

“Los obstáculos epistemológicos de Bachelard y la enseñanza de la Química en Ciencias Agropecuarias”

Marcela Benito; Claudia Romero; Mariana Minchiotti; Laura Vargas y Ricardo Madoery
Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina

mabenito@agro.unc.edu.ar

cromero@agro.unc.edu.ar

minchio@agro.unc.edu.ar

cantarerolaura@hotmail.com

rmadoery@agro.unc.edu.ar

“Al volver sobre un pasado de errores, se encuentra la verdad en un verdadero estado de arrepentimiento intelectual” G. Bachelard

□

Resumen

La enseñanza y el aprendizaje de la Química en carreras universitarias en las que el objetivo no es formar técnicos o investigadores químicos, suelen ser problemáticos. Se observaron dificultades en alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica en la interpretación y aplicación del concepto *interacción molecular*, que forma parte de una trama conceptual de elevada complejidad epistemológica. A partir del mismo, es posible predecir las propiedades de compuestos químicos y manejar con fundamentos científicos los procesos biológicos. El objetivo en esta investigación fue: indagar desde una perspectiva constructivista los obstáculos epistemológicos y didácticos que se presentan en el aprendizaje del concepto involucrado. Se aplicó como metodología cualitativa, el estudio de casos, utilizando como instrumento entrevistas en profundidad. La investigación de los obstáculos epistemológicos y didácticos permitió profundizar en la problemática del aprendizaje de la noción *interacción molecular*.

A partir de ello se elaboró una estrategia didáctica basada en la construcción y reconstrucción de problemas derivados de una situación real. En este marco, el docente actúa guiando al alumno en un proceso de metacognición, que implica reflexionar en profundidad sobre los procesos de construcción del conocimiento.

Palabras claves

Interacción molecular - Obstáculos epistemológicos - Enseñanza - Aprendizaje - Química - Propiedades - Entrevista en profundidad - Método clínico

□

Summary

The teaching-learning process of Chemistry in university courses where the objective is not to form chemical technicians or chemical researchers, could be problematic. Students from Agronomic Engineering showed difficulties in the comprehension of the *molecular interaction* concept, which conforms a conceptual framework of high epistemology complexity. From this key concept, it is possible to predict chemical properties and to scientifically manage the biological processes. The objective of this work was to investigate from a constructivistic perspective, the current epistemology and didactic obstacles from the learning of *molecular interaction* concept. It was applied a qualitative methodology: the case study, by using in depth interviews having a clinic character. The investigation of epistemology and didactic obstacles allowed us to go deep into the *molecular interaction* comprehension problematic and to propose a didactic strategy based in the construction and reconstruction of problems derived from a real situation. In this context, the teacher acts guiding the students, in a metacognitive process, that involves a profound reflection about the knowledge construction process.

Key words:

Molecular interaction – Epistemology obstacles - Teaching - Learning – Chemistry – Properties – In depth interview – Clinical method

Introducción

□

Este trabajo de investigación interdisciplinario se ocupa de una problemática mayor relacionada con la dificultad para enseñar Química en carreras universitarias en las que el objetivo no es, formar técnicos o investigadores químicos. En este contexto, se observaron dificultades en los alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica para el manejo de conceptos básicos de la Química. Uno de ellos, *efectos electrónicos en las moléculas*, se consideró esencial para el tratamiento de la relación

estructura-propiedades

y fue seleccionado por su influencia decisiva en la predicción de las propiedades de los compuestos químicos. La comprensión de la relación

estructura-propiedades

le permite al alumno de Ciencias Agropecuarias manejar con fundamentos científicos los procesos biológicos involucrados en los sistemas productivos e intervenir en ellos.

