivo, no sólo en la integración de nuevos conocimientos por mecanismos de asimilación y acomodación, sino como principal motor de la génesis de la E.C.: la creación de los esquemas de acción y su posterior maduración y coordinación se debe a la continua interacción física del sujeto con el medio que le rodea, los primeros esbozos de pensamiento se construyen a partir de la interiorización de los esquemas de acción creados en el nivel sensomotoriz, a través de las interacciones del juego simbólico, y los saltos a estructuras más estables están provocados por el intento del sujeto de armonizar sus representaciones y esquemas mentales con la evidencia empírica, de ahí que la fase última de cada estadio esté caracterizada por un continuo proceso de aproximación a la realidad por tanteos sucesivos donde la interacción del sujeto frente al medio juega un papel decisivo en la superación de las dificultades características de cada nivel cognoscitivo (p.e. salto del nivel IB al IIA). En este caso la acomodación prevalece sobre la asimilación, mientras que la aparición de un nuevo estadio fundamenta su estabilidad en la rigidez de los nuevos esquemas: la asimilación tiene prioridad sobre la acomodación.

Como consecuencia utilizaremos estrategias didácticas para que las interacciones sean lo más activas posibles, diversificadas y cualitativamente diferentes a las que se puede encontrar en su entorno natural.

#### Sugerencia 1.1

Dado el carácter empírico de las Ciencias Naturales, la observación y la experimentación será los recursos más utilizados como medio de interacción sujeto-objeto siempre que la naturaleza del contenido lo permita.

#### Sugerencia 1.2

Ante las distintas alternativas que permite un objetivo para ser desarrollado en actividades, tomaremos aquella que permita una mayor participación de los alumnos en los procesos de aprendizaje.

## **C.A.D**<sub>TP2</sub>

---

### *Diferenciación y enfatización del significado de un contenido frente al significante*

Desde un punto de vista formal, en la mayoría de los contenidos de Ciencias Naturales susceptibles de ser enseñados en E.G.B. se pueden distinguir dos componentes: a) el significante, que puede identificarse con la descripción estrictamente verbal o escrita del contenido, y su asimilación requiere la utilización exclusiva de procesos nemotécnicos, p.e. "la velocidad es igual al espacio partido el tiempo" es un mero significante que puede ser aprendido si repetimos la frase un buen número de veces. La importancia de considerar en la enseñanza el significante reside en que permite el ordenamiento e interrelación interna de conocimientos, así como una comunicación externa de estos. b) el significado, que por estar ligado a la experiencia acumulada del sujeto en una gran diversidad de situaciones físicas se encuentra formando parte de la estructura cognoscitiva, y por tanto, su adquisición es más laboriosa y requiere una mayor atención en los procesos de aprendizaje. Por ejemplo, el significante de la palabra "árbol" queda reducido a su expresión verbal o escrita, mientras que para un niño de 3 años su significado es la suma de experiencias que ha llevado a cabo con los árboles; nuevas experiencias enriquecen dicho significado con el paso del tiempo y evoluciona obviamente junto a la E.C., mientras el significante se mantiene idéntico.

La importancia del significado de un contenido es por tanto si cabe mayor que la del significante en tanto que una vez inserto en la E.C permite al sujeto mejorar sus respuestas frente a problemas que le plantea el medio, transferir sus conocimientos a nuevas situaciones, utilizar estos alejados del momento en que fueron asimilados, etc.

Si la enseñanza de los contenidos de Ciencias Naturales se realiza sólo a través de los significantes de estos, el alumno sólo puede utilizar procesos nemotécnicos para integrarlos, sin que se den mecanismos de asimilación y acomodación, por lo que el nuevo conocimiento no se puede transferir a nuevas situaciones y es olvidado con relativa rapidez, lo que explica, por un lado, que los items evaluativos referidos a identificación de conceptos ofrezcan resultados más satisfactorios que las cuestiones relativas a transferencias de conocimientos y, por otro, que de todo lo enseñado en un curso se recuerden pocas cosas en el siguiente.

