



# LOS MECANISMOS FUNCIONALES, UN ENFOQUE DIDÁCTICO.

**JESÚS MANUEL CRUZ CISNEROS.**

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

[jmcruz@unam.mx](mailto:jmcruz@unam.mx)

**FERNANDO FLORES C.**

CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

[fernando.flores@ccadet.unam.mx](mailto:fernando.flores@ccadet.unam.mx),

## RESUMEN

Este trabajo propone un estudio cognitivo para determinar la construcción de ideas previas por medio de los mecanismos funcionales sobre la estructura de la materia, de estudiantes de bachillerato y licenciatura en Física. Los mecanismos funcionales son elementos de relación que los sujetos construyen en contextos específicos para describir situaciones fenomenológicas que dan origen entre otros aspectos conceptuales a las ideas previas. En el trabajo se identifican los mecanismos funcionales que los estudiantes utilizan para fundamentar sus representaciones. La metodología se basa en entrevistas a profundidad sobre situaciones experimentales a veinte estudiantes de bachillerato y licenciatura sobre el tema de estructura de la materia. Los resultados muestran las relaciones entre los mecanismos utilizados por los estudiantes y las ideas previas que construyen con lo que aportan elementos para explicar el origen y estructura de las ideas previas.

**Palabras clave:** Representaciones mentales, ideas previas, enseñanza de la física, enfoque educativo, cambio conceptual.

## INTRODUCCIÓN

Las ideas previas se han estudiado ya por muchos años y fundamentalmente se ha encontrado que son representaciones estables de ciertos procesos físicos. Sin embargo, poco se ha analizado de cómo se construyen y cómo es que son estables, es decir difíciles de modificar por la acción escolar (Flores y Gallegos, 1993). Una propuesta sobre uno de los elementos que participan en esa construcción y que ayudan a explicar su estabilidad es la construcción de mecanismos de acción o funcionales que de





acuerdo al contexto específico los sujetos retoman de su experiencia directa para llegar a construir esas ideas estables.

Los mecanismos funcionales son el elemento central sobre el que se basan las explicaciones de las representaciones implícitas, ya que son los que constituyen la base de una interpretación coherente de un proceso. La coherencia puede ser local siempre y cuando los sujetos encuentren suficiencia y satisfacción en la interpretación de acuerdo con su propia representación. Cuando esto ocurre, los mecanismos funcionales utilizados pueden estar relacionados con los primitivos fenomenológicos propuestos por diSessa (1993; 1998). Los mecanismos provienen de situaciones funcionales (de donde toman el nombre) que la experiencia ha dado a los sujetos, estas situaciones están, generalmente, asociadas a las acciones que los sujetos llevan cotidianamente a cabo como aplicación de fuerzas que derivan en: choques, empujones, deformaciones, jalones etcétera; de las observaciones de cambios en la materia como el color, tamaño, o el estado entre otras; o bien como las propiedades eléctricas y magnéticas. De esta manera los mecanismos funcionales cumplen con su cometido de funcionalidad, lo que significa que la representación construida por los sujetos tenga la posibilidad de describir o de explicar un fenómeno que posee cierta estructura funcional garantizando así que su representación tenga coherencia. (Flores et al. 2007)

Los mecanismos funcionales permiten dar cuenta que las construcciones representacionales de los sujetos pueden ser diferentes dependiendo de los contextos en que se presenten. Es así que cuando un sujeto construye una representación de un proceso determina los mecanismos que la componen, pero si hay un cambio que el sujeto percibe como importante, el sujeto tiende a cambiar los mecanismos para construir la representación.

Es de esperarse también que diferentes estudiantes puedan elaborar distintas representaciones para una misma situación física ya que cada uno de ellos será sensible a su propia percepción del fenómeno en estudio y determinará sus propios mecanismos basados en su experiencia. Los mecanismos que utiliza a cada estudiante para cada contexto sólo tienen la función de hacer coherentes las representaciones implícitas determinadas por un conjunto disponible de mecanismos posibles.

El objetivo de este trabajo es determinar a partir de las explicaciones y razonamientos de los estudiantes sobre procesos físicos que ocurren en torno a la estructura de la materia qué mecanismos funcionales desarrollan los alumnos y su implicación en la construcción de ideas previas.





## **METODOLOGÍA**

La metodología se basa en la entrevista de veinte estudiantes ocho de bachillerato y doce de licenciatura, sobre la estructura de la materia, para ello los estudiantes desarrollaron experimentos sencillos: la disolución de cloruro de sodio en agua; una mezcla de permanganato de potasio y cloruro de sodio; comprimir y descomprimir un gas (aire) con un jeringa; el calentamiento de agua hasta llegar al punto de ebullición; la disolución de una gota de tinta en agua.

Primero se cuestionó al estudiante de manera que inicie con una predicción. Después se cuestiona sobre los conceptos que usa en su explicación. En un segundo momento se desarrolla el experimento y en esta situación se pide que explique lo que está observando y si es congruente con lo predicho. Finalmente se le pregunta sobre el resultado del fenómeno y de nueva cuenta si coincide con la predicción hecha. En todo momento se cuestiona al estudiante sobre las ideas empleadas por él mismo para explicar el fenómeno de manera que se pueda establecer alguna explicación de los que sucede. Con esta información, se procedió a identificar las ideas previas de los alumnos sobre la estructura de la materia y establecer una clasificación de ellas. Después de establecer secuencias de los conceptos que se utiliza el estudiante, se procedió a determinar relaciones con los mecanismos funcionales. Tanto las ideas previas como los mecanismos funcionales fueron consensuados con dos especialistas en el área de física y enseñanza de la física.

## **RESULTADOS**

En el proceso de la obtención de las ideas previas de los estudiantes. En primer lugar se procedió a identificar las ideas previas que son las representaciones generales que los estudiantes construyen por ejemplo, que en una disolución la sal forma parte del agua, se convierte en líquido que, como se ejemplifica más adelante con la descripción de dos casos.

En un segundo momento se procede a descubrir cuáles son los mecanismos que utiliza para construir sus ideas previas. Estos mecanismos son siempre las acciones entre los componentes del proceso.

### **Ejemplos**

#### **Caso 1**





Alumno de bachillerato que cursa el 6° semestre en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades en el turno matutino.

Experimento Cambio de fase: Fusión del hielo.

Para explicar es que el hielo se funde el alumno lo explica diciendo que éste desaparece. El entrevistador pregunta ¿Por qué crees que el hielo desaparezca? A lo que el alumno aclara que “Pues no es desaparecer, pero lo que es la formación de las moléculas que se están quietas y que pues hace que estén en estado sólido (Idea Previa) pues a la larga pasarán al estado líquido, por la temperatura ambiente, porque las moléculas se van a mover más”. Se advierte cómo el alumno utiliza un mecanismo relacionado con el movimiento de las partículas y que en consecuencia ese agente externo, es decir, la diferencia de temperatura ambiente provoca que las moléculas se muevan; es claro que utiliza el mecanismo funcional referido a que las moléculas se mueven para poder explicar que en un líquido las moléculas se mueven más que en un sólido. Afirma también que, si las moléculas de un líquido se mueven, entonces en un sólido están quietas; lo que corresponde a su idea previa.

El mecanismo utilizado funciona como un vínculo entre posibles primitivos fenomenológicos y las ideas previas. Con ello da sentido a su explicación. Los mecanismos funcionales se convierten entonces en los enlaces necesarios.

En la siguiente tabla 1 se presenta parte de la entrevista en la que se puede observar cómo el alumno utiliza un mecanismo funcional para sustentar su idea previa.

Como puede verse, puede seguirse un razonamiento. “Las partículas en el hielo están quietas” para poder explicar que pasan a otro estado, el mecanismo necesario es que “las partículas se mueven” para que las partículas se muevan, se requiere de un agente externo, este agente puede ser “el calor”, la “obtención” o “donación de energía”, etc.

## **Caso 2**

Alumna de la Escuela Nacional Preparatoria, Plantel 6.

Cursa: 6ª de bachillerato, área 1 (Físico matemáticas), Turno vespertino.

Experimento: Disolución de la sal en agua

En la entrevista a una estudiante de bachillerato sobre lo que sucedería al agregar cloruro de sodio al agua; la estudiante asegura que el cloruro de sodio se va a mezclar y el agua adquirirá el sabor salado. El investigador le pregunta lo que entiende por mezclar, a lo que la estudiante responde que si





se toma el agua como solvente y a la sal como soluto, este se va a agregar al agua, y al cabo de un tiempo ya no va a ser sal común, sino una sustancia, agua salada. Al respecto se le pregunta sobre qué le va a pasar al soluto. La estudiante responde que sus componentes van a pasar a ser parte del agua.

Más adelante en la entrevista la estudiante afirma que la sal se integrara al agua, es decir una de las sustancias, la sal conforma la parte activa de la reacción con el agua, mientras que el agua tiene un rol más pasivo. Esto podría relacionarse con la noción de la 'experiencia gestalt de causa', porque para explicar los cambios se identifica un agente activo, uno pasivo, y un instrumento, éste podría considerarse como el contacto entre las dos sustancias. Así no es que se requiera, en su representación, un agente externo sino que basta con el contacto entre las sustancias. En este caso, la concepción de la estudiante corresponde a un primitivo fenomenológico; "existe un único componente activo". (P4). La idea previa se puede entonces expresar como: "Cuando la sal (cloruro de sodio) se junta con el agua, la sal pasará a ser parte del agua"

De las explicaciones de la estudiante durante la entrevista, también se deduce que hay la idea de que se forman nuevas partículas, que tienen nuevas propiedades o bien que una de las propiedades de una de las sustancias, la sal, en este caso el sabor, pasa a la otra molécula, o sea al agua, en tal situación hay dos mecanismos explicativos involucrados, uno referente a que las partículas se unen (M5), y otro que tiene que ver con que se forman nuevas partículas (M4): En forma esquemática, La idea previa "Cuando la sal (cloruro de sodio) se junta con el agua, la sal pasará a ser parte del agua" se generalizar como cuando una sustancia se disuelve en otra,  $M5 \rightarrow M4 \rightarrow P4$

Más adelante en la entrevista, la estudiante lleva a cabo la disolución del sal en agua y observa con cuidado lo que sucede, se da cuenta que "desaparecen los granos de sal", a lo que el entrevistador le pregunta ¿qué está sucediendo?, la estudiante responde que "Tal vez una pasó de sólido a líquido por que se une con el agua, así, pasó de sólido tal vez a líquido por que se mezcló con el agua", lo que pudiera corresponder a que en la disolución la sal adquiere una propiedad del agua, es decir se convierte en líquido, lo que confirma la idea previa P4. En la tabla 2 se muestran las claves de los mecanismos.

[Tabla 2]

Es de notar que una idea previa puede estar presente en muchos otros estudiantes, pero los mecanismos pueden cambiar, en función de los agentes externos o de otra idea como procesos antropomórficos y/o finalistas.





En la siguiente tabla 3 se muestran las principales ideas previas encontradas y que se explican con los mecanismos referidos.

[Tabla 3]

## CONCLUSIONES

En forma más general, saber los mecanismos que los estudiantes utilizan para dar explicaciones a los fenómenos, es tener elementos nuevos para entender cómo los estudiantes construyen sus representaciones. En consecuencia, si somos capaces de saber cómo los estudiantes elaboran sus ideas previas, por lo menos una aproximación a ello, sería posible desarrollar estrategias con mayor posibilidad de éxito para que los estudiantes lleguen a concepciones más cercanas a las científicamente aceptadas. No basta basarse en las representaciones, es necesario tomar en cuenta en los procesos didácticos los mecanismos funcional. De esta manera no sólo se intenta llevar al estudiante a un conflicto cognitivo sobre sus propias ideas, sino que se acercará al individuo a reconsiderar la forma en que construye sus concepciones, y si esto se alcanza es de esperarse que revise, modifique, reformule o cambie sus concepciones. Cruz, C, Jesús M. (2012).