El trabajo con la trama conceptual de la noción *efectos electrónicos en las moléculas* puso de manifiesto su complejidad epistemológica. Así, a partir del conocimiento y estudio de la estructura molecular es posible analizar los efectos electrónicos presentes y en qué medida los desplazamientos de nubes electrónicas dan lugar a dichos efectos (Gould, 1967). Desde los conceptos de estructura y electronegatividad (Jensen, 1996) es posible avanzar hacia polaridad de enlace y luego considerando la geometría molecular definir polaridad molecular (Furió y Calatayud, 1996). El conocimiento sobre polaridad molecular permite avanzar sobre tipos de fuerzas de atracción, discusión íntimamente relacionada con el tratamiento de un concepto químico más amplio que es

interacción,

entendiendo por tal la influencia recíproca entre moléculas o entre grupos de una misma molécula (Frieden, 1975). Finalmente, el análisis de los efectos electrónicos y las interacciones moleculares permite la predicción de propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas de los compuestos químicos.

Se indagó respecto de los procesos constructivos de los alumnos y se determinaron algunas relaciones entre los obstáculos epistemológicos y la elaboración de las distintas conceptualizaciones de estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica. (Benito y col., 1999; Möller y col. 2000; Benito y col. 2000).

Como conclusión de esta primera etapa de investigación se pudo inferir que una noción como la investigada requiere para su aprendizaje profundo de: i) el despliegue de toda su complejidad epistemológica y ii) el tratamiento en un tiempo y un espacio propicios para la reflexión en continuidad.

A partir de los estudios enunciados, surgió que existen dificultades en la interpretación y aplicación del concepto *interacción molecular*. Dicho concepto estructurante, posee un especial significado para la bio-fisicoquímica, punto de confluencia de diversas disciplinas. La comprensión del mismo abre las puertas a la predicción de propiedades de los compuestos químicos resultando fundamental para intervenir en los sistemas productivos y manejar con fundamentos científicos los procesos biológicos involucrados. Por su significado fundamental para materias de Química de Ciencias Naturales, esta investigación adquiere una importancia relevante desde el punto de vista de la Didáctica de las Ciencias en la carrera de Ingeniería Agronómica.

Se comienza así, un segundo momento de investigación cuyos objetivos fueron: i) interpretar desde una visión constructivista, algunos procesos de aprendizaje de los alumnos de Ciencias Agropecuarias a través del análisis de sus conceptualizaciones con relación al concepto *interacción intermolecular* en el contexto de la relación estructura-propiedades, ii) analizar desde una concepción psicogenética, la relación entre los problemas epistemológicos que plantea aquella noción y las dificultades observadas en las explicaciones de los alumnos.

A partir de la reflexión en esta segunda etapa se pudo concluir que sería posible replantear las estrategias en la enseñanza de la Química. En una primera aproximación, puede identificarse como un gran desafío para la didáctica cómo resolver desde lo micro situaciones problemáticas planteadas en el nivel macro. En este sentido, “pensar sobre problemas epistemológicamente válidos desde la Química” puede constituirse en una estrategia para la enseñanza de conceptos complejos de la misma.

Este trabajo propone la profundización en el estudio de los conocimientos previos y de las estrategias intelectuales de los alumnos sobre problemas que involucran el tratamiento del concepto interacción molecular, cuya complejidad epistemológica ya fue planteada.

Las hipótesis que guiaron la investigación fueron:

i) Hipótesis epistemológica: los diferentes niveles de complejidad de la noción interacción molecular (macrocosmos y micro aparentemente contradictorios) requieren de la consideración de los obstáculos epistemológicos y didácticos.

ii) Hipótesis psicológica: la construcción de un saber complejo, como el de interacción molecular en la química, se ve facilitada cuando se tienen en cuenta las hipótesis propias de los alumnos (mesocosmos)

iii) Hipótesis didáctica: la enseñanza del concepto interacción molecular basada en situaciones problemáticas que contemplen su complejidad epistemológica y las hipótesis de los alumnos favorecen su aprendizaje.

El objetivo en esta investigación fue indagar desde una visión constructivista los principales obstáculos epistemológicos que los alumnos presentan en el aprendizaje de conceptos de la química; con el fin de generar posibles estrategias de enseñanza de la Química en Ciencias Agropecuarias.