A lo anteriormente expuesto habría que hacerle dos objeciones, ya que la realidad escolar no resulta ser tan extrema:

a) Ciertos contenidos de Ciencias de la Naturaleza presentan un significado que resulta difícil enseñar utilizando recursos empíricos en un contexto escolar, por ejemplo: "la fotosíntesis", "los animales", "plantas sin clorofila", "el ciclo del agua"... En estos casos, las técnicas y recursos empíricos pueden sustituirse por medios audiovisuales y en su ausencia por métodos expositivos.

b) La ausencia de recursos empíricos se suele paliar, bien con ilustraciones gráficas, bien con ejemplos extraídos la mayoría del medio cotidiano del niño. Esto ayuda a provocar ciertas asimilaciones de lo enseñado y no una mera memorización.

c) Cabe además la posibilidad de que lo enseñado a través de significantes, pueda ser puesto en correspondencia por el niño con significados de su E.C. que han sido elaborados a través de su propia experiencia, en cuyo caso se pondría en juego los mecanismos de asimilación y acomodación.

#### Sugerencia 2.1.

Se puede comprender que el tiempo de dedicación para enseñar el significado debe ser mayor pues requiere utilizar técnicas y recursos materiales para que el sujeto pueda realizar las interacciones adecuadas, por ejemplo en el caso del concepto de velocidad, enseñar el significante puede llevar a lo sumo un cuarto de hora, el significado, utilizando experimentos donde se generen distintos tipos de velocidad y donde haya que medir las distancias recorridas y los tiempos que se tarda en recorrerlos exige un mínimo de dos horas. En general, es lógico que el número de actividades que se utilicen para integrar el significado sea mayor que para informar sobre el significante.

#### Sugerencia 2.2.

Una vez que se ha diferenciado convenientemente lo que es el significado de lo que forma parte del significante de un contenido concreto, presentaremos primero las actividades dirigidas a integrar el significado en la E.C., después aquellas de carácter informativo sobre el significante y si se considera oportuno, otras actividades sobre

ordenación, clasificación, seriación o puesta en correspondencia de significantes. En caso contrario, si de entrada se le da cierta información a nivel de significantes, se le marca de algún modo la línea a seguir en las actividades posteriores dedicadas al significado ya que el niño sabe que es lo que puede encontrar o cual es la solución a los problemas planteados, de forma que los mecanismos de asimilación y acomodación no se darán en toda su amplitud.

### **C.A.D<sub>TP3</sub>**

---

*La adquisición de conocimientos por parte del niño no tiene carácter lineal.*

La integración de nuevos conocimientos y destrezas en la E.C., en un buen número de casos, no tiene carácter lineal, en el sentido de que el sujeto no asimila según la secuencia lógica con que está estructurado un determinado contenido, por el contrario, se aprecia en los experimentos piagetianos que para encontrar la solución a un problema nuevo o bien para adquirir nuevos datos, el niño necesita realizar tanteos, constataciones, rectificaciones, etc, en definitiva, procedimientos de acercamiento progresivo de las declaraciones del sujeto a la evidencia empírica.

Consecuentemente, el aprendizaje de nuevos conceptos no debe marcar un ritmo preestablecido y lineal, un tipo de enseñanza abierta, donde pueda entrar en juego la duda, el error y los tanteos tanto empíricos como mentales del sujeto parece ser lo más apropiado, en tanto que se ajusta mejor al modo con que la E.C. integra nuevos datos o conocimientos.

#### Sugerencia 3.1.

No parece lo más indicado determinar a priori los períodos temporales en los procesos de aprendizaje, o por lo menos, en caso de ser prefijados, se debería hacer dejando un margen de indeterminación temporal, puesto que el tiempo que el niño necesita para integrar un nuevo conocimiento o destreza, depende en gran medida de las características cognoscitivas del nivel en que se encuentra, toda vez que éste no es el mismo para los miembros de un curso. Si el proceso de aprendizaje se aplica en años sucesivos, es posible reducir este margen, conociendo el tiempo empleado en desarrollar un determinado proceso de aprendizaje en cursos anteriores.



### Sugerencia 3.2.

Pondremos en juego los mecanismos de asimilación y acomodación formulando las actividades con una mínima información suficiente como para orientar adecuadamente al alumno en la consecución de los objetivos previstos, y procurando mantener un comprometido equilibrio entre las orientaciones propias de actividades directivas que sólo permiten respuestas escuetas y aquellos otros tipos de orientación tan extremadamente parcos que no sugieren ningún tipo de acciones concretas. Es necesario que los alumnos gocen de un cierto margen de permisividad que permita los tanteos, rectificaciones, aproximaciones sucesivas, etc y a la vez se posibilite cierta divergencia en sus respuestas en función de su nivel cognoscitivo.