## TABLAS

Tabla 1. Ideas previas y mecanismos identificados en una entrevista.

<b>Cambio de Estado: Fusión del hielo</b>	<b>Ideas previas</b>	<b>Mecanismos explicativos</b>
1. <b>E.</b> ¿Qué ves ahí? 2. <b>A:</b> Lo que veo es agua con un recipiente de hielo flotando, bueno con la boca hacia abajo, conforme se fue derritiendo el hielo fue aumentando el aire que tienen adentro, bueno es que lo que se ve es que fue		[Desde el inicio, cuando se puso el hielo, se realiza la prueba]





desplazando el agua, antes tenía un espacio más pequeño de aire.		
3. <b>E:</b> ¿Qué va a pasar con este trozo de hielo? 4. <b>A:</b> Más que nada lo que creo es que se vaya integrando al agua y a final de cuentas desaparezca.		
5. <b>E:</b> ¿Por qué crees que vaya a desaparecer? 6. <b>A:</b> Pues no es desaparecer, pero lo que <u>es la formación de las moléculas que se están quietas y que pues hace que estén en estado sólido pues a la larga pasaran al estado líquido, por la temperatura ambiente, porque las moléculas se van a mover más.</u>	[IP: Las moléculas en estado sólido están quietas]	Las partículas se mueven.
7. <b>E:</b> Has expresado ideas muy curiosas, ¿qué entiendes por moléculas? 8. <b>A:</b> Moléculas son las partes que comprenden a un compuesto o a un elemento, están formados de cadenas de átomos.		

Tabla 2. Claves de los principales mecanismos funcionales.

Clave	Mecanismos funcionales encontrados
M1	Acciones mecánicas de las partículas
M2	Cambio en los espacios entre partículas





M3	Las partículas se unen
M4	Las partículas se mueven
M5	Las partículas son compatibles

Tabla 3. Principales ideas previas

	Ideas previas
1	"Las moléculas tienen color"
2	<i>Las moléculas de un sólido no se mueven"</i>
3	El agua guarda energía
4	La energía como fluido (las moléculas se empapan de energía) además antropomorfismo (Entonces a las moléculas les gusta estar más lejos)
5	Las moléculas absorben energía del calor
6	La temperatura es una forma de medir el calor
7	La temperatura como medida del calor y calor como el movimiento de las moléculas.
8	Una sustancia tienen más moléculas porque tiene más características como el olor o cosas así
9	El calor se puede absorber.
10	La temperatura es la medida del calor.
11	<u>Las partículas del chile debían ser de piquitos porque pican, como erizos, no importa que no sean de chile</u> <i>Las moléculas tienen propiedades macroscópicas.</i>
12	La temperatura es la medida del calor.
13	Las moléculas del agua adquiere el color de las moléculas del permanganato. La idea previa es que las moléculas tienen color.







14	<u>"Las moléculas de agua no tiene color, bueno las podría percibir como una esfera tal vez hueca entonces está perceptible a tomar otro tipo de propiedades".</u>
15	La sal adquiere las propiedades del agua.
16	Los átomos (las moléculas) del hielo están más cerca que en el agua líquida.
17	Entre las moléculas hay una masa X que hace que el agua sea más pesada, bueno más masiva

## REFERENCIAS

Cruz, C, Jesús M. (2012) Mecanismos funcionales: Una propuesta didáctica. Tesis de Maestría en Física Educativa, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.

diSessa, A. (1993), Toward an epistemology of Physics. Cognition and instruction.

diSessa, A. (1998), What changes in conceptual change?, International Journal of Science Education.

Flores F. y L. Gallegos, (1993), "Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia", Perfiles Educativos, núm. 62, octubre-diciembre,.

Flores. F. et al Representación y cambio conceptual en estudiantes de ciencias. Reporte de Investigación. 2007.