Metodología aplicada en la investigación

La metodología utilizada en este trabajo es de tipo cualitativa (estudio de casos), ya que tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Se trata de obtener un entendimiento en profundidad del problema. Se caracteriza entre otras cosas porque es inductiva, tiene una perspectiva holística, esto es que considera el fenómeno como un todo. Se trata de estudios en pequeña escala que sólo se representan a sí mismos. Hace énfasis en la validez de las investigaciones a través de la proximidad a la realidad empírica que brinda esta metodología. Es principalmente un método de generación de teorías e hipótesis. La investigación es de naturaleza flexible y recursiva. Se realizó una indagación clínica, en base a una situación problemática, para lo cual se hizo un muestreo intencional con estudiantes de 2do año que no tuvieron relación alguna de evaluación pendiente con sus profesores y estudiantes de años avanzados de la carrera. Como instrumento metodológico se aplicaron entrevistas en profundidad, mediante el Método Clínico Crítico (Castorina y col. 1985) propio de la Psicología Genética.

En cuanto al tipo de procedimientos de registro de datos, se utilizaron "sistemas tecnológicos" (Evertson y Green, 1989).

La situación problemática planteada se seleccionó de la vida cotidiana y no académica, de manera de no condicionar al estudiante por haber sido abordada en instancias de formación previas. La misma consistió en el siguiente planteo:

¿Cómo preparas o condimentas la ensalada tradicional de lechuga, tomate y cebolla? (sal -

aceite - vinagre) ¿Por qué utilizas ese orden en los condimentos? ¿Has pensado que si cambias ese orden cambiaría el resultado? ¿Qué crees que pasaría si cambias el orden de los agregados?

Para el análisis de las entrevistas se realizó una interpretación cualitativa, sin categorías previas. La exploración crítica de las respuestas tiene como propósito comprender los modos de pensar de los alumnos frente a las problemáticas planteadas, identificando la movilidad y/o dificultades en sus razonamientos.

La técnica de análisis e interpretación de la información se realizó a través de la construcción de anticipaciones hipotéticas, elaboración de relaciones conceptuales, articulación de conocimiento práctico o del sentido común y científico; identificación de núcleos conversacionales generadores de conocimiento, articulación de lo observable con lo conceptual e identificación de categorías de análisis.

Para el análisis de las entrevistas se aplicaron las siguientes pautas:

- a) Identificación de conceptos utilizados y aplicación del saber escolar,
- b) Ejes conceptuales y Núcleos conceptuales,
- c) Hipótesis científicas,
- d) Relaciones macro-micro,
- e) Identificación de saltos cualitativos en la explicación,
- f) Hipótesis propias de los alumnos,
- g) Explicaciones atípicas, recurrentes y ambiguas,
- h) Contradicciones,
- i) Relación entre el conocimiento académico y el saber cotidiano,
- j) Nivel de profundidad alcanzado en el planteo del alumno: explicación profunda (Batígena) sería el caso en que el alumno llega hasta el nivel atómico-electrónico (llega a involucrar la estructura atómica para justificar su pensamiento acerca del problema); explicación no profunda (Descriptiva) y sin explicación,
- k) Detección de Obstáculos en la construcción conceptual por parte del alumno,
- l) Análisis global.

Resultados y discusión

La situación problemática planteada -referida a un conocimiento cotidiano- resultó adecuada en función de los objetivos de la investigación en la medida que, a través de la misma, el alumno puso en juego el saber académico en distintos niveles de profundidad. La temática abordada en la entrevista clínica implicó por parte del alumno, el despliegue del conocimiento

sobre interacciones moleculares, cuya explicación profunda requiere de la utilización del pensamiento abstracto y la representación mental de los desplazamientos electrónicos en las moléculas. Es decir, alcanzar el nivel atómico-molecular. Se pudo observar a través de dicho despliegue que en pocos casos se aplicó el saber escolar y que cuando se lo hizo fue con errores conceptuales. (Anexo1)

Sólo en un caso se apeló a hipótesis científicas, mientras la mayoría manejó hipótesis propias para dar explicaciones y fundamentar sus acciones.