### **C.A.D<sub>TP4</sub>**

---

*Adecuación de los procesos de aprendizaje a las capacidades cognoscitivas del alumno.*

Un modo de optimizar el aprendizaje se consigue evitando procesos experimentales o intelectuales que el alumno no puede abordar, p.e. si el alumno se encuentra en el estadio de operaciones concretas, difícilmente podrá desarrollar actividades que exijan realizar diseños experimentales, control de variables, hipótesis deductivas, etc. Una ordenación y estructuración del aprendizaje según la lógica adulta, dificulta la participación activa del niño que se verá ajeno en cierta medida a las propuestas de aprendizaje, debido principalmente a que sus planteamientos lógicos difieren de los del adulto.

### Sugerencia 4.1.

Distinguiremos dos vías para realizar una acomodación eficaz a las peculiaridades cognoscitivas del sujeto: En primer lugar, conociendo sus limitaciones evitaremos implicar a éste en el desarrollo de procesos que sencillamente no tiene capacidad de realizar y en segundo lugar, procuraremos ordenar las actividades según sugiere la génesis de estos en aquellos procesos que sabemos que el niño tiene capacidad de asimilar y desarrollar. Un modo de realizar esto en la práctica, al menos para algunos procesos científicos y ciertos dominios físicos, sería a través de la gran diversidad de

experimentos piagetianos, analizando las reacciones típicas de los niños en los distintos niveles cognoscitivos.

#### Sugerencia 4.2.

Para el niño de 1º y 2º de E.G.B. que se encuentra en un estadio preoperacional, hemos de tener presente en nuestras actividades las siguientes consideraciones:

- a) El niño asimila de los objetos sus características figurativas. En el nivel IA asimila aquéllas más superficiales, como son: el tamaño, color, forma, dureza. después, en el nivel IB, asimila mayor número de características, sin salirse del plano sensorial: sonido, rigidez, naturaleza del material...
- b) Las características del nivel IA en los procesos de observación son manifiestamente egocéntricas presentando dos características a tener en cuenta: el animismo y el artificialismo.
- c) Puesto que la observación tiene un carácter sincrético y globalizado deberíamos partir en la confección de actividades de los intereses propios del niño, utilizando objetos sencillos, tanto en su geometría como en su construcción.
- d) Teniendo presente que el niño no evalúa correctamente situaciones dinámicas debido a problemas de representación estática y centramiento, es conveniente presentar, en la medida de lo posible, situaciones estáticas donde no se exija relacionar diferentes elementos de una configuración inicial y otra final.

#### Sugerencia 4.3.

Las primeras destrezas de medición se encuentran en el nivel IB, donde el niño, llevado por la necesidad de realizar comparaciones entre los objetos para solucionar una situación problemática, utiliza como instrumento de medida ciertas partes de su cuerpo (mano, pie, codo...) así como otros objetos (cuerdas, varillas, tiras de papel...). Sólo en el nivel IIA el niño realiza medidas cuantitativas; empleando para ello escalas graduadas, comprendiendo de este modo la función de la medida. Así pues, mientras en el nivel IB no obligaremos a utilizar al niño escalas graduadas, sí le motivaremos con situaciones cuya resolución implique comparaciones más o menos cuantificadas. En el nivel IIA, introduciremos en todas las actividades que precisen comparaciones,

o simplemente, una cuantificación de algunas características de los objetos, la utilización de escalas graduales.

#### Sugerencia 4.4

El pensamiento intuitivo, característico del nivel IB, hace declinar al pensamiento egocéntrico a través de una toma de conciencia de sus contradicciones (constataciones experimentales), adoptando posturas más acomodadas a los datos concretos que aporta el medio. Con el fin de desarrollar este pensamiento intuitivo se hace necesaria la manipulación de objetos por parte del niño, para que entren en juego procesos de constataciones sucesivas, sin todo lo cual no se puede ejercitar el pensamiento intuitivo, y el alumno seguiría mostrando, posiblemente, reacciones típicamente egocéntricas.

