

MARÍN, N. (1985). TAXONOMÍA EVALUATIVA BASADA EN LA TEORÍA DE PIAGET. EN VI ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA. MÁLAGA: UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.

Es determinante para la coherencia interna de este trabajo precisar un sistema de categorías que nos van a servir para ordenar los datos obtenidos con los cuestionarios y a la vez, y esto también es importante, estructurar los cuestionarios con la intención de crear una "retícula" donde se pueda "capturar" los datos más adecuadamente.

Esta estructuración hipotético-deductiva del trabajo no significa "encasillamiento estático" de la investigación, como así lo demuestra los dos primeros cuestionarios desarrollados con las técnicas de exploración clínica donde el grado de divergencia de los datos es máximo, esto obligará, como es lógico, a utilizar recursos inductivos. Lo que se pretende es evitar el "vacío", que tan frecuentemente sucede cuando se hacen búsquedas de concepciones espontáneas, que pasa por la mente del investigador inductivo, típico del paradigma constructivista, cuando una vez que ha obtenido los datos se plantea qué hacer con ellos después de agruparlos por frecuencias y de haberlos cruzado estadísticamente según todas las combinaciones posibles.

Hemos de tener presente al confeccionar los cuestionarios que estos deben, no sólo adecuarse al conocimiento del alumno, sino procurar abarcar todas las posibles manifestaciones de este, procurando insistir en los distintos aspectos con la misma intensidad con el fin de no sesgar los datos. La consecución de estos planteamientos se hace viable si utilizamos una *taxonomía de búsqueda* que a su vez estuviese apoyada en una buena teoría que permita realizar previsiones de índole cognoscitivo como las que acabamos de plantear.

CONDICIONANTES DEL MODELO TAXONÓMICO

Puesta de relieve la importancia de una taxonomía para dirigir y estructurar la confección de una prueba evaluativa, analizamos ahora cuáles serían las condiciones mínimas que se le deben exigir a ésta para que cumpla lo mejor posible su cometido.

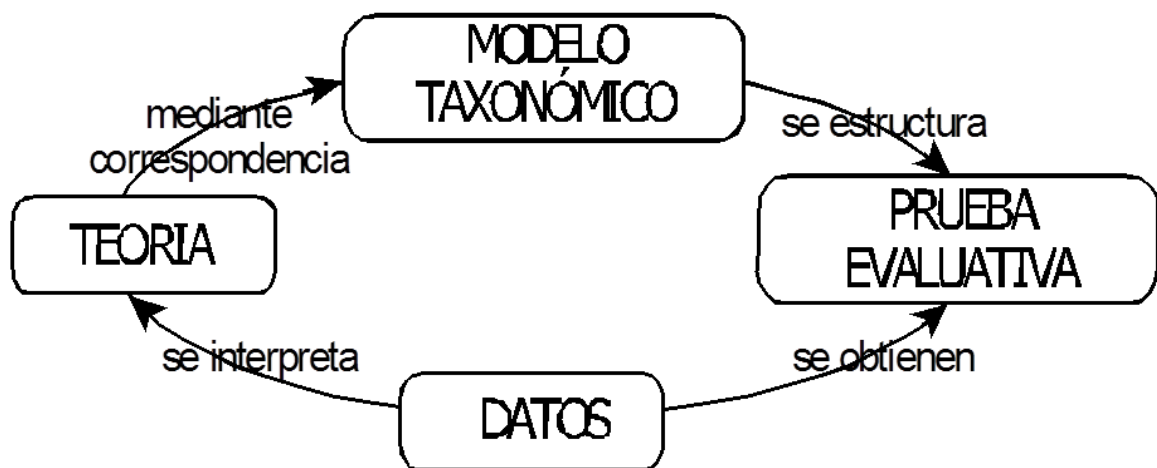
Las exigencias impuestas a la taxonomía vendrán determinadas por las propias necesidades de los cuestionarios, veámoslas: mejor que crear ordenes artificiosos por una falta de planificación apriorística de los

cuestionarios, sería estructurar estos de modo que los datos que resulten de administrarlos presenten un mínimo de orden, de este modo los procesos de interpretación, además de aumentar en eficacia, tendrían una alta significatividad. Todo ello se consigue si se estructura la prueba con una taxonomía cuyas categorías estén bien estructuradas y si es posible, mantengan algún tipo de jerarquización y posean entre ellas carácter factorial, disyuntivo e independiente. A través de los cuestionarios se obtienen unos datos que habrá que interpretarlos adecuadamente si queremos obtener conclusiones satisfactorias. Esto nos lleva a tomar una serie de precauciones, con el fin de que la mayor parte de la información que venga dada por estos pueda ser utilizada en la elaboración de las conclusiones, procurando que no existan grupos de datos que sean poco significativos, de difícil interpretación, o simplemente innecesarios en la consecución de las conclusiones. Una solución está, en conseguir que la taxonomía que utilicemos, esté a la vez fundamentada sobradamente en una teoría que puede interpretar, explicar o analizar satisfactoriamente dichos datos.

1. LAS CUALIDADES DE LA TEORIA PIAGETIANA PARA FUNDAMENTAR LA TAXONOMIA

Entre las diversas teorías relacionadas con los procesos de aprendizaje y con los mecanismos de adquisición de conocimiento, existen muy buenas razones para elegir la Teoría del Conocimiento de J.Piaget que no se encuentran en otras teorías del aprendizaje; razones que son aún más significativas, en tanto algunas de ellas ofrecen soluciones para que la taxonomía, en correspondencia con la teoría, esté en consonancia con condicionantes citados en el apartado anterior. Veamos cuáles son estas razones: El sujeto correspondiente a un cierto nivel cognoscitivo, da respuestas satisfactorias a un determinado grupo de problemas que no sabrían resolver los sujetos del nivel anterior, así como no podría responder adecuadamente a un grupo de problemas que son resueltos por individuos del nivel posterior. Esto pone de manifiesto que las conductas propias de cada nivel están jerarquizadas, y una taxonomía cuyas categorías mantengan cierta correspondencia con dichas conductas, obviamente estaría jerarquizada. Una taxonomía que tenga en cuenta los niveles cognoscitivos puede estar jerarquizada si las categorías propias del nivel de operaciones concretas son anteriores a aquellas categorías propias del nivel de operaciones formales. La teoría de Piaget presenta dos aspectos relevantes en lo referente a la estructura y normas de las Teorías Físicas. Este autor, a lo largo de su extensa bibliografía ha mantenido un interés constante por conocer los mecanismos internos al sujeto para explicar diversos fenómenos físicos; como consecuencia, alrededor de una decena de sus libros (1) están dedicados al análisis de las

respuestas típicas de los niños frente a un gran número de fenómenos físicos (2), esbozando la ontogénesis de muchos conceptos físicos a través de este análisis. En su estudio sobre las conductas fundamentales de cada estadio cognoscitivo se llega a una sorprendente conclusión: los procesos científicos más elementales como la observación, ordenación de datos (clasificando, seriando o midiendo), interpretación, anticipación e inferencia, es decir, los procesos típicos del método inductivo son características del sujeto de operaciones concretas, mientras que aquellos procesos científicos propios del método hipotético-deductivo como el control de variables, emisión de hipótesis, diseños experimentales, confección de modelos y verificación experimental son características del sujeto del nivel de operaciones formales. Así pues, una taxonomía que se fundamente en esta teoría puede cumplir nuestro segundo condicionante, a saber, que se encuentre acomodada a las exigencias de toda teoría física. Otro atractivo que ofrece esta teoría es el resultado al que se ha llegado en trabajos recientes (1): es bastante significativo conocer el nivel cognoscitivo de la muestra de alumnos que van a sufrir un proceso de aprendizaje, ya que este dato permite prever en buena medida los resultados, no ocurre así con otros factores, como el C.I. o ciertas pruebas sobre posible rendimiento escolar. A la vez, esta misma teoría, nos puede proveer de inmediato de una prueba para clasificar a la muestra por niveles cognoscitivos. En esta línea, es tanta la información bibliográfica que nos ofrece Piaget, que facilitaría la construcción de distractores en una prueba de opciones múltiples en base a las reacciones típicas del sujeto frente a fenómenos físicos.



No vamos a señalar más razones sobre la importancia de elegir esta teoría, ya que creemos cumplido este propósito con las citadas.

Nos ofrece esta teoría al elegirla, un criterio para matizar nuestro primer condicionante: las categorías taxonómicas estarán jerarquizadas cuando respeten el orden, nivel preoperacional-nivel de operaciones concretas-nivel de operaciones formales. También nos permite valorar las diferentes

taxonomías en uso, y esto es lo que vamos a hacer en primer lugar, con el fin de adoptar una de ellas o, si es el caso, confeccionar una nueva.

2. UNA VALORACION DE LAS TAXONOMIAS MAS USUALES

Fijados los condicionantes mínimos exigibles a la taxonomía que se adopte, se hace necesario hacer un análisis de aquéllas más utilizadas, con el fin de aceptar aquélla que mejor se adapte a los requisitos establecidos, o si es el caso, proceder a la confección de una nueva.

He aquí los resultados de las taxonomías analizadas:

a. La taxonomía de Bloom

Comenzamos por la taxonomía de BLOOM (1), por ser ésta la más extendida, dicha taxonomía confeccionada por un gran número de profesionales de la enseñanza, a partir de su experiencia docente, aplicando reiteradas veces feed-back, presenta una estructura jerarquizada con escasas salvedades poco significativas como ocurre cuando en 3.00 Aplicación pueda plantearse sobre una problemática que involucre ciertos esquemas formales, en cuyo caso, la actividad mental del sujeto es del mismo grado de dificultad que 4.00 Análisis o 5.00 Síntesis, estas dificultades y otras más aparecen ya que como el propio Bloom (2) admite, el modelo taxonómico no se apoya en ningún tipo de teoría psicológica, aunque como todo trabajo de esta índole altamente elaborado siempre es posible encontrar alguna correlación con alguna teoría del aprendizaje; finalmente se aprecia que no existen categorías que recojan procesos científicos y en 1.00 Conocimiento no se tiene en cuenta la estructura de la teoría física.

Un colaborador de Bloom, KLOPFER (1) confeccionó una taxonomía que, apoyada en la citada tuviese fácil aplicación a las Ciencias Físicas, sin embargo, un análisis comparativo pone de manifiesto la poca correlación que existe entre ellas si exceptuamos que las dos comienzan por Conocimiento y Comprensión; ahora bien, las categorías de Klopfer presentan desajustes, tales como los que siguen: en la categoría C. Reconocimiento y solución de problemas, se encuentran procesos científicos (hipótesis, diseños experimentales) característicos del nivel de operaciones formales, mientras que en D. Interpretación de datos y formulación de generalizaciones, contiene la subcategoría. D.1. Manipulación, clasificación y análisis de datos y D.2 Interpretación de datos, actividades mentales que en su mayoría son propias del nivel de operaciones concretas, sin embargo D.3 Valoración de hipótesis y D.4 Formulación de principios, son subcategorías análogas a las que se presentan en la citada C.; posteriormente aparece otra categoría F. Aplicación de conocimientos a nuevas situaciones, en cuyo seno se pueden construir

actividades tanto concretas como formales. Todo ello pone de relieve la falta de jerarquización y estructuración que adolece la taxonomía de Klopfer.

b. La taxonomía de Nedelsky

Posiblemente más estructurada y acomodada a la Física sea la taxonomía de NEDELSKY (2), ya que en Conocimiento y Comprensión verbal y matemática recoge correctamente las partes que integran toda teoría física, y los diferentes procesos científicos aparecen detallados hasta en sus aspectos más creativos y de difícil concretización; esta adecuación es tan fuerte que la estructuración de la taxonomía viene inducida de la propia estructuración de la Física, sin embargo, Nedelsky hace caso omiso del orden de las actividades mentales que se producen en la génesis y sus categorías no aparecen jerarquizadas, así en L.2. Comprensión en Laboratorio y L.3. Capacidad para aprender de la observación y de la experimentación, las actividades aparecen entremezcladas; aquellas propias del nivel de operaciones concretas: observación, medición e interpretación, con otras propias del nivel formal, como es el diseño experimental, y unas últimas como pensar imaginativo, de difícil catalogación; en definitiva, es una taxonomía muy completa y adecuada a la Física, cuyas categorías están sin jerarquizar.

c. La taxonomía de Gagné

Otra taxonomía a tener en cuenta es la elaborada por GAGNE (1), posee ésta 5 categorías de las cuales 3 son propias del ámbito cognoscitivo: información verbal, habilidad intelectual y estrategia cognoscitivas, estas categorías globales están jerarquizadas, pero plantean el problema, por el carácter amplio de éstas, de subdividir las si se quieren hacer más operativas y adaptadas a la Física, y esto es tanto como confeccionar una nueva taxonomía, de cualquier modo habrá que tenerla en cuenta como una referencia válida.

Otras taxonomías, menos utilizadas como las de Guilford, Hinault, Rosado... igual a las que hemos analizado, plantean problemas cuando se les exige cumplir los tres condicionantes.

Por todo ello, creemos más adecuado confeccionar una nueva taxonomía, si tenemos en cuenta que la vasta información bibliográfica dada por J. Piaget, hace bastante sugerente y viable este proyecto.

3. ESTRATEGIA PARA CONSTRUIR LA NUEVA TAXONOMIA

Antes de exponer el procedimiento a seguir, vamos a realizar un análisis crítico de los diferentes aspectos que nos ofrece la teoría de Piaget.