Sólo en dos de los casos se establecieron relaciones macro-micro, el resto lo hizo con dificultades o no llegó a establecerlas.

En tres de los entrevistados se identificaron saltos cualitativos en el desarrollo de sus explicaciones que permitieron avanzar en el concepto interacción molecular, así como también pudieron establecer relaciones entre el conocimiento académico y el saber cotidiano.

Sólo en un caso se alcanzó la explicación profunda o batígena, permaneciendo la mayoría de los alumnos entrevistados en el plano descriptivo o sin explicación como en uno de los casos.

Los ejes conceptuales que se mencionaron en el desarrollo de las entrevistas fueron: fuerzas moleculares, polaridad e interacción.

En cuanto a las explicaciones atípicas pueden mencionarse el uso del concepto energía, ej.: “No sé no me acuerdo bien. O sea, cuando el agua no tiene más energía para darle o para aceptar moléculas de cloruro de sodio se forma una sobra...”; individualidad, ej: “Y que si yo aplico al último el vinagre, como que no pierde la individualidad, o sea lo ácido no se mezcla digamos, no se diluye con el aceite”; estabilidad propia de las moléculas, ej: “El aceite, las moléculas no son polares entonces no tienden a mezclarse con las del agua que si es polar y esto ocurre por la estabilidad propia de cada molécula”.

Como explicaciones recurrentes la utilización de los siguientes términos: combinar, mezclar, disolver, pH del suelo, y reaccionar.

Como explicaciones ambiguas: la utilización de los términos homogeneidad y heterogeneidad.

Entre los errores conceptuales detectados con mayor frecuencia se identificaron los siguientes:

-Confusión interacción – reacción: en este caso porque se piensa que siempre que se ponen en contacto dos sustancias tendrá lugar un cambio químico; cuando muchas veces pueden tener lugar interacciones por las cuales las moléculas se influyen entre sí pero no cambian de identidad).

-Uso del término “combinación” para referirse indistintamente a cambio químico (reacción química) o cambio físico (por ej. cuando se disuelve una sustancia con un solvente).

-Relación del prefijo “inter” en el término “intermolecular”, con “interior” (si se refiere al interior de la molécula, el término correcto es: “intramolecular”). “Intermolecular” se refiere a interacción entre moléculas.

-La disolución de compuestos iónicos (sales) implica la separación de iones. Se tiende a generalizar y creen que la disolución de una sustancia orgánica como el aceite implica una ruptura molecular. En la disolución de cloruro de sodio por ejemplo, las unidades (iones de cloro y sodio) no cambian de identidad, sólo se altera la organización de la materia.

-Se piensa que todo compuesto que se disuelve en agua es polar (muchas sales se disuelven muy bien en agua, pero no son polares).

En las explicaciones de los alumnos, se observaron diversos obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1985) como el empirismo inmediato, el obstáculo de generalidad, obstáculo animista, obstáculo pragmático, obstáculo verbal, obstáculo didáctico:

Empirismo inmediato. (se recurre a lo macro, lo visible para explicar lo micro -molecular-y donde la importancia asignada a lo visible o en general a lo sensorial, traba el avance hacia un pensamiento científico):

Ej. “Y a lo mejor las verduras quedan de otra forma no quedan así intactas como cuando las mezclas en el momento, no se arrugan, ni se achicharran, ni agarran gusto ácido, ni gusto a

nada, o sea gusto rico pero capaz que si la dejo un tiempo sí, por el aire”.

Obstáculo verbal. (se pretende explicar un fenómeno de mayor o menor complejidad mediante una sola palabra. Aquí se agrega la utilización incorrecta y a veces contradictoria de conceptos):

Ej: “Ehh... dos átomos para formar una molécula. O combinar dos sustancias, se no sé... combinar... y sí combinar una sustancia de alguna forma que una se solubilice en otra y queda combinada, en una unidad.

