



I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

## DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA HOY

Formar sujetos competentes para un mundo en permanente transformación

*Comunicaciones Orales - Grupo 11*

*Uso de modelos para la Investigación y la enseñanza de las ciencias desde diferentes perspectivas y acepciones, y algunos temas transversales.*

## **DIMENSIONES EMERGENTES DE LA MODELIZACIÓN EN UNA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR DE 3ERO DE ESO**

**Paz Vilma**

Universidad Autónoma De Barcelona

**Márquez Bargalló Concepción**

Universidad Autónoma De Barcelona

**Adúriz Bravo Agustín**

Universidad De Buenos Aires

### **RESUMEN**

La investigación que se presenta tiene como objetivo analizar las dimensiones de la actividad científica escolar que aparece en los textos elaborados por un grupo de estudiantes en relación a un trabajo práctico titulado: ¿Los alimentos tienen agua?.

Para ello, se analizan las producciones del alumnado y se elaboraron mapas conceptuales. El análisis ha permitido identificar los hechos del mundo, pruebas y argumentos y los hechos científicos escolares que los alumnos activan en relación a la función de nutrición del modelo ser vivo.

El estudio se realizó con el alumnado de 14 y 15 años de un instituto secundario de Barcelona(España).

**Palabras claves:** Actividad científica escolar, hecho científico escolar, hecho del mundo, argumento, modelo ser vivo.

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to analyze the scholar scientific activity manifested in the texts made by a student group and related with homework entitled: the foods have water?.

The productions of the students are analyzed and the conceptual maps are built. This study allowed the identification of the world facts, evidences and arguments that the students have activated in relation with the nutrition function of the model.

This study was carried out with students of 14 and 15 years old in a secondary educational institution of Barcelona (Spain).

## **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo se enmarca en una tesis doctoral, de Vilma A. Paz en la Universidad Autónoma de Barcelona dirigida por la Dra: Concepción Márquez Bargalló y el Dr:Agústin Adúriz Bravo.

La actividad científica escolar (ACE) que se analiza en este estudio tiene relación con dos temas: la metodología científica y con la función de nutrición del modelo ser vivo.

El trabajo práctico propuesto consiste en la elaboración de un problema científico escolar y su resolución. Este estudio se basa en el estudio de un nutriente: agua. Y su presencia en la materia viva. La profesora utiliza el trabajo práctico con la finalidad de que el alumnado conozca la actividad de los científicos a partir de la propia actividad científica escolar. En este caso, que construyan una experiencia y puedan desarrollarla.

La pregunta problema debe ser elaborada por el alumnado y genera toda una actividad vinculada a la construcción de la experiencia, dónde los escolares tienen que elaborar una pregunta problema, observaciones, una hipótesis, un diseño del experimento. Durante todo el proceso se escriben las ideas que se discuten en clase. Por lo cual se considera la relación con los criterios siguientes: construcción del hecho científico escolar, construcción del experimento científico escolar,

construcción del hecho del mundo, base teórica de la intervención del experimento científico escolar, entre otros.

El método científico: observar, formular hipótesis, argumentar, es necesario para la construcción del hecho científico siempre y cuando se disponga previamente del modelo adecuado. La profesora construye un hecho científico escolar a partir de un hecho del mundo. Y elabora las explicaciones acerca de lo que es un problema científico escolar. Y enseña a los escolares a resolverlo.

Por lo tanto, se considera que con la consigna vinculada a la elaboración de la pregunta problema; sin respuestas en el libro de texto sino a partir de lo que ellos saben; la profesora, facilita que el alumnado construya una representación del problema científico escolar. Este problema está asociado a la función de nutrición del modelo ser vivo, es un problema científico escolar construido por el alumno/a. Por lo tanto, él mismo, el alumno debe hacerlo propio y dar una solución.

Es relevante mencionar que, consideramos, desde un punto de vista teórico la clase de ciencias como una actividad científica escolar (ACE) entendiendo a la misma como una actividad de modelización que desarrolla en los estudiantes la principal competencia de pensamiento científico: pensar sobre los fenómenos con una finalidad, y con los modelos y los lenguajes adecuados para apropiarse de ella.

#### **LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO SON:**

Interpretar, a partir de los criterios propuestos, los elementos emergentes de la modelización: hecho del mundo, hecho científico escolar, base teórica de la intervención del experimento, pruebas y argumentos.

#### **MARCO TEÓRICO:**

*... la labor del profesorado de ciencias debe hacer aparecer la ciencia como algo inteligible en sí mismo, por su relación sustantiva con el mundo real, y no algo impuesto desde afuera. El elemento en común entre la ciencia erudita y la ciencia escolar es el proceso de dar sentido al mundo mediante modelos teóricos.*

*Adúriz Bravo*

Uno de los objetivos principales de la educación científica es enseñar a pensar teóricamente. Esto es, a través de modelos sobre el mundo, esto nos lleva a preguntarnos cómo sería la ciencia escolar desde el punto de vista cognitivo. La

concepción basada en modelos nos da una respuesta general: lo más importante de las teorías científicas escolares no es su representación formal, por lo tanto, el objetivo central de la ciencia escolar no puede ser aprender esa representación. La concepción basada en modelos mantiene que las teorías científicas tienen como función principal permitir la comprensión del mundo, si esta función no es satisfecha, las teorías tienen poco valor en la educación científica. Esta concepción también nos muestra que los hechos del mundo deben ser reconstruidos en el seno de los modelos teóricos para tener verdadero sentido tanto en la ciencia erudita como en la ciencia escolar (Izquierdo, 1994<sup>a</sup>; Duschl, 1997, 2000 en Adúriz Bravo tesis doctoral)

En las clases de ciencia, los conceptos científicos abstractos definidos mediante lenguajes ricos (terminología especializada, habla, gestos, imágenes, tablas, ecuaciones, gráficos, maquetas, analogías) (Márquez et al. 2006) nos permiten comunicar determinadas intervenciones transformadoras sobre el mundo, acerca de las cuales pensamos con modelos ejemplares. Modelos, intervenciones y lenguajes están guiados por finalidades y profundamente cargados de valores; esas finalidades y esos valores pueden ajustarse a los de la ciencia de los científicos, pero también han de ser re-diseñados dentro de la propia educación científica según un imperativo de ciencia de calidad para todos y todas. En la educación científica, entonces, sería necesario que exista una integración del lenguaje, con modelos, pero también con los hechos. (Paz et al. 2008).

Los hechos científicos son construcciones humanas. Cualquier acontecimiento que pasa en el mundo no es automáticamente un hecho científico: en nuestra opinión, lo arribaría a ser si cumpliera algunas condiciones:

1- quién lo está considerando ha de disponer mentalmente de algún modelo pertinente que previamente se ha podido elaborar dentro de la comunidad y que ahora le sirve para construir una representación satisfactoria del contexto de actuación, con sus “reglas de juego”.

2- ese modelo utilizado sirve para comprender lo que está pasando y para actuar eficazmente en función de algún objetivo delineado con claridad, y

3- al vincular hecho con modelo se utilizan lenguajes abstractos que “dan sentido” y que son, a la vez, rigurosos y comunicativos. Es en este sentido que hablamos de la construcción del hecho científico (Izquierdo-Aymerich, 2000). En las clases, los modelos, sin esta conexión explícita con los hechos, pueden transformarse en simples sistemas formales desconectados de cualquier realidad significativa. (Paz,

oport.cit). Por lo tanto, se considera que lo que es realmente significativo en la enseñanza de ciencias es poder pensar sobre ciertos hechos clave reconstruidos teóricamente para dar sentido a los fenómenos del mundo que nos rodea.

### **LA METODOLOGÍA**

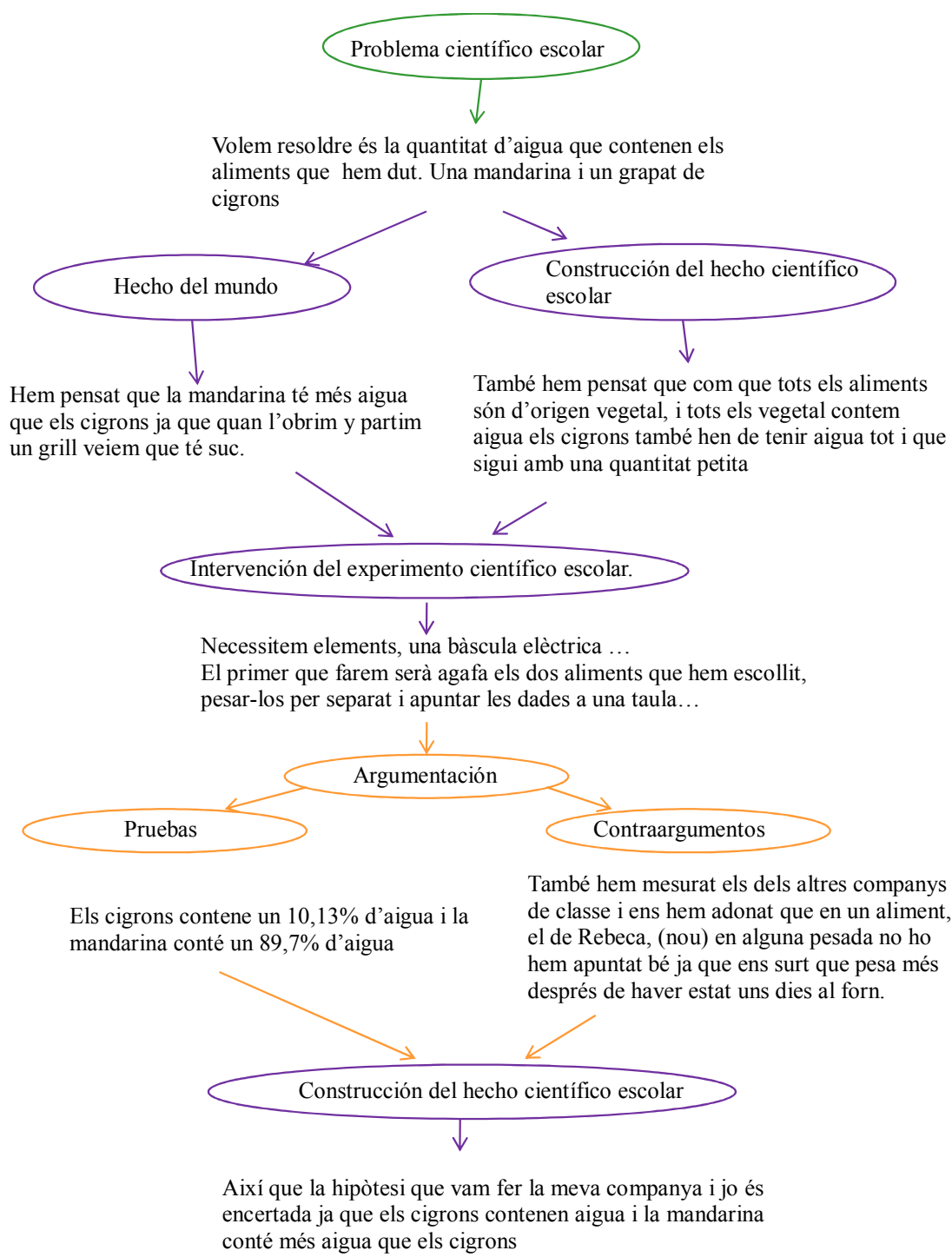
La muestra de datos se generó en una intervención didáctica “mixta”(hecha por la profesora y la investigadora) que se realizó durante los meses de diciembre de 2005 y enero-febrero de 2006 en un Instituto de Educación Secundaria(IES) público de Barcelona(España).

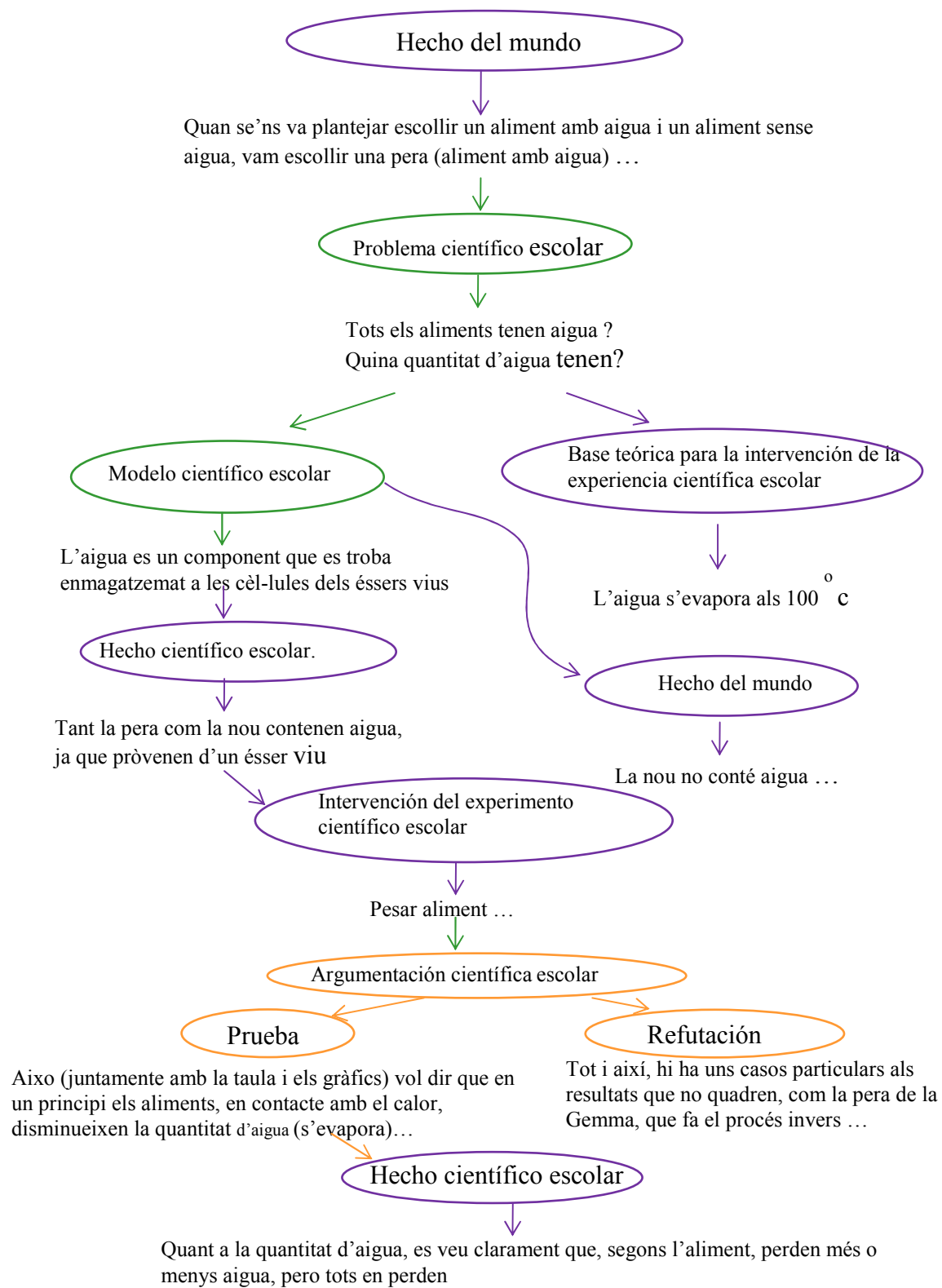
La metodología general es de tipo cualitativo, con base en una muestra reducida de sujetos.

La metodología utilizada consistió en el análisis de los trabajos prácticos elaborados por el alumnado. A partir del estudio de los textos se generaron criterios. Estos criterios fueron la base para la construcción de los mapas conceptuales. Además se elaboró un mapa experto que facilitó la el análisis interpretativo.

### **RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Análisis de los mapas





Observación: el orden de los esquemas de los mapas se corresponde con el orden de los mapas en resultados.

## RESULTADOS

### Mapa 1

En el mapa 1 el problema científico escolar hace referencia a la cantidad de agua de los alimentos y nombra en el problema los dos alimentos: una mandarina y un puñado de garbanzos.

Este grupo construye un hecho del mundo: *“la mandarina té més aigua....quan l’obrim y partim....veim que té suc”*. Y también construye el hecho científico escolar: *“també hem pensat que com tot els aliments són d’origen vegetal, y tots els vegetal contenen aigua els cigrons també...”*

En referencia a la intervención del experimento científico escolar, el grupo nombra los materiales que se utilizarán en el experimento y los pasos de ejecución de la tarea:

*“El primer que farem será agafa els dos aliments que hem escollit, pesar-los...”*

Para posteriormente, a partir del análisis de los resultados, elaborar una argumentación científica escolar con pruebas y contraargumentos.

En el argumento científico escolar se presenta como prueba la siguiente proposición:

*“Els cigrons contenen un 10, 13 % d’aigua i la mandarina conté un 89, 7% d’aigua”.*

Siendo que el contraargumento: *“...i ens hem adonat que en un aliment, el de Rebeca, (nou) en alguna pesada no ho hem apunt bé ja que ens surt que pesa més ...”*

Se considera que el grupo realiza la construcción del hecho científico escolar porque escribe la siguiente proposición:

*“Així que la hipòtesis que vam fer la meva companya i jo és encertada ja que els cigrons contenen aigua..”*

### Mapa 2

En el mapa 2 el grupo elabora una pregunta problema diferente: el grupo se pregunta si los alimentos tienen agua y no nombra los alimentos. Luego escribe una



proposición acerca del modelo científico escolar: “Les cèl·lules estan constituïdes per aigua” .

También se denominó base teórica para la intervención de la experiencia científica escolar a la siguiente proposición enunciada por el grupo: “L’ aigua s’evapora a 100° C”.

Se enuncia la hipótesis: “ Si posem un aliment en un ambient de 100° C o més, l’aigua se evaporarà (si enté) . I per tant al pesar-ho haurà disminuït el seu pes”

Se construye la intervención del experimento científico escolar cuando el grupo escribe los pasos de la ejecución: “*Pesar l’aliment.*

*Posar-lo al forn a 100° C...*”

Se reconoce la construcción del hecho científico escolar en la siguiente frase: “ *Tots els aliments portats contenen aigua. Hi ha aliments que encara no han perdut tota l’aigua...*”

Nuevamente se observa una nueva intervención del experimento científico escolar:

“ *Al mesurar el que pesem els aliments hi ha agùn dia que el pés no és el correcta*”l.

El grupo finaliza su informe con un hecho científico escolar: “ *Tots aquets aliments tenen aigua*”.

### **Mapa 3**

En el mapa 3 el grupo inicia su informe construyendo un hecho del mundo: “*Quan se’ns va plantejar escollir un aliment amb aigua i un aliment sense aigua vam escollir una pera (aliment amb aigua) i una nou (aliment sense aigua)*

Luego el grupo plantea el problema científico escolar: “*Tots els aliments tenen aigua? Quina quantitat d’aigua tenen?*”

En el informe presentado escriben en el sector que el grupo denominó: llistat de coses que sabem sobre aquest tema lo que se considera el modelo científico escolar: “ *L’ aigua es un component que es troba enmagatzemat a les cèl·lules del éssers vius*”. En el mismo sector del informe se identifico la base teórica para la intervención de la experiencia científica escolar: *L’ aigua s’evapora als 100° C.*

También en este informe se reconoció un hecho del mundo: *La nou no conté aigua.*

Así como también se observó que el grupo realiza la construcción de un hecho científico escolar: “ *Tant la pera com la nou contenen aigua, ja que pròvenen d’un ésser viu (vegetal)*”

Además se presenta la intervención del experimento científico escolar: “ *Pesar aliment...*” Y se mencionan los pasos de la ejecución.

En la última parte del informe construyen una argumentación científica escolar. En la misma se identifican pruebas como contraargumentos.

La prueba se expresa en la siguiente definición: “ *Aixo (juntament amb la taula ..)vol dir que en un principi els aliments, en contacte amb la calor, disminueixen la quantitat d'aigua (s'evapora).....I finalment, quan es tornen a escalfar , perden tota l'aigua que els queda*”.

y lo que se considera un contraargumento es cuando el grupo expresa lo siguiente:

*Tot i així , hi ha uns casos particulars als resultats que no quadren, com la pera de la Gemma, que fa el procés inverso.....Probablement han estat errors que s'han comés per falta de precisió en algun pas de l'experiment.*

Nuevamente se observó la construcción del hecho científico escolar cuando el grupo escribe: *Quant a la quantitat d'aigua, es veu clarament que, segons l'aliment, perden més o menys aigua, pero tots en perden.*

### **DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS DE LOS MAPAS:**

Se realizó la elaboración de un mapa experto. De acuerdo al mismo se debería presentar en una primera parte de la ACE los hechos del mundo. Luego se plantearía el problema científico escolar. Este problema estaría fundamentado, su base teórica, en el modelo científico escolar que se está estudiando.

La construcción del hecho científico escolar se puede concretar a través de la intervención del experimento científico escolar. Siempre que tenga una fuerte vinculación al modelo científico escolar en juego en la clase de ciencias.

El mapa 1 y el mapa 3 presentan el problema científico escolar y un hecho del mundo. Cuando presentan el problema construyen la pregunta problema incluyendo a los alimentos que llevaron al laboratorio. En cambio el mapa 2 no menciona los alimentos que han llevado para el estudio. Es decir, que no presentan el hecho del mundo.

Con respecto a la construcción de la función de nutrición del modelo ser vivo. Se puede afirmar que el mapa 1 no presenta la función de nutrición del modelo ser vivo. A diferencia de los mapas 2 y 3. La diferencia en ambos mapas radica en que el mapa 2 sólo hace referencia a las células sin vincular con otros conceptos del

modelo ser vivo. Y el mapa 3 cuando presenta el modelo lo relaciona con diferentes conceptos entidades situados en diferentes escalas: agua, célula, organismo, vegetal.

Con respecto a la construcción del hecho científico escolar. Se puede afirmar que todos hacen la construcción del hecho científico escolar. Sin embargo, lo que varía fundamentalmente es la visión escalar de la función de nutrición del modelo ser vivo. Esto se puede explicar del siguiente modo:

En el mapa 1 se observa que el alumno construye el hecho científico escolar: *“també hem pensat que com tot els aliments són d’origen vegetal, y tots els vegetal contenen aigua els cigrons també...”*

En el mapa 2: *Tots els aliments portats contenen aigua. Hi ha aliments que encara no han perdut tota l’aigua...”*

Y finalmente en el mapa 3: *“ Tant la pera com la nou contenen aigua, ja que pròvenen d’un ésser viu (vegetal)”*

Lo único que diferencia a los hechos científicos analizados es lo que se refiere a la visión escalar: en el mapa 2 no hay cambio de escala. Pero creo que si podemos hablar de cambio de escala en los mapas 2 y 3. Ya que en las proposiciones 2 y 3 se habla de un nivel organismo (pera, cigrons) y de un nivel superior que es el vegetal,

Todos construyen la intervención del experimento científico escolar. Es decir que todos escriben en el informe los pasos de la ejecución del experimento.

En dos mapas: 2 y 3 se observó la base teórica para la intervención. Constituye un elemento que si bien no forma parte del modelo teórico ser vivo. Sirve para intervenir en la experiencia.

La argumentación científica escolar la presentan dos de los tres mapas analizados:

Los mapas 1 y 3 construyen en la última parte del informe argumentaciones basadas en el análisis de los cuadros. Ambas argumentaciones presentan pruebas y contraargumentos. El mapa 2 no presenta la argumentación científica escolar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Adúriz Bravo, A(2001).Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. Tesis doctoral. Bellaterra.UAB

Izquierdo-Aymerich, M (2000) "Fundamentos epistemológicos". En Perales, F J y Cañal, P (comps). Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias, pp 35-64. Alcoy Marfil.

Márquez, C, Izquierdo, M y Espinet, M (2006). Multimodal science teachers discourse in modelling the water cycle. Science Education, 90(2) 202-226.

Paz, V, Márquez, C y Adúriz-Bravo (2008). Análisis de una actividad científica escolar diseñada para enseñar que hacen los científicos y la función de nutrición del modelo ser vivo. Rev. latinoamericana de estudios educativos Vol. 4(2) 11-27.

**PAZ VILMA** UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

vilmaanaliapaz@hotmail.com

**MÁRQUEZ BARGALLÓ CONCEPCIÓN** UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

Conxita.Marquez@uab.es

**ADÚRIZ BRAVO AGUSTÍN** UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

adurizbravo@yahoo.com.ar