Distinguimos con Shayer (1) "tres niveles en la formulación de los informes, niveles con una creciente abstracción a partir de los datos".

En el primer nivel, se encuentran las descripciones de las respuestas del sujeto en las conversaciones libres sobre un problema planteado.

En el segundo nivel, consideraremos los mecanismos que explican la evolución de la estructura cognoscitiva y su modelo del desarrollo evolutivo.

Finalmente, existe un tercer nivel que Shayer denomina "metateoría" y alude con ella a la transcripción que Piaget hace de las operaciones mentales del sujeto a un lenguaje lógico-matemático; este último nivel, además de ser el blanco de la mayoría de las críticas piagetianas, resulta ser poco práctico, por lo que haremos caso omiso al utilizar dicha teoría para confeccionar una taxonomía.

Aclarada esta diferenciación, procederíamos del siguiente modo:

1. Se estudiaría qué elementos de la teoría habría que utilizar para configurar una taxonomía que, respetando los consabidos condicionantes, pudiera beneficiarse de las ventajas que supone estar ligada a una sólida teoría.

2. Búsqueda del mecanismo más adecuado, tal, que partiendo de los elementos definidos en el apartado anterior, pudiéramos delimitar las categorías taxonómicas.

3. Tratar de acomodar la nueva taxonomía en la medida de lo posible a las taxonomías ya analizadas (Bloom, Klopfer, Nedelsky...) procurando que las discrepancias fuesen mínimas y que correlacionasen positivamente tanto en comprensión como en extensión.

4. Buscar el nivel más apropiado de la teoría de Piaget que nos permitiera construir unas subcategorías acomodadas a las peculiaridades de las Teorías Físicas.

4. ANALISIS DEL NIVEL Y ELEMENTOS DE LA TEORIA A UTILIZAR

Sería interesante analizar en primer lugar la naturaleza de las categorías utilizadas en los diversos modelos taxonómicos, ya que esto nos llevaría a delimitar el nivel y los elementos de la teoría de Piaget más adecuados.

a. Naturaleza de las categorías taxonómicas. Para Bloom (1) la taxonomía sirve para clasificar los cambios provocados en el individuo como consecuencia de las experiencias educativas. Dicha clasificación se referirá a la conducta programada del alumno... A la vez, se debe establecer entre las categorías taxonómicas una relación jerárquica que corresponda a un orden "auténtico" entre los fenómenos representados por los términos.

En este mismo sentido se manifiesta Lafourcade (2), que la entiende como una clasificación de conductas promovidas en la escuela, ordenadas por niveles de complejidad, tratando de que el método propuesto sea una réplica de lo que ocurre en la realidad.

Según Rosado (3) la misión de la taxonomía es determinar, clasificar y jerarquizar las áreas de actuación coherentes con unos principios didácticos básicos, y a partir de las cuales pueda establecerse el conjunto equilibrado de objetivos concretos que configuran la práctica docente diaria.

Rodríguez Dieguez (4) precisa que por conductas formales se entienden todos aquellos comportamientos susceptibles de ser generalizados a situaciones diversas, aquellas capacidades que pueden operar sobre contenidos distintos, y al margen de los mismos.

En parecidos términos se expresa Gagné (1): la planificación de la enseñanza puede simplificarse enormemente asegurando objetivos que correspondan a cinco categorías principales de la capacidad humana. La diferencia más importante entre ellas es que cada una requiere un conjunto distinto de condiciones didácticas. Cada una de las cinco categorías del resultado del aprendizaje es una capacidad que adquiere la persona que ha aprendido... se les llama capacidades porque permiten pronosticar muchos casos particulares del desempeño del educando.

Finalmente, consideremos una taxonomía recientemente construida, donde las conductas del sujeto son concretizadas a las respuestas típicas del sujeto frente a problemas típicos. Esta taxonomía, basada en la teoría de Piaget se debe a M. Shayer (1) y ha dado resultados muy satisfactorios en la confección de currículum adaptados al nivel cognoscitivo del alumno.

Este somero repaso sobre la naturaleza de las categorías taxonómicas pone de manifiesto una gran convergencia en considerar ésta como las conductas formales inducidas en el proceso de enseñanza. Conductas que al ser susceptibles de aplicarse a diversos contenidos se pueden obtener como capacidades del alumnado.

b.Las conductas formales en la teoría de Piaget.

Encontramos en un primer análisis de la teoría de Piaget dos elementos bien diferenciados que de entrada pudieran considerarse conductas formales.

Por un lado tenemos las respuestas tipificadas de los sujetos ante problemas determinados; estas respuestas muestra INHELDER (2) que vienen determinadas por el nivel cognoscitivo del sujeto y por la naturaleza misma del problema planteado, por otra parte, estas reacciones están contenidas siempre en algún nivel cognoscitivo definido por Piaget (3). Esto hace realmente significativo que las respuestas típicas del sujeto, en lo sucesivo

RTS, de cada estadio de conocimiento puedan considerarse análogas a las conductas formales.

Por otro lado, tenemos el conjunto de operaciones mentales utilizadas por Piaget (4) para definir cada nivel cognoscitivo. Si tenemos en cuenta que el sistema de operaciones mentales de cada nivel se conoce con bastante detalle, la idea de tomar un criterio de clasificación de las operaciones mentales es bastante sugerente, sin embargo, existen serias dificultades que impiden tomar esta medida:

a) En la mayoría de los casos, los procesos de aprendizaje en Física no implican cambio de operaciones mentales en el alumno, sino una ejercitación de éstas para ir estructurando progresivamente las nuevas variables físicas que intervienen en los contenidos de la enseñanza: entendiendo esto en el mejor de los casos, ya que si el proceso de aprendizaje se reduce a un tipo de enseñanza expositiva donde los mecanismos de asimilación que el sujeto pone mayormente en juego son nemotécnicos, entonces, es muy posible que no se de la extensión de las operaciones a otras variables. Podemos por tanto decir que si las operaciones permanecen constantes en el alumno por períodos largos, se convierten en elementos poco significativos para utilizarlas como criterio taxonómico.

b) No se puede entender que las operaciones mentales propias de un cierto nivel cognoscitivo, puedan ser aplicadas a todas las situaciones físicas que le plantea el medio que le rodea, ya que como se puede comprobar en un buen número de experimentos piagetianos (1) transformaciones físicas con estructuras lógico-matemáticas idénticas ofrecen diferentes grados de resistencia para ser asimiladas, es decir, las operaciones mentales del sujeto están ligadas al conjunto de situaciones problemáticas en donde se han detectado que pueden aplicarlas. Este problema hace que no podamos admitir, que un sujeto que ha adquirido ciertas operaciones mentales para resolver un determinado número de problemas, pueda generalizar dichas operaciones a todos los problemas, lo cual es una seria dificultad para adoptar las operaciones mentales como conductas formales.

No considerando adecuadas las operaciones mentales como conductas formales analicemos las RTS.

El análisis de una treintena de experimentos piagetianos cuyos esquemas presentamos en el *ANEXO I* muestran que existen variables físicas que ofrecen mayor resistencia a ser asimiladas que otras, por otra parte, las situaciones físicas implican una serie de transformaciones que pueden ser o no asimiladas según el sistema operativo del alumno. Por último, se observa que la capacidad para responder a un problema físico depende del modo de codificar, organizar y relacionar los datos que ofrece el problema y este proceso lo determina el sistema de operaciones mentales y los conceptos

previos del sujeto. Luego las variables que determinan la RTS, son: operaciones mentales (O.M.), conceptos previos (C.P.) las transformaciones implicadas en el problema (T.F.) y las variables que intervienen (V.F.). Podríamos exponer esto de forma simbólica:

$$RTS = OM + CP + TF + VF$$

Los dos primeros factores (OM y CP) son inherentes al nivel cognoscitivo del sujeto, y son dependientes entre sí, ya que las operaciones necesitan de los conceptos y toman su identidad cuando el sujeto es capaz de confeccionar clases y establecer relaciones de inclusión entre éstas: actividad que sólo es posible gracias a las operaciones mentales (2).

Siguiendo con nuestra expresión simbólica diríamos, si denomináramos por NC al nivel cognoscitivo del sujeto que:

$$NC = OM + CP$$

En cuanto a los dos últimos factores, externos al sujeto, podemos decir también que están relacionados entre sí, ya que las transformaciones implicadas en un fenómeno físico determinan y definen las variables que entran en juego y, por otra parte, si no existen variables no existe transformación, luego las variables implican transformaciones y viceversa. Estos dos factores definen tipos de problemas, luego:

$$TP = TF + VF$$

Así pues, a modo de síntesis podemos simbolizar RTS como:

$$RTS = NC + TP$$

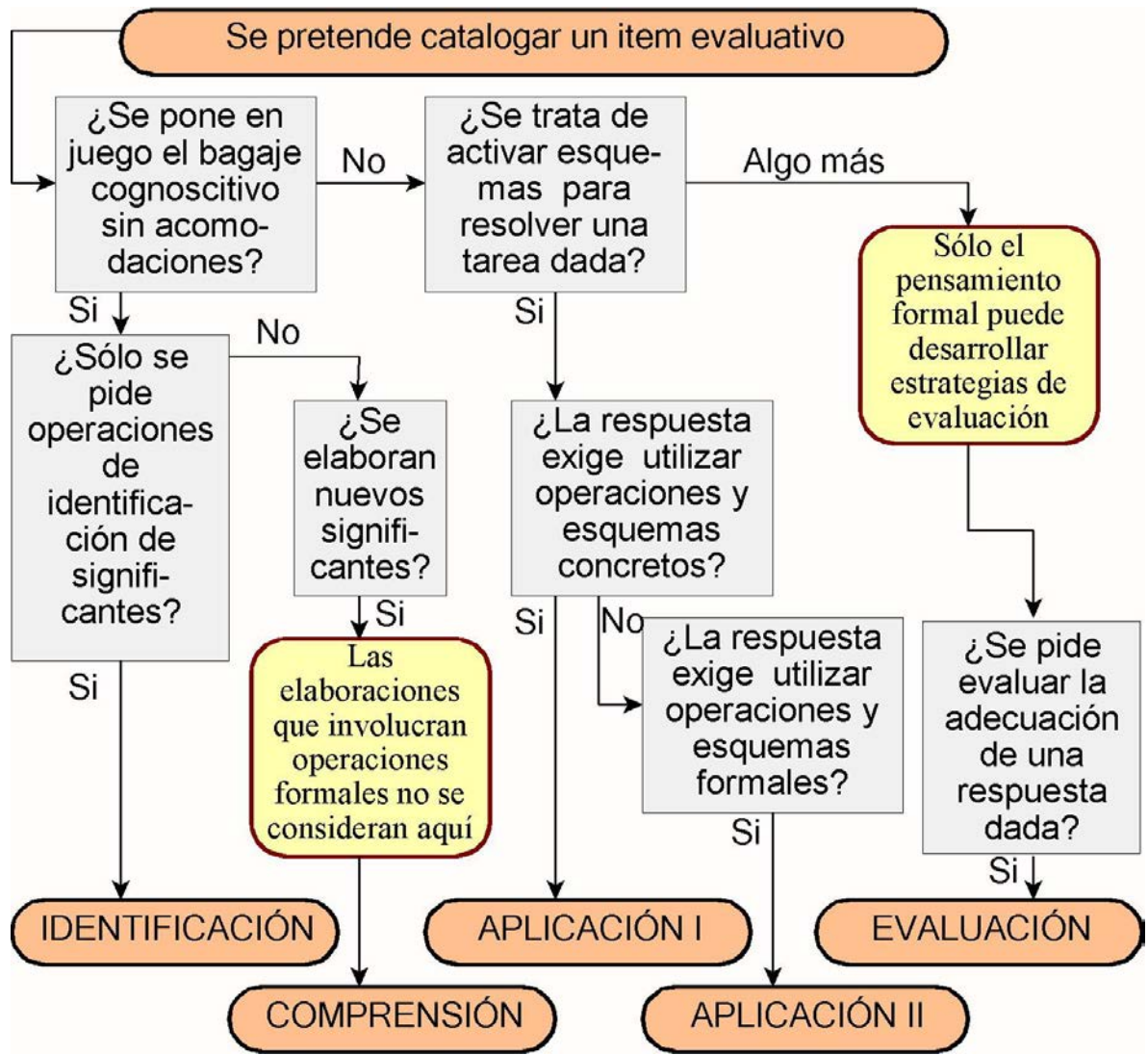
SISTEMA DISYUNTIVO COMO MECANISMO DE BUSQUEDA DE LAS CATEGORIAS TAXONOMICAS

De entrada, la fórmula deducida del análisis de la teoría de Piaget no nos da una directriz válida para jerarquizar nuestras categorías taxonómicas, si bien utilizando el siguiente modelo, nos indica que la naturaleza de éstas puede ser RTS o TP, en ningún caso NC por las razones dadas en el apartado anterior.

Cabe pues preguntarse, ¿cómo se podría aplicar el condicionante que exige la jerarquización de las categorías sobre la fórmula $RTS = NC + TP$?

La respuesta está en seguir sistemáticamente el siguiente proceso:

De este modo se van diferenciando grupos de T.P. característicos de cada N.C., que a su vez, van delimitando grados de exigencia propios de cada N.C. Analizando el grupo de T.P. de cada N.C. los grados de exigencia propios de cada N.C., obtenemos un sistema disyuntivo que permite clasificar jerárquicamente cualquier actividad educativa dentro de una categoría taxonómica. La gran dificultad surgida, al querer confeccionar el sistema disyuntivo en base a la teoría de Piaget, y en concreto, según los treinta experimentos analizados, ha sido la restricción que presentan los tipos de problemas confeccionados por Piaget, ya que van dirigidos a detectar el tipo de operatoria mental que utiliza el sujeto para solucionarlos.



Así, en el nivel preoperacional, lo único que comprueba es la ausencia de toda capacidad operatoria, por lo que la obra bibliográfica de Piaget presenta poca información sobre las posibles R.T.S. del niño de este nivel, y cuestiones de interés para nuestra taxonomía como son: evocación de significantes de lo enseñado o comprensión de un concepto no aparecen en ningún experimento analizado. Esta dificultad se ha superado finalmente, por un lado, tomando ciertas ideas generales de Piaget sobre procesos nemotécnicos, la función del símbolo, construcción progresiva de los significados de un significante..., y por otro, adaptando la información que ofrecen las taxonomías de Bloom y Gagné (1) sobre conocimientos y comprensión. El resultado lo presentamos en un esquema en la página siguiente.

SUBCATEGORIAS ACOMODADAS A LA FISICA

A partir del sistema disyuntivo hemos definido de un modo coherente unas categorías jerarquizadas. Hemos de reseñar que las disyunciones están recogidas de aquellos aspectos más generales de la teoría de Piaget, como son los mecanismos de asimilación y acomodación como forma de adquisición de conocimiento y los estadios como etapas que hay que jalonar necesariamente para adquirir el nivel cognoscitivo inmediato superior. Este carácter general de las categorías permite su aplicación a cualquier campo de la enseñanza.

Resta determinar las subcategorías cuya naturaleza debe ser más concreta y adecuada a la Física, con el fin de cumplir el segundo condicionante, de modo que nuestro modelo taxonómico es válido sólo en el campo de la Física. La tarea de definir las subcategorías se presenta, en cierto modo, sencilla, si tenemos en cuenta, como ya se puso de relieve en la elección de esta teoría, la cantidad de problemas físicos que Piaget presentó al niño, aportando un material significativo para definir adecuadamente las RTS relativas a la Física correspondientes a cada nivel cognoscitivo.

Estas son las subcategorías encontradas, aprovechando para presentar nuestro modelo taxonómico completo:

- 1.- Identificación: (sólo se exige evocar los significantes de un elemento y comparar con los significantes dados).
 - 1.1.- Identificar un elemento por su definición.
 - 1.2.- Elegir el elemento que se adecue más a unas características dadas.
 - 1.3.- Completar la definición de un elemento cuando se da parte de ésta.
 - 1.4.- Destacar entre un grupo las características que corresponden a un elemento.

2.- Comprensión (se exige elaborar nuevos significantes a partir de otros conocidos y comparar).

2.1.- Transferir a un plano concreto el significado de la definición de un elemento dado.

2.2.- Interpretar adecuadamente el significado de una definición dada.

2.3.- Relacionar conceptos que forman parte de una ley, principio o teoría.

2.4.- Elaborar nuevos significantes cuando se presentan invertidos los enunciados de las anteriores subcategorías.

3.- Aplicación I (se presenta una transformación física mediante una situación concreta donde se pone en juego, explícitamente, 1 ó 2 variables).

3.1.- Determinar la variable que es constante en la transformación.

3.2.- Anticipar un hecho dada la dirección de un fenómeno.

3.3.- Ordenar datos experimentales en función de unas exigencias dadas.

3.4.- Generalizar a partir de datos concretos.

4.- Aplicación II (situación física donde puede aparecer 1 ó 2 transformaciones físicas, intervienen varias variables y se puede diferenciar más de dos sistemas físicos).

4.1.- Prever resultados, utilizando proporciones métricas, tanto a través de fórmulas como de gráficas.

4.2.- Analizar las acciones y reacciones entre sistemas físicos.

4.3.- Transformar las variables de un sistema en función de otro.

4.4.- Diferenciar las variables que intervienen en un fenómeno dado.

4.5.- Formular hipótesis donde se relacionen acertadamente las variables entre sí.

4.6.- Elaborar una estrategia experimental (material, dispositivo, método) dirigida a la verificación de una hipótesis).

4.7.- Elaborar modelos explicativos.

5.- Evaluación.

5.1.- Evaluación de procesos inductivos.

5.2.- Elaboración de procesos hipotéticos-deductivos.

LOS TREINTA EXPERIMENTOS PIAGETIANOS ANALIZADOS

(Los 30 resúmenes fueron publicados posteriormente en el libro) **Marín, N. (1997). Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.**

La cita la haré simplemente poniendo al lado del título el año de edición:

- 1.- Conservación de cantidades discretas (1941)
- 2.- Conservación de líquidos en trasvases (1941)
- 3.- Conservación de cantidades continuas (1941)
- 4.- Clasificación de conjuntos (1959)
- 5.- Seriación de palillos (1941)
- 6.- Conservación de la largura (1948)
- 7.- La medida de un camino recorrido (1948)
- 8.- Cuantificación de la clase (1959)
- 9.- El problema de los dos sentidos de orientación (1846)
- 10.- Los movimientos relativos (1946)
- 11.- La velocidad de los movimientos cuyos puntos extremos son lo único visible (1946)
- 12.- La velocidad en movimientos sucesivos (1946)
- 13.- Las velocidades relativas (1946)
- 14.- El movimiento uniformemente acelerado (1946)
- 15.- Las reacciones de inercia (1973)
- 16.- Cuerda de bolas de un soporte horizontal por transmisión o inercia (1973)
- 17.- Acción, trabajo e impulso (1973)
- 18.- Del empuje espacio-temporal a la noción de fuerza (1973)
- 19.- El problema de la atracción o propósito de los imanes (1973)
- 20.- Aditividad de fuerzas de igual dirección y sentido (1973)
- 21.- Aditividad de fuerzas de igual dirección y sentido opuesto (1973)
- 22.- Interacción entre tres pesos presentados en vertical (1973)
- 23.- El equilibrio de tres pesos presentados en horizontal (1973)
- 24.- Composición de fuerzas sobre una superficie circular (1973)
- 25.- Flotación de objetos (1955)

- 26.- La balanza (1955)
- 27.- La flexibilidad de las varillas (1955)
- 28.- El péndulo (1955)
- 29.- Conservación del movimiento (1955)
- 30.- La prensa hidráulica (1955)

BIBLIOGRAFIA

- (1) G. HORTON: (1952). Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas. Reverté, Barcelona, 1976 pp. 277-98
- (1) J.C. BRINGUIER: Conversaciones con Piaget. Granica, Barcelona, 1977 pp. 249-53
- (2) J. PIAGET: Las explicaciones causales. Barral, Barcelona, 1971, pp. 171-75
- (1) BLOOM y Col.: Taxonomía de los objetivos de la educación. Marfil, Alcoy, 1975, pp. 73-225
- (2) Opus cit. BLOOM: p. 29
- (1) L.E. KLOPFER: Evaluación del aprendizaje en Ciencia. cap. XVIII de Evaluación del aprendizaje de Bloom y col. Tomo III, Troquel, Buenos Aires, 1975
- (2) L. NEDELSKY: Science Teaching ad Testing. Harconrt Brace World Inc. Nueva York, 1965, pp 16-19
- (1) M. SHAYER: La ciencia de enseñar Ciencia. Narcea, Madrid, pp. 42-3
- (1) M. SHAYER: La ciencia de enseñar Ciencia. Narcea, Madrid, 1984, pp. 59-68
- (1) R.M. GAGNE: La planificación de la enseñanza. Trillas, México, 1980, pp. 35-46
- (1) B.S.BLOOM: Taxonomía de los objetivos de la educación. Marfil, Alcoy, 1975 pp. 50-1
- (2) P.D.LAFOURCADE: Evaluación de los aprendizajes. Cincel, Madrid, 1972.
- (3) L.ROSADO: Didáctica de la Física. Edelvives, 1979, pp.123
- (4) J.L.RODRIGUEZ DIEGUEZ: Didáctica General. Cincel-Kapelusz Madrid, 1980, pp. 57
- (1) R.M. GAGNE: La planificación de la enseñanza. Trillas, México, 1980, pp. 35-7
- (1) M. SHAYER: La ciencia de enseñar Ciencia. Narcea, Madrid. 1984, pp. 91-1013
- (2) B.INHELDER: Aprendizajes y estructura cognoscitiva. Morato, Madrid, 1975, p. 295 y pp. 320-23
- (3) J. PIAGET: Explicaciones Causales. Barel, Barcelona, 1971, pp. 7,8.
- (4) J. PIAGET: Lógica y Psicología. Solpin, Argentina, 1977, pp. 35-65

(1) B. INHELDER y J. PIAGET: De la lógica del niño a la del adolescente. Paidós, Buenos Aires, 1972

(1) Cita bibliográfica al final.

(2) Opus, Cit. PIAGET: Lógica y Psicología.