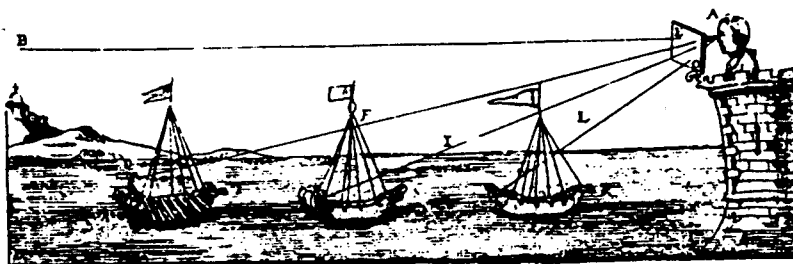


# INVESTIGACION



## Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS

---

### ESTUDIO DE LOS CONOCIMIENTOS PRE-ADQUIRIDOS SOBRE LAS NOCIONES DE CALOR Y TEMPERATURA EN ALUMNOS DE 10 A 15 AÑOS

MACEDO DE BURGHI, B.(1), SOUSSAN, G.(2)

(1) Profesora Didáctica de la Química.

Instituto Nacional de Docencia. Montevideo - Uruguay.

(2) Director Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Físicas.

Universidad de Paris-XI (Orsay) Francia

---

#### SUMMARY

This is a research work on the field of teaching scientific notions to students.

Heat and temperature were the notions studied. The goal was to analyze the ideas children and adolescents had about them, their (previously) acquired knowledge and the way they used such notions. The research was carried out both in France and in Uruguay on a total population of 1255 students. It took into account different parameters such as the students' age, their social-economic and cultural background, and their mother tongue (Spanish or French).

The mentioned work made it possible to analyze the conditions which can favour the passage from the students' intuitive notions to their scientific notions bearing in mind the natural limits due to the psychological development stage of the students concerned.

---

#### 1. INTRODUCCION

Este trabajo presenta una investigación en el campo de la transmisión de los conocimientos científicos a los

educandos. La necesidad de asegurar la eficacia en el proceso de enseñanza-aprendizaje nos despierta el in-

terés por analizar y conocer todos y cada uno de los diferentes elementos que lo determinan. En particular, el conocimiento del desarrollo psicológico del niño y adolescente, los mecanismos de las adquisiciones, el contenido de la enseñanza, etc.

Los aportes de la psicología del aprendizaje nos muestran la relación entre los elementos anteriormente citados, ya que las formas y la naturaleza de las adquisiciones posibles dependen del estado de desarrollo y éste, a su vez, depende en parte de las adquisiciones anteriores.

Durante su desarrollo, y antes de toda enseñanza sistemática de las ciencias, el niño ya posee sus propias ideas acerca de diferentes conceptos y fenómenos; es decir una estructura cognoscitiva pre-existente.

Piaget y sus colaboradores han mostrado que el niño tiene sus propias leyes para explicar los fenómenos físicos.

Por todos estos motivos nos parece esencial, desde el punto de vista didáctico, conocer, antes de iniciar toda enseñanza sistemática, las ideas previas de los alumnos y la manera de cómo éste utiliza las nociones en juego. Estas ideas previas las llamaremos a lo largo de todo este trabajo «conocimientos pre-adquiridos».

El dominio científico abordado concierne a las nociones de calor y temperatura.

Una encuesta realizada entre los profesores de Ciencias Físicas mostró la preocupación de éstos frente a la enseñanza de dichas nociones. Otra encuesta, realizada entre los estudiantes del último año del bachillerato científico permitió conocer las dificultades que aún presentan para distinguir ambas nociones.

Las dificultades manifestadas por los profesores y por los alumnos, así como la introducción de las nociones calor y temperatura en los nuevos programas franceses, en el primer año de la enseñanza secundaria nos condujeron a la investigación de estas nociones.

## 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

— Establecer los conocimientos pre-adquiridos, las representaciones de los educandos acerca de las nociones calor y temperatura y la manera como manipulan estas nociones.

— Conocer ideas falsas que podrían provocar un bloqueo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A partir de estos resultados y en una etapa posterior:

— Establecer los objetivos de la enseñanza de estas nociones, para cada edad.

— Definir la evaluación del proceso de enseñanza, una vez conocida la situación inicial en el momento de partida, y los objetivos establecidos.

Este estudio fue realizado sobre una amplia población

de alumnos uruguayos y franceses (1.255 educandos), lo que nos permitió considerar las siguientes variables:

- la edad (10 a 15 años)
- la lengua (español y francés)
- el medio socio-económico y cultural

Y en Uruguay, diferentes regiones.

## 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 3.1. Instrumentos utilizados

Partiendo de los resultados de un estudio previo realizado sobre las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de recolección de datos nos pareció conveniente utilizar paralelamente técnicas complementarias:

#### Técnicas utilizadas

— Cuestionarios escritos: se utilizaron dos tipos de cuestionarios llamados A y B.

— Cuestionario A comprende:

- preguntas 1, 2 y 3 formulación abierta
- preguntas 4 a 8 formulación cerrada

— Cuestionario B constituido por preguntas de formulación cerrada

— Entrevistas individuales (tipo clínico)

— Análisis de mensajes escritos

Antes de la puesta a punto de los instrumentos, definimos los puntos a estudiar, así como el vocabulario a utilizar. Con este fin propusimos un cuestionario preliminar a 147 niños y realizamos entrevistas a un grupo de niños de 10 - 11 años.

#### Cuestionario A

En una primera parte, una serie de preguntas abiertas introducen las palabras claves: calor, temperatura y fuente, con el fin de deducir ciertos datos concernientes al significado de estos términos para los alumnos. El educando formula sus respuestas con su propio vocabulario y sin que sea sometido a una influencia exterior. Estas preguntas tienen como objetivo específico establecer:

- las evocaciones espontáneas provocadas por los términos estudiados
- las asociaciones utilizadas por los alumnos para traducir su pensamiento
- las formas de expresión utilizadas por los alumnos.

En una segunda parte, presentamos situaciones experimentales a partir de las cuales, una pregunta es propuesta al educando con el fin de detectar:

- el nivel de utilización de las nociones de calor y temperatura
- el grado de desarrollo de la noción cualitativa y cuantitativa de calor y temperatura
- la presencia o ausencia de la noción intuitiva de propiedad extensiva o intensiva.

Cu

Pre  
bu  
no  
rre  
nar

Ent

A f  
gid  
tre  
ada  
mac

Cor  
cán  
rrol  
dur

Cor  
segi  
las

Aná  
Esta  
clase

Un t  
niño  
clase

3.2.

Cues  
recib  
lor y

a) e  
b) e

Cues  
11 a  
via s

Toma  
se, si  
tas. S  
tiona

Entre  
tuada  
entre

### Cuestionario B

Presenta situaciones experimentales, explicadas por dibujos y textos a fin de facilitar la comprensión. El alumno debe elegir entre varias respuestas, la que estima correcta. Estas preguntas tienen como objetivos determinar si existe en el alumno:

- una sola noción que responde al término calor y también al término temperatura
- dos nociones diferentes. En este caso buscamos si en el momento de la utilización, lo hacen correctamente o existe una confusión
- la noción intuitiva de la cantidad de calor como propiedad extensiva

### Entrevistas individuales

A fin de verificar y completar las informaciones recogidas mediante los cuestionarios escritos utilizamos entrevistas individuales. Esta técnica nos parece muy bien adaptada para motivar al alumno y obtener una información bastante completa.

Como dice Piaget: «Se trataba de sustituir al juego mecánico de preguntas uniformes y respuestas sin desarrollo, por una conversación tan libre como se pueda, durante la cual el niño se expresa».

Con las entrevistas individuales (tipo clínico) buscamos seguir el razonamiento del alumno, su pensamiento, y las estructuras de su lógica.

### Análisis de mensajes escritos

Esta técnica la utilizamos con los más pequeños, en una clase escolar de Montevideo.

Un tema de redacción: «El calor» fue presentado. Los niños redactaron su texto en el clima habitual de la clase.

### 3.2. Condiciones de utilización

Cuestionario A, fue propuesto a alumnos que no han recibido jamás una enseñanza sobre las nociones de calor y de temperatura:

- a) en Francia
- b) en Uruguay

- en español (niños de 10 a 15 años)
- en francés (niños de 11 a 12 años)

Cuestionario B fue realizado en Uruguay con niños de 11 a 15 años, que no hubieran recibido enseñanza previa sobre los conceptos en juego.

Tomamos siempre a los alumnos en situación de clase, sin previo aviso, a fin de no condicionar las respuestas. Se decían algunas palabras para introducir los cuestionarios y motivar a los encuestados.

Entrevistas individuales. Estas entrevistas fueron efectuadas en Montevideo con alumnos de 7 a 15 años. El entrevistador fue el mismo en todos los casos. Se dejó

a los encuestados expresarse libremente sin limitar ni influenciar su pensamiento, pero guiando el desarrollo de la entrevista con objeto de alcanzar los objetivos pre-establecidos. El protocolo y su presentación es, en principio, idéntico en todos los casos. Pero el entrevistador está pronto a adaptarse a las reacciones de cada uno. La finalidad de este trabajo no es obtener resultados en condiciones rigurosamente controladas, ni tampoco realizar un tratamiento estadístico en profundidad.

Las entrevistas fueron grabadas en su totalidad.

## 4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Cuestionarios escritos

La primera categoría de preguntas abiertas de tipo:

- «¿Qué es el calor para ti?»; — «¿Qué es la temperatura para ti?» nos permitieron conocer lo que estos términos evocan en los alumnos. A este tipo de preguntas los alumnos responden, utilizando una asociación. Las frases están constituidas en la mayoría de los casos, por una sola palabra-clave, lo que tiene una significación para nosotros. Hemos repertoriado las diferentes asociaciones y las reagrupamos en categorías.

#### 4.1.1. Calor

Para el vocablo calor aparecieron dos categorías dominantes cualquiera sea la región y la edad.

- Calor/Fuente: asociaciones del tipo:

a) «El calor es el sol» o «el fuego»; b) «Es lo que da el sol». Dentro de estas expresiones, encontramos dos tipos de respuestas:

- a) por un lado, las respuestas que expresan una identidad calor-fuente (es el sol). Esta identidad se encuentra sobre todo en los más jóvenes (10 - 11 años).
- b) por otro lado, expresiones formuladas por los educandos de 12 - 13 años muestran una noción de aporte de calor por la fuente. En estos casos existe una diferencia entre calor y fuente.

Aún podemos diferenciar otro tipo de respuestas, a menudo utilizadas por alumnos de 14 - 15 años, donde la fuente produce el calor. Resumiendo, dentro de esta categoría, las expresiones más encontradas son:

10 - 11 años: «Es el sol» o «el fuego»

12 - 13 años: «Es lo que da el sol»

14 - 15 años: «Es lo que producen los rayos del sol»

Notamos que estas respuestas nos muestran una evolución en el pensamiento de los niños y jóvenes.

- Calor/Estado: expresiones del tipo:

- «el calor es una temperatura elevada»; — «es cuando está caliente»

Dentro de este rubro establecimos una división en cinco sub-categorías:

- 1) Un fluido. En estas respuestas los alumnos dan al calor un soporte material definido. Se ve la asociación calor-vapor, calor-aire caliente. — «El calor para mí es vapor».
- 2) Algo caliente. En estas respuestas se da también al calor un soporte material pero no definido (algo, «alguna cosa»).
- 3) Opuesto al frío. En esta categoría, el calor se caracteriza por «sacar el frío», o «proteger» de él.
- 4) «Una temperatura elevada». Respuestas del tipo «es una temperatura elevada». Estas expresiones nos muestran que no hay una diferenciación entre calor y temperatura. Ellas encierran una idea de sensación.
- 5) Clima atmosférico. Encontramos aquí respuestas que hacen alusión directa al clima o al tiempo. Estas expresiones son cortas y la mayoría fueron encontradas en el medio rural. — «Es el tiempo».

Otras asociaciones fueron encontradas:

— Calor/Efectos:

Hay una serie de respuestas donde el calor es expresado mediante sus efectos fisiológicos. En los de menor edad, el calor es lo que provoca ciertos efectos sobre ellos mismos. Ejemplos:

— «Me hace fatigar»; — «Me hace transpirar».

Los de más edad 14 - 15 años, definen el calor mediante sus efectos físicos.

— «Hace transformar en líquido a un sólido».

— Calor/Energía:

En esta categoría reagrupamos todas las respuestas en las cuales aparece el término energía. — «Es una forma de energía».

Estudiamos estas categorías en función de las variables elegidas (edad, distintas regiones dentro del Uruguay, medio socio-económico los cuadros (1, 2 y 3) que resumen los resultados obtenidos. Dada la extensión de dicha presentación, no se dan los cuadros para cada región del Uruguay, sino para el conjunto de la población uruguaya.

CUADRO Nº 1

POBLACION URUGUAYA

Categoría \ Edad	Edad						Todas las edades
	10	11	12	13	14	15	
A FUENTE	21	25	19	19	14	9	19
B ESTADO	49	47	51	49	57	33	50
B <sub>1</sub> Fluido	12	9	8	4	7	2	7
B <sub>2</sub> Algo caliente	8	6	7	4	7	2	6
B <sub>3</sub> Opuesto al frío	1	0	0	4	2	4	2
B <sub>4</sub> Temp. elevada	33	28	36	37	41	25	34
B <sub>5</sub> Clima	0	4	0	0	0	0	1
C SUS EFECTOS	3	5	6	8	3	16	6
D VIDA	4	4	3	5	6	11	5
E ENERGIA	0	8	7	5	7	11	5
F NO COHERENTES	7	1	2	4	3	7	3
G NO CONTESTA	16	10	12	10	10	11	12
TOTAL %	100	100	100	100	100	100	100
Nº DE ALUMNOS	104	140	244	224	175	45	932

INVESTIGACION Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS

CUADRO 2 grupo 1 medio socio-económico desfavorecido grupo 2 " " " medio. 14 Años

MEDIO SOCIO-ECONOMICO CATEGORIAS	GRUPO 1	GRUPO 2
A FUENTE	17.	15.
B ESTADO	77.	67.
B <sub>1</sub> Fluído	22	5
B <sub>4</sub> Temperatura elevada	55	62
D VIDA	6.	0.
E ENERGIA	0.	9.
G SIN RESPUESTA	0.	9.
TOTAL %	100	100
Nº DE ALUMNOS	18	21

CUADRO 3

GRUPO A : Alumnos de la región parisina..  
GRUPO B : Alumnos uruguayos testados en francés en Montevideo..  
GRUPO C : Alumnos uruguayos testados en español en Montevideo..

CATEGORIAS \ GRUPO	A	B	C
A FUENTE	16.	8.	32.
B ESTADO	51.	73.	39.
B <sub>1</sub> Fluído	18	14	14
B <sub>2</sub> Alguna cosa del calor..	23	16	0
B <sub>3</sub> Puesto al frío	0	0	0
B <sub>4</sub> Temperatura elevada.	10	43	25
C SUS EFECTOS	7.	3.	0.
D VIDA	6.	0.	7.
E ENERGIA	0.	0.	22.
F NO COHERENTE	0.	5.	0.
G SIN RESPUESTA	20.	11.	0.
TOTAL %	100	100	100
Nº DE ALUMNOS	147	37	28

Los resultados del CUADRO 3 no nos permiten deducir ninguna observación acerca de la influencia de la lengua.

4.1.2. Temperatura

El estudio sobre lo que significa el vocablo temperatura en los alumnos, fue hecho de la misma manera que el de calor.

- a) las que se limitan a un aspecto puramente cualitativo, ejemplo:  
— «La temperatura, para mi es el calor»  
Debemos remarcar que la mayoría de los alumnos que utilizan la palabra calor para definir temperatura, se sirven del término temperatura para definir calor.
- b) las que expresan una idea de cantidad o de medida:  
— «la cantidad de calor»  
— «la medida del calor»

En conjunto, temperatura aportó un número más restringido de categorías de respuestas que el término calor, pero con un porcentaje más elevado de ausencia de respuestas. Esto puede explicarse por el hecho que en el lenguaje corriente, el término temperatura está más cerca de su significado científico, y de aquí resulta que el alumno está más limitado en su respuesta.

No obstante, entendemos que el niño tiene desde una temprana edad una noción intuitiva de la temperatura, más exactamente del estado térmico de un objeto, y él clasifica y distingue los diferentes estados térmicos por sus sensaciones.

El cuadro 4 expone los porcentajes para cada categoría, calculados en relación al conjunto de la población uruguaya de una edad determinada.

Otro fenómeno importante que debemos destacar es la evolución de las respuestas de las categorías A y B en función de la edad. A medida que se avanza en edad, las respuestas cualitativas (categoría A) decrecen claramente mientras que las respuestas cuantitativas (categoría B) aumentan.

4.1.3. Calor y temperatura

Luego de este estudio, nos propusimos evaluar qué grado de conocimiento posee el alumno a nivel de los conceptos. Para esto realizamos un análisis comparativo de diferentes preguntas.

CUADRO Nº 4  
POBLACION URUGUAYA.

Categoría \ Edad	Edad					
	10	11	12	13	14	15
A CUALITATIVA	55	54	46	35	33	20
B CUANTITATIVA	16	23	36	52	58	73
B <sub>1</sub> "Cantidad "	6	6	9	11	12	16
B <sub>2</sub> "Medida del calor"	8	13	20	27	24	25
B <sub>3</sub> "Grados "	2	3	6	10	13	16
B <sub>4</sub> "Alusión al termómetro "	0	1	1	4	9	16
C NO COHERENTES	4	2	3	3	1	2
D AUSENCIA DE RESP	25	21	15	10	8	5

TOTAL %	100	100	100	100	100	100	100
Nº DE ALUMNOS	104	140	244	224	175	45	932

Retuvimos tres categorías, que constituyen casos límites:

— Categoría A: calor y temperatura no son diferenciadas. En estos alumnos hay sólo una noción, la de calor o de temperatura (queda por determinar en este caso cuál de las dos el alumno percibe). No obstante, él utiliza en su lenguaje para designar su noción uno u otro término.

— Categoría B: calor y temperatura corresponden a dos nociones intuitivamente distintas, pero que el alumno confunde en la práctica.

— Categoría C: calor y temperatura corresponden a dos nociones distintas y correctamente utilizadas, aunque el empleo del término calor no corresponda al concepto físico.

En un deseo de simplificar, resumimos en tres casos, teniendo en cuenta nuestro objetivo principal que es desembocar sobre situaciones de aprendizaje.

Más allá del lenguaje, y del sentido que el alumno pueda atribuirle a uno y otro término, buscamos de situar

a los alumnos, con la menor ambigüedad posible, dentro de uno de los tres grupos A, B o C, definidos anteriormente. Para esto presentamos situaciones experimentales. En muchos casos, ha sido muy difícil de discernir con precisión, si existe una no diferenciación o una confusión de estas dos nociones. El examen de los resultados nos conduce a las observaciones siguientes:

1) Un porcentaje elevado de alumnos percibe una sola noción, la de temperatura. Ellos utilizan la palabra calor o temperatura para expresar la misma idea. No obstante, calor es aplicado solamente y sin ambigüedad a temperatura elevada.

2) El porcentaje que concibe la existencia de dos nociones pero confundidas, crece con la edad (hacia los 13 - 14 años en todas las regiones).

Hacia los 13 - 14 años, la noción única calor-temperatura comienza a separarse. El alumno siente, entonces, la existencia de dos «cosas» diferentes, pero dado que no puede definir el calor (en su significado científico), en la práctica aún confunde ambas nociones.

3) El porcentaje de educandos que utiliza dos nociones diferentes es muy bajo (para cualquier edad y región).

#### 4.1.4. Utilización de la noción temperatura

El estudio de los conocimientos pre-adquiridos acerca de la temperatura fue continuado para precisar en qué medida ésta es considerada, por los alumnos, como una propiedad extensiva o intensiva. Para esto, situaciones simples de mezclas de cantidades de agua a diferentes

temperaturas fueron presentadas. Definimos tres categorías principales:

Categoría A: Temperatura — propiedad extensiva a nivel de números

Categoría B: Temperatura — propiedad extensiva a nivel de números y de cantidad de materia

Categoría C: Temperatura — propiedad intensiva.

El examen de los resultados nos conduce a las siguientes observaciones:

1) En general (para cualquier edad y región), un porcentaje elevado de alumnos percibe la temperatura como una propiedad extensiva a nivel de números y de cantidad de materia. El hecho de adicionar o dividir cantidades de agua, la conduce a la adición o división de los valores numéricos de temperatura.

Al considerar la frecuencia de respuesta con la edad, se constata un mayor acierto a los 10 - 11 años, que a los 12 años, luego la utilización correcta de la noción aumenta para las edades superiores. Este fenómeno de regresión a nivel de la utilización correcta de propiedades intensivas por parte de los alumnos fue observado ya, Strauss constató una caída en los aciertos para una edad determinada, en respuestas a preguntas que ponían en juego propiedades intensivas (curva de porcentaje de resultados correctos en función de la edad es una curva en U).

Según el autor, estas curvas corresponden a una sucesión de competencias en tres fases:

- una fase global, no analítica y no cuantificadora
- una fase analítica, parcialmente cuantificadora
- una fase totalmente cuantificadora, en donde el alumno razona coordinando los elementos.

En síntesis, las respuestas responden a dos sistemas de razonamiento, uno cualitativo, que viene de la intuición y el otro cuantitativo, que resulta de la aplicación de un sistema formal de cálculo. Las interpretaciones de los resultados nos conducen a formular las mismas hipótesis y confirman las ya avanzadas por Strauss.

#### 4.2. Entrevistas individuales

El análisis realizado a partir de los cuestionarios escritos fue completado por el análisis de las entrevistas.

La comparación de los resultados obtenidos, a partir de ambas técnicas nos conducen a las consideraciones siguientes:

- 1) El alumno utiliza en sus respuestas orales o escritas las mismas expresiones.
- 2) En las entrevistas no aparecen asociaciones, pero el alumno desarrolla más sus ideas; se expresa utilizando varias asociaciones que son clasificadas, por lo general, en categorías vecinas.
- 3) Varios puntos ya observados a partir de los cues-

tionarios, reaparecen en las entrevistas pero mejor expresados. Por ejemplo: el alumno relaciona «caliente» a una sensación, un cuerpo caliente contiene calor. La asociación caliente-calor es muy frecuente.

- 4) El alumno designa con el vocablo frío la sensación contraria y un cuerpo frío contiene frío. Entendemos que la noción de temperatura concebida por los alumnos comporta otras entidades, de las cuales la temperatura no está diferenciada: el calor, el frío...
- 5) La mayoría de los alumnos conciben tanto el calor como el frío como algo material.
- 6) Las entrevistas nos han permitido ver con mayor claridad que la temperatura es manipulada como propiedad extensiva.
- 7) Durante la entrevista, abordamos la transferencia de calor por contacto (situaciones no presentadas en los cuestionarios). El alumno no percibe fácilmente una transferencia, a menudo el pasaje es del menos caliente al más caliente, «es el frío que pasa». Esta transferencia es concebida mediante un soporte material.

## 5. CONCLUSIONES

En conclusión a nuestro estudio sobre los pre-adquiridos, se desprende que:

- generalmente el *calor* es asociado a una fuente o a un estado
- el alumno utiliza ya sea el término calor o temperatura para designar un estado caliente

- el vocablo calor tiene, para los alumnos un sentido restrictivo; designa la temperatura de algo caliente
- los alumnos establecen una escala de temperatura en función de sus sensaciones

Pero para ellos la temperatura contiene también una noción de cantidad de calor o de frío, la temperatura les indica la cantidad de frío o de calor que contiene un objeto. Aunque no utilicen siempre la palabra «cantidad», es, no obstante, la idea expresada.

Resumiendo, la temperatura designa para los educandos un estado pero también encierra una idea de cantidad.

Estas observaciones nos muestran que las nociones de calor y de temperatura no están disociadas. En algunos casos, presentan pequeños matices diferentes. No obstante quedan ambiguas, cualquiera sea la edad del educando; lo que nos lleva a pensar que las nociones no son diferencias.

Solo el proceso de enseñanza-aprendizaje permite la adquisición de ambas nociones.

A partir de nuestro estudio sobre los pre-adquiridos, nos propusimos analizar las condiciones de aprendizaje susceptibles de favorecer el pasaje de estas nociones intuitivas hacia los conceptos científicos, teniendo en cuenta los límites propios del estado de desarrollo psicológico de los educandos.

Estos resultados nos permitieron de establecer y retener, para una acción de enseñanza-aprendizaje, un cierto número de objetivos nocionales y metodológicos, que deben favorecer la adquisición y la comprensión de los conceptos de calor y de temperatura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

PIAGET, J.P. y INHELDER, B., 1978, *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*, (Delachaux).  
 STRAUSS, S., *Educational Implications of U-Shaped Behavioral Growth. A position paper for the Ford Foundation*, (Tel Aviv, University, School of Education).  
 Apoyo bibliográfico para la realización de la investigación  
 BARDIN, L., 1977, *L'analyse de contenu*, (PUF París).  
 DUMAS CARRE, A., 1980, *Un réseau d'analyse pour des énoncés d'exercices de physique*, (BUP pp. 951-960).  
 GUESNE, E., TIBERGHIE, A. y DELACOTE, G., 1978, *Méthodes et résultats concernant l'analyse des conceptions des élèves dans différents domaines de la physique - Deux*

exemples: les notions de chaleur et lumière, *Revue Française de Pédagogie*, Tomo 45, pp. 25-52.  
 HAYMAN, J., 1969, *Research in education*, (Charles E. Merrill Books, Inc. Columbus, Ohio, U.S.A.).  
 INHELDER, B. y PIAGET, J., 1965, *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent* (PUF, París).  
 JEARSAIN, D. ANDREANI, J. y otros, 1978, *Initiation à l'étude de la température et de la chaleur en classe de cinquième*. (BUP - mayo 1978, pp. 1013-1035).  
 LEON, A., 1977, *Manuel de psychopédagogie*, (PUF, París).  
 REUCHLIN, M., 1977, *Psychologie*, (PUF, París).  
 TIBERGHIE, A., 1979, *Cognitive Development Researches in Science and Mathematics* (Proceeding of an International Seminar, the University of Leeds).