#### Sugerencia 4.5.

El niño del nivel IIA es capaz de coordinar adecuadamente los datos que le ofrece una situación dada, a través de sus diferentes operaciones mentales, construyendo posteriormente ciertas conclusiones generales. Se hace pues necesario que siempre que sea posible desarrollar actividades que partan de lo concreto, y sea el niño, tras su elaboración personal, el que obtenga sus propios resultados (método inductivo).

#### Sugerencia 4.6.

Considerando las evoluciones que realizan los niños del nivel IIA y IIB, debemos tener presente en nuestras actividades que: a) Gracias a las operaciones mentales, las características de los objetos son relacionadas entre sí, para ir descubriendo paulatinamente a lo largo de los niveles IIA y IIB nuevas características de los objetos de índole más estructural, como son: la masa, peso, velocidad...

b) El niño tiene modos de operar con sus representaciones más potentes, como son la inversión y la reciprocidad, que le lleva a asimilar adecuadamente situaciones dinámicas.

#### Sugerencia 4.7.

Mientras que la inferencia inductiva es sólo el resultado de operar con los datos que ofrece una situación dada obteniendo resultados cuya generalidad es muy limitada, ya que no van más allá de la situación concreta de la que partió, la deductiva supone la capacidad de distinguir las distintas variables que aparecen interrelacionadas en una situación dada, la confección de hipótesis en base a la combinación formal de las distintas variables que intervienen en un problema y la utilización del esquema "dejando constante el resto", entre otras cosas, destrezas típicas del nivel formal. Como sea que el niño del ciclo inicial y medio no alcanza este nivel, deberemos evitar el diseño de actividades donde se involucren esquemas formales como los descritos.

#### Sugerencia 4.8.

Si queremos desarrollar en actividades un proceso que los experimentos piagetianos ponen de manifiesto que es difícil, habrá que abordarlo con un número de actividades mayor, presentando un orden correlativo al que se da en la génesis del proceso.

### **C.A.D<sub>TP5</sub>**

---

Para garantizar una buena asimilación y acomodación de los conceptos es necesario tener un conocimiento previo de estos. En concreto necesitamos saber como opera el sujeto con el concepto, por ejemplo, si lo hace preoperativamente deberemos tener en cuenta las 4 referentes a este nivel.

## 7. LAS FICHAS DE APRENDIZAJE

Llevar una metodología activa a la práctica como la que nos sugiere el conjunto de C.A.D. no es fácil por distintas razones, algunas de las cuales citamos a continuación:

1. La función del profesor se vería modificada, pues pasaría de ser el portador de toda la información que se da en clase al alumno, para convertirse en un profesor-orientador, cuya labor más importante sería la de orientar al alumno en las actividades, sugerir nuevas tareas, buscar elementos que dinamicen y motiven la marcha de la clase...
2. Resulta más complejo desarrollar una clase donde se pone en juego una gran diversidad de conductas frente a idénticas tareas
3. Para conseguir los objetivos se requiere un material del cual no siempre se dispone.

Una herramienta muy valiosa para llevar a la práctica toda esta tarea es la ficha de aprendizaje, la cual vamos a delimitar bajo diferentes puntos de vista a fin de conocerla:

- a) Funcional.**- La ficha permite desarrollar un aprendizaje individual y abierto, a la vez que posibilita utilizar el método por descubrimiento.

Es un error frecuente suponer que la información de un contenido precede a la ficha sobre éste, este tipo de fichas llamadas de comprobación, están en abierta contradicción con la línea metodológica definida por los C.A.D., ya que dar la información al comienzo supone de algún modo reducir o anular los mecanismos de asimilación y acomodación que el alumno necesitaría poner en juego para una correcta comprensión del contenido en cuestión.

Por el contrario, las fichas de aprendizaje sólo deben de aportar una mínima información, la necesaria para orientar al niño y será éste quien elabore sus propias conclusiones siguiendo el principio: "máxima información elaborada por el niño y mínima enseñada por el maestro". La confección de una ficha respetando este principio supone un difícil equilibrio entre la breve información que impide al niño participar de un modo activo porque no sepa en realidad qué debe hacer y las orientaciones demasiado directivas que ya dan al niño casi todo hecho.

- b) Operativo.**- Las fichas implican un proceso global de aprendizaje por descubrimiento de una unidad de mínimo contenido, generalmente utilizando en la medida de lo posible técnicas experimentales. Dicha unidad que en una primera aproximación podría considerarse como una idea a enseñar, tal como: "Las plantas se nutren por la raíz", "Se respira por los pulmones", "La luz se propaga en línea recta", es el contenido más pequeño que se puede obtener por división de un tema de CC. NN que permite transmitir al niño una idea concreta sobre una parcela importante de las CC. NN. Así pues, cada ficha de aprendizaje se ocupará con una unidad mínima de contenido (U.M.C.).
- c) Estructurar.**- Lo ideal sería que cada niño pudiera disponer de una su ficha de aprendizaje, y en último extremo, si esto no es posible, cada grupo. Lo primero que debe de aparecer en la cabecera de la ficha es el mayor número de datos para identificarla, por ejemplo:

## **Factores que condicionan la aplicación de los C.A.D.**

---

Hemos presentado una propuesta para una situación ideal de clase, los niños están atentos y motivados, el nivel cognoscitivo es similar en todo los alumnos, el material didáctico y otros recursos económicos abundan, etc, sin embargo, hay que admitir que no siempre se puede desarrollar un contenido de las CC. NN mediante una ficha de aprendizaje tal y como lo hemos descrito anteriormente, ya que algunos de los factores que intervienen en los procesos de enseñanza-aprendizaje no se nos muestran favorables. Factores como la naturaleza del contenido y el excesivo nº de estos, el contexto socio-económico del colegio, la dotación económica y material del colegio, la diversidad y grado de motivación de la clase, las tendencias y presiones del colectivo de profesores, el nivel de preparación del propio maestro, etc, son serios matizadores de la propuesta contenida en los C.A.D. Sería una mala estrategia didáctica, no considerar los C.A.D porque vemos que hay unos condicionantes, por muy reales que estos sean, que nos dificultan su aplicabilidad, ya que si perdemos una referencia ideal, se pierde la iniciativa del enseñante y su lugar es ocupado por el libro de texto.

A continuación presentamos una ficha de aprendizaje, como modelo para hacer otras.

# **Las máquinas simples**

---

Grupo n°:

Fecha de comienzo:

Fecha de término:

Nivel de E.G.B:

Contenido: *Las máquinas simples*

Material: púas, tacos de madera, martillo, tenazas, tizas (una partida en cuatro trozos iguales), alambre.

## **Objetivos**

1. A partir de una serie de situaciones cotidianas, que el niño vea la necesidad de utilizar las máquinas para solucionar un problema dado.
2. Identificar las características que definen una máquina.
3. Discriminar, dada una serie de situaciones donde se utilicen una serie de instrumentos, las que son máquinas de las que no lo son.
4. Distinguir los elementos de las palancas (resistencia, punto de apoyo y potencia)
5. Reconocer distintos tipos de máquina.
6. Redescubrir la ley cualitativa que rige la palanca.
7. Aplicar dicha ley para la solución de varios casos concretos.
8. Resolver situaciones cotidianas en las que sea necesario aplicar algún tipo de palanca o máquina simple.
9. Clasificar los distintos tipos de palancas.
10. Realizar mediciones.



11. Experimentar y construir máquinas sencillas.
12. Valorar la importancia de las máquinas.

### **Actividades**

(Se le da a cada grupo un taco de madera y una pua. A continuación se le pide que claven la pua e intente sacarla. Si no se dispone de muchos tacos de madera esta actividad la puede realizar el profesor y se va pasando la pua clavada por los distintos grupos, lo que sería igualmente instructivo. Una vez que se convencen de la imposibilidad de sacar la pua directamente el profesor antes de sacar la pua , sin esfuerzo, con unas tenazas, provocará una puesta en común de los posibles métodos para sacar la pua).

1.- Cita algunas herramientas que se utilizan cuando queremos hacer algo que nos cuesta mucho trabajo con las manos y en algunos casos es imposible:

*Información: a las herramientas que nos permiten aumentar nuestras fuerzas se les llama máquinas simples y son las que vamos a estudiar aquí. Otras más complejas donde intervienen el calor, la electricidad o la energía nuclear las estudiaremos en otro momento.*

2.- Sigues pensando que todas las herramientas que has citado en el apartado 1 son máquinas, o hay alguna que no sirve como máquina:

3.- De las siguientes actividades indica aquellas en las que se utiliza una herramienta como máquina simple y aquellas en las que no:

- a.- Escribir con un bolígrafo:
- b.- Cortar una manzana con un cuchillo:
- c.- Romper la cascara de una nuez con un cascanueces:
- d.- Abrir una botella de cerveza con un abrebotellas:
- e.- Pinchar una patata con un tenedor:
- f.- Borrar algo mal escrito con una goma:
- g.- Desenroscar un tornillo con una llave inglesa:
- h.- Abrir una lata de pintura con un destornillador:
- i.- Abrir una lata de atún con un abrelatas:
- j.- Dar una patada a un balón

4.- Cita de 3 a 5 actividades donde se utilizan herramientas que no actúan como máquinas simples:

5.- Normalmente se utilizan como máquinas simples: tijeras, abrelatas, cascanueces, sacacorchos, destornillados, pedales de bici, polea, llave inglesa, alicates..., cita otras que tú sepas que son máquinas:

6.- Normalmente se utiliza el cuchillo de forma que no es una máquina simple, en que situación actuaría como tal:

7.- Todas las máquinas simples por muy diferentes que sean tienen varias cosas en común, dibuja unas tijeras, un abrebotellas, unas tenazas y un cascanueces y trata de averiguar que cosas tienen en común:

Tijeras	Abrebotellas	Tenazas	Cascanueces

(Información de profesor: fijaros que todas las máquinas tienen un sitio por donde giran o se apoyan, le llamaremos punto de apoyo (A), al punto por donde se aprieta o hacemos fuerza se llama potencia (P) y donde se aplica la fuerza aumentada se le llama resistencia (R))

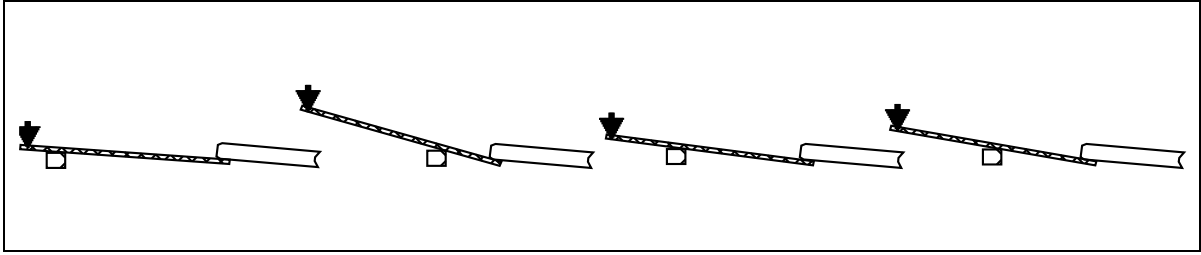
8.- Señala sobre los dibujos que has realizado donde se encuentran A, P y R. Señálos.

9.- Observa que no siempre está el punto de apoyo entre la potencia y la resistencia, sabiendo que unas tijeras es una palanca de primer género, que un cascanueces es de 2º género y unas pinzas son de 3º género, indica como están dispuestos P, A y R en cada uno de los géneros:

10.- Cita dos máquinas de cada uno de los géneros:

Primer genero	Segundo genero	Tercer genero

11.- La máquina más simple se llama palanca y puedes hacerte una con una regla y una tiza. Vas a probar tú nueva máquina para levantar un libro, el punto de apoyo lo pones en las cuatro posiciones que se te indica en el dibujo, haciendo fuerza en el punto P con un dedo, indica en que situación te es más cómodo levantar el libro:



12.- ¿Cómo debe ser la distancia de P a A respecto de la distancia de A a R para que apenas cueste trabajo levantar el libro?

13.- Vamos a hacer un experimento con el fin de conocer mejor la palanca, para ello es necesario que dispongas de 3 tizas y una cuarta partida en 4 trozos iguales. Se trata de que indiques el número de tizas que tienes que poner en P para elevar una goma grande en cada uno de los casos que aparecen en los dibujos:


14.- Si  $d$  es la distancia de P a A,  $d'$  la distancia entre A y R y  $p$  el número de tizas que pones, rellena con los datos obtenidos la siguiente tabla:

	1	2	3	4	5	6	7	8
d								
d'								
P								

15.- En general ¿cómo están relacionadas  $d$  y  $d'$ ?

16.- Dos niños que pesan 20 y 30 kilos están columpiándose, como se tienen que poner para que el balanceo esté equilibrado:

17.- ¿Cómo pondrías a tres niños de 10, 20 y 30 kilos en un columpio para que el balanceo sea equilibrado?

*Tarea del profesor: previamente probará a sacar púas y preparará el material, cortará una tiza en cuatro partes iguales, realizará un punto de apoyo y una palanca modelo a fin de facilitar al niño su construcción y procurará que las puestas en común previstas sean dinámicas y participativas, a la vez que orientará en los momentos en que la clase pierda el rumbo. Aunque el tema es de por sí motivador, procurará en momentos oportunos utilizar ciertos recursos motivacionales.*





## 8. BIBLIOGRAFIA

ADEY, P.S. (1987). A Response To "Towards a Lakatosian Analysis of Piagetian and Alternative Conceptions Research Programs". «**Science Educations**». v.71. n°1. pp.5-7.

AUSUBEL, D. A. (1982). «**Psicología educativa, "Un punto de vista cognoscitivo"**». Trillas. Mexico.

BRINGUIER, J. (1977). «**Conversaciones con Piaget**». Granica. Barcelona.

BUNGE, M. (1965). «**La investigación científica**», Ariel, Barcelona.

BUNGE, M., HALBWACHS, F., KUHN, T., ROSENFELD, L. y PIAGET, J. (1977). «**Las teorías de la causalidad**». Sígueme. Salamanca.

CERDA, E. (1973). «**Una psicología de hoy**». Herder. Barcelona.

DIEGUEZ, J.R. (1980). «**Didáctica general**», Cincel, Madrid.

DRIVER, R. (1989). «**Ideas científicas de la infancia y la adolescencia**», Morata, Madrid.

DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculum en Ciencias. «**Enseñanza de las Ciencias**». v.2. n°6. pp.109-120.

HALBWACHS, F. (1977). «**Historia de la explicación en Física**». En Jean Piaget. Las explicaciones en Ciencias. Martínez Roca. Barcelona.

INHELDER, B. (1975). «**Aprendizaje y estructuras de conocimiento**». Morata. Madrid.

FERRATER, J. (1978). «**Diccionario de Filosofía abreviado**». Sudamericana. Barcelona.

GIORDAN, A y DE VECHI, G. (1987). «**Les origenes du savoir**». Dalachaux. París. pp.77-125. (Trad.cast. Los origenes del saber. Diada. Sevilla. 1988).



- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1989). «**La ciencia de los alumnos**». Laia /M.E.C. Barcelona.
- HOLTON, G. (1976). «**Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas**». Reverté. Barcelona. (Ver.orig. Introduction to Concepts and theories in Physical Science. Addison-Wesley. Massachusetts. 1952).
- LAFOURCADE, P.D. (1972). «**Evaluación de los aprendizajes**», Cincel, Madrid.
- LOPEZ RUPEREZ, F. (1990). Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. «**Enseñanza de las Ciencias**». v.8. n°1. pp.65-74.
- NICOLAS, A. (1978). «**Jean Piaget**». Fondo de cultura económica. México.
- NOVAK, J.D. (1982). «**Teoría y práctica de la educación**». Alianza Universitaria. Madrid.
- PIAGET, J. (1973). «**Las explicaciones causales**». Barral. Barcelona.
- PIAGET, J. (1976). «**Génesis de las estructuras lógicas elementales, "Clasificaciones y seriaciones"**». Guadalupe. Buenos Aires (Argentina).
- PIAGET, J. (1976). «**La toma de conciencia**». Morata. Madrid.
- PIAGET, J. (1977). «**La explicación en las Ciencias**». Martínez Roca. Barcelona.
- PIAGET, J. (1977). «**Epistemología genética**». Solpin. Argentina.
- PIAGET, J. (1977). «**Lógica y psicología**». Solpin. Argentina.
- PIAGET, J. (1978). «**La equilibración de las estructuras cognitivas, "Problema central del desarrollo"**». Siglo XXI. Madrid.
- PIAGET, J. (1981). «**Psicología y Epistemología**». Ariel. Barcelona.
- PIAGET, J. (1984). «**Psicología de la inteligencia**». Psique. Buenos Aires.
- PIAGET, J. y INHELDER B. (1971). «**El desarrollo de las cantidades en el niño**». Nova Terra. Barcelona.
- PIAGET, J. y INHELDER, B. (1972). «**De la lógica del niño a la lógica del adolescente**». Paidós. Buenos Aires (Argentina).
- PULASKI, M.A. (1975). «**Para comprender a Piaget**». Península. Barcelona.
- RICHMOND, P.G. (1980). «**Introducción a Piaget**». Fundamentos. Madrid.
- SHAYER, M. y ADEY, P. (1984). «**La ciencia de enseñar Ciencia, "Desarrollo cognoscitivo y exigencias del curriculum"**». Narcea. Madrid.



## INDICE

1. INTRODUCCION. ....	- 9 -
1.1 Didáctica intuitiva. ....	- 11 -
1.2 Objetivos didácticos. ....	- 14 -
1.3 Criterios de actuación didáctica. ....	- 15 -
1.4 Criterios fundamentados empíricamente. ....	- 17 -
2. EL MANEJO DEL METODO CIENTIFICO. ....	- 21 -
2.1 Conocimiento de partida. ....	- 23 -
2.2 Observación. ....	- 24 -
2.3 La clasificación. ....	- 25 -
2.4 Inferencia. ....	- 26 -
2.5 Definición de un problema. ....	- 27 -
2.6 Hipótesis. ....	- 28 -
2.7 La experimentación. ....	- 29 -
2.8 Conclusiones. ....	- 30 -
2.9 Revisión del conocimiento inicial. ....	- 30 -
2.10 Características del método científico. ....	- 31 -
2.11 Método inductivo e hipotético-deductivo. ....	- 33 -
3. INFORMACION SOBRE EL METODO CIENTIFICO. ....	- 35 -
3.1 El descubrimiento científico no posee una única regla predeterminada. ....	- 35 -
3.2 El punto de partida del Método Científico. ....	- 37 -
3.3 La observación. ....	- 37 -
3.4 La clasificación científica. ....	- 39 -
3.5 Inferencia. ....	- 40 -
	-130-

3.6	La medición. . . . .	- 43 -
3.7	El problema científico. . . . .	- 43 -
3.8	La hipótesis. . . . .	- 45 -
3.9	La experimentación. . . . .	- 47 -
3.10	La comunicación científica. . . . .	- 48 -
4.	CRITERIOS DE ACTUACION DIDACTICA DEDUCIDOS DEL METODO CIENTIFICO. . . . .	- 51 -
5.	LAS DESTREZAS CIENTIFICAS DEL NIÑO. . . . .	- 63 -
5.1	Las carencias del método científico. . . . .	- 63 -
5.2	Razones para elegir la teoría de Piaget para realizar una aproximación a la realidad cognoscitiva del niño. . . . .	- 64 -
5.3	Generalidades sobre la teoría de Piaget. Los mecanismos de adquisición de conocimientos. . . . .	- 67 -
5.4	Los niveles cognoscitivos piagetianos. . . . .	- 69 -
5.4.a.	NIVEL IA. . . . .	- 71 -
5.4.b.	NIVEL IB. . . . .	- 72 -
5.4.c.	NIVEL IIA. . . . .	- 73 -
5.4.d.	NIVEL IIB. . . . .	- 74 -
5.4.e.	NIVEL IIIA. . . . .	- 75 -
5.4.f.	NIVEL IIIB. . . . .	- 77 -
5.5	Experimentos piagetianos. . . . .	- 78 -
5.6	Correlaciones edad-nivel cognoscitivo en muestras españolas. . . . .	- 105 -
6.	CRITERIOS DE ACTUACION DIDACTICA DEDUCIDOS DE LA TEORIA PIAGETIANA. . . . .	- 107 -

7. LAS FICHAS DE APRENDIZAJE. ....	- 117 -
7.1 Factores que condicionan la aplicación de los C.A.D..	- 119 -
7.2 Las máquinas simples. ....	- 120 -
8. BIBLIOGRAFIA.....	- 127 -