Ej. “El vinagre y el aceite no se combinan. Cuando cambia algo de la naturaleza de una molécula, se combina, algo así”.

Ej: “Y...? Que vaya a haber una reacción química. No. Un enlace? No sé si puede haber algún tipo de enlace, una reacción química?”

Obstáculo pragmático (la utilidad como explicación):

Ej: “Claro, o sea, mi objetivo de echarle la sal y después el aceite es que el aceite, por decirlo de alguna forma, como es líquido, me da la sensación que va a terminar de llegar a casi todas las partes de mi lechuga”. ...“y que en ese recorrido arrastra la sal”.

Obstáculo pragmático y Empirismo inmediato Ej: “el aceite sirve como sostén, es como que forma, es más estructural, más espeso, qué se yo, entonces como después que se combinaron esos dos los sostendría a los otros dos. Por eso se dice que los lípidos son sustancias de reserva, todo eso, porque son apolares y pueden mantenerse polares nadando...qué se yo”.

Obstáculo de generalidad (las reglas generales, que bloquean el razonamiento profundo)

Ej: “el agua y el aceite no se mezclan” y “si se disuelve en agua es polar”.

Ej: “Semejante disuelve a semejante”

Obstáculo de generalidad y Empirismo inmediato: “...el orden (sal y vinagre) lo pongo así por el tema de que los fluidos se van abajo”.

Obstáculo animista (se asigna un sentido vital a un determinado fenómeno aislado):

Ej: “el aceite me lo imagino como dos moléculas de aceite que se tienen muy fuertes una de la otra y una molécula de cristal... y el cloruro de sodio andaría dando vuelta”.

Obstáculo didáctico (modelos o representaciones utilizadas por el docente para simplificar y facilitar el conocimiento).

Ej.: Se propone enseñar enlace en las moléculas y enlace entre las moléculas. No utilizar unión o enlace puente hidrógeno sino interacción.

Conclusiones

A partir de la reflexión sobre los resultados alcanzados por la investigación, se plantean algunas estrategias didácticas que contemplan, desde la visión de Bachelard, la necesidad de la ruptura con el sentido común como primer obstáculo a eliminar. Esto implica no sólo pensar en lo que el alumno debe aprender, sino también qué y cómo debe desaprender lo que ya sabía.

Todo ello presupone trabajar los obstáculos para asimilar el conocimiento científico, comenzar con el conocimiento común pero además trabajar las representaciones para avanzar hacia el conocimiento científico construido. La identificación de los obstáculos epistemológicos y didácticos es un camino para abordar la noción interacción molecular en su complejidad y superar las dificultades en la comprensión de la relación macro-micro.

Ciertas condiciones de posibilidad para trabajar los obstáculos deberán tenerse en cuenta: descomponer en etapas el progreso conceptual del concepto, analizar la extensión y el polimorfismo del obstáculo y la distinción entre conceptos una vez que se ha comprendido y admitido el obstáculo.

A partir de ello se propone como estrategia de enseñanza:

- a) Planteo de una situación problemática real por parte del docente, que:
 - Resulte motivadora o un desafío para los alumnos.
 - Ponga en juego los núcleos principales de la trama conceptual.
 - Abarque el programa de la materia.

b) Construcción y reconstrucción de los problemas que se derivan de la situación real, por parte de los alumnos:

- Trabajo con los obstáculos epistemológicos: a partir de ideas previas y representaciones de los alumnos; descomposición de los progresos conceptuales en etapas, análisis del polimorfismo de los obstáculos y su reaparición en las diversas etapas del proceso.
- Proceso metacognitivo guiado por el docente.

Se parte de Bachelard que dice que “se conoce en contra de un conocimiento anterior” y que es necesario remover obstáculos epistemológicos “incrustados” como consecuencia de un conocimiento mal adquirido o adquirido en la vida cotidiana. Se trata de desprender la experiencia sensorial (que siempre arrastra obstáculos epistemológicos) del análisis abstracto profundo. La reconstrucción conceptual implica desde la teoría de Bachelard, un psicoanálisis del error y del conocimiento en general.

De esta manera el docente haría de guía en un proceso de metacognición, que supone la capacidad de reflexionar sobre los procesos de construcción del conocimiento.

Anexo 1

Entrevista a Ivana (17-04-07)

- El tema que te planteamos para la entrevista es algo de la vida cotidiana, ¿cómo prepararás vos una ensalada de lechuga y tomate, es decir con sus ingredientes, y distintas variantes? ¿Cómo la prepararás? Teniendo en cuenta el tema de los ingredientes sobretodo.

- De lechuga y tomate, no?
- Sí, de lechuga y tomate y los ingredientes...
- Condimentos.
- Para sazonar.
- Exacto, sí.
- Y bueno. Primero lavar bien la lechuga, el tomate y después empezar a cortar la lechuga no muy... yo trato de cortarla en realidad, en pedazos no tan chiquitos que no... yo le digo en realidad que se oxidan. No sé si se oxidan o no, pero la corto no tan chiquita. Y el tomate y después sal, aceite y si hay limón, limón y si no vinagre que es por lo general lo que hay.

Normalmente.

- En ese tema vos dijiste algo de los condimentos. Dijiste sal, aceite y vinagre. Lo ponés en ese orden siempre con algún sentido, porqué lo hacés?

- No.

- Primero sal, dijiste.

- Sí.

- Después el aceite.

- Sí.

- Después el vinagre. Nunca pensaste, nunca cambiaste...?

- No.

- Lo hacés así porque es tu costumbre.

- Sí. En algún momento, con otros.. capaz con otras comidas, sí pensaba en el orden de la sal y el aceite. Porque pensaba que se adhería más la sal, en realidad si ponía primero el aceite. Pero ya, quizás la ensalada porque es más común, lo hago así mecánicamente, no pienso. Pero en otras comidas, a lo mejor sí.

- Y por qué creés que es así o debe ser así?

- Mecánicamente?

- Sí.

- Porqué lo hago mecánicamente?. Yo porque lo hago así justo por esto, me parece. Nunca me planteé porqué no.

- Ese orden entonces. Dijiste esa secuencia: sal, después dijiste aceite y vinagre....

- Limón o vinagre.

- aceite y el limón o vinagre.

- y el... ahora pienso.. el limón o vinagre... porqué al último? Es porque es como que es, es menos cantidad, entonces....

- Ahá, es menos cantidad.

- Claro.

- Y qué pasa si le llegás a cambiar el orden? Vos le cambiarías el orden por ejemplo?

- Sí.

- Qué le pondrías? Cuál sería el orden?

- Si lo pienso para darle... El aceite, la sal y el vinagre.

- Primero el aceite.

- Sí.

- Un dato que teníamos que darles a todos por las dudas es que, me hiciste acordar, el vinagre es dilución de ácido acético al 3% en agua. Es para que lo tengas presente. A veces uno se acuerda y a veces no se acuerda de eso.

- Sí.

- No es cierto?

- Ajá.

- Limón. Vos ahora tenías idea de porqué limón, digamos, es un líquido ácido, el jugo de limón. Bueno eso te quería... Más allá de que sea ácido o no, era que es un medio acuoso.

- Claro. Son las diferencias con el aceite.

- Eso, me podrías explicar, por qué decís que hay diferencias con el aceite?

- Eh... porque yo creo que... el limón o el vinagre vienen con agua, Entonces, la... al no mezclarse es como si al vinagre lo agregamos al último queda... no sé.

- ¿Qué entendés vos por no mezclarse? Vos estás diciendo que el aceite y el vinagre no se

mezclan. Eso estarías diciendo. ¿Qué entendés?

- Claro.
- ¿Qué significa mezclarse para vos?
- Sí, ¿Cómo lo ves vos a eso? ¿O por qué no se mezclan?
- Y que si yo aplico al último el vinagre, como que no pierde, pierde la individualidad, o sea, lo ácido no se mezcla digamos, no se diluye con el aceite.
- ¿Por qué? Yo no sé nada de química, por eso te pregunto.
- Porque soluciones diferentes. El aceite y el....
- El vinagre.
- Claro.
- Claro, el vinagre habíamos dicho que era acuoso...
- Y el aceite...
- Y el aceite, aceitoso.
- No sabía cómo decirlo.
- Por qué decís "Ivana" que son soluciones, o explicame a mí, que yo no sé nada de química.
- Claro, ella es de la unidad pedagógica y yo soy del área de química.
- Uh, ahora para definirlo. Eh... y una solución es... no sería ... es ... hay diferentes mezclas. No sé si se puede definir como mezcla, o son dos sustancias que están... es una mezcla, la cual se ve una sola fase y una... homogénea. Me está faltando una palabra para definir lo que no es mezcla.
- La solución?.
- Disculpame, lo último que dijiste me lo perdí un poquito. Vos dijiste que la fase homogénea está referido a qué... cuando hablaste de....?
- La solución.
- La solución. Dijo que es una sola fase homogénea.
- Ah sí, me lo había perdido. Eso se daría en el caso que uno tiene aceite y agua? Esa situación?
- Solución? No.
- No se daría.
- Aceite, no. Agua y limón.
- Claro. El limón tiene que tener agua. Es una cosa parecida al vinagre.
- Semejante disuelve....
- Ajá. Ahí te acordaste de una regla general de la química.
- ¿Cuál?
- Semejante disuelve a semejante.
- Ah.
- Te acordás de lo que hablábamos de reglas generales, no? Eh... este y digamos, qué haría que eso medios acuosos no se relacionen bien con el aceite. Vos algo dijiste, no me acuerdo cómo fue?
- Sí. Las moléculas que conforman a cada...
- ¿Qué pasa con las moléculas?
- La polaridad de las moléculas.
- Polaridad de las moléculas. Y qué entenderías vos, cómo lo ves? Qué entenderías vos por polaridad?
- Eh... la polaridad es...
- Más como... No como una definición sino como....

- Ahh... que no tienden a reaccionar con las moléculas de la otra sustancia. El aceite, las moléculas no son polares entonces no tienden a mezclarse con las del agua que si es polar.
- Ajá. y eso por qué ocurre?
- Por la estabilidad propia de cada molécula.
- La estabilidad en cuanto a.... a que se mantiene, a ver cómo. Porque vos estás diciendo que los que son polares no se mezclan con los apolares.
- Sí.
- Y vos decís que no lo hacen por estabilidad propia.
- Claro.
- ¿En qué sentido? A qué le llamás estabilidad propia? A qué te referís con estabilidad?
- Por ej. una molécula es polar como el agua al tener una parte, una carga,... una carga, va a tender a unirse con otra que tenga la carga de signo contrario. En cambio, ahora estoy recordando....
- Ahora estás... estás volviendo para atrás no? Querés hacer algún esquemita? Estás volviendo al pasado.
- Si. Ehh... Bueno, no, yo me acuerdo, supongamos una molécula apolar.... No, no me complica más con esto. Ehh... una molécula apolar va a unirse con otras moléculas apolares a través de otras fuerzas diferentes que como se unen las moléculas polares.
- Se une con otras a través de fuerzas diferentes, dijiste?
- Sí.
- ¿Cuáles serían esas fuerzas diferentes?
- Por ej. las fuerzas de Van der Waals.
- Ahá.
- En los compuestos orgánicos.
- Diferentes a...las otras, que dijiste polares?
- Las del agua.
- Y las del agua, por ej., dijimos que... en un momento vos dijiste cargas.
- Sí.
- Vos dijiste: porque el agua tiene ciertas cargas, entonces eso hace que se una. Y esas cargas de dónde vienen, por qué tiene esas cargas la molécula?
- Por su estructura y porque está determinado por los electrones, hacia donde están más tiempo dentro de la molécula.
- Ah. Quiere decir que vos visualizás las cargas en la zona de los electrones?
- Sí.
- Y, cómo te la imaginás físicamente a la molécula, digamos que quiere decir, que tiene en partes cargas positivas y cargas negativas?
- Claro. Esto es así mire. Acá hay como una carga negativa, acá hay más positiva porque los electrones se concentran más por esta zona.
- Ajá. Se concentran más por ahí. Quiere decir que, tendría más tiempo los electrones por acá dijiste?
- Claro.
- Bien. Eso es lo que da lugar a las cargas? Entonces, supongamos, con otra molécula de agua, cómo trabaja la interacción?
- Y... mire.
- A través de las cargas distintas, no es cierto?
- Claro.

- Eso pasa con las de agua. Y acá que tenemos la cuestión de que está el aceite de por medio, qué pasa? Porque dijimos que hay aceite, hay vinagre y limón que son acuosos.
- Y el aceite, me parece que va a reaccionar con sus...
- A qué te referís con reaccionar?
- O va a juntarse, va a ... sí a juntarse.
- El aceite se va a juntar con...?
- Con las propias moléculas que forman el aceite.
- De aceite. A eso te referías vos antes cuando dijiste estabilidad?
- Claro.
- Ah, claro. Ella dijo antes si yo tengo el agua y tengo el aceite, entonces por sus propiedades, dice, están más estables, entonces están juntas.
- Sí.
- Ajá. Quiere decir que, volviendo al problema nuestro...
- Sí.
- Dijiste que primero ponías, no me acuerdo el orden, era sal, aceite y vinagre.
- Y si lo cambiaría, dejo, aceite, sal y vinagre.
- Ajá. Entonces, ese otro componente que no hemos tenido en cuenta que es la sal...
- Sí.
- Desde el punto de vista de la explicación, porque vas explicando muy bien esto, pero qué pasa con la sal? Porque hablamos del agua y del aceite, y la sal? Cómo juega?
- Y la sal se va... que es el cloruro de sodio, se diluirá con los medios más acuosos.
- Ah, y por qué te parece?
- Porque cloruro de sodio cuando... tiene cargas más..., tiene diferentes las cargas, entonces cuando actúe con una molécula de agua se va a disolver, uniéndose los negativos con los positivos. El cloruro con los positivos y el sodio con los negativos.
- Y por el lado del aceite? Con la sal?
- No. No la va a diluir.
- No la va a diluir. Entonces, mantendrías el mismo orden de sal, aceite y vinagre o aceite, sal y vinagre?
- Sí. Porque no va a cambiar si yo pongo primero el aceite que la sal, que la sal y el aceite.
- Ajá. Pero...?
- Ya la diluí con el vinagre. Con el vinagre....
- ¿Qué pasa?
- Si pongo primero el vinagre. Ah...., la sal y el vinagre, ahí se diluiría y después el aceite.
- ¿Y no quedaría mejor eso?
- Sí.
- (Risas).
- Así que la próxima ensalada ya podés cambiar el orden.
- Ya pienso más científicamente para preparar una ensalada.
- Bueno. Está, estaría entonces.

Bibliografía

- BACHELARD, Gastón (1985). La formación del espíritu científico. Contribución a un

psicoanálisis del conocimiento objetivo. México: Editorial Siglo Veintiuno.

- BENITO, M.; CADILE, S.; MADOERY, R.; MESTRALLET, M.; MÖLLER, M.A.; PEME-ARANEGA, C.; ROMERO, C. (1999) Elaboración de instrumentos cualitativos y cuantitativos en el abordaje de la construcción de la noción “Efectos electrónicos en las moléculas” en estudiantes de Agronomía. II Congreso Regional de Educadores en la Química. ADEQRA. Córdoba. Argentina.
- BENITO, M.; MADOERY, R.; PEME-ARANEGA, C.; MÖLLER, M.; ROMERO, C.; MESTRALLET, M. Y CADILE, S. (2000) Análisis de las relaciones conceptuales establecidas por alumnos de Ciencias Agropecuarias en el tratamiento de la noción “Efectos electrónicos en las moléculas”. II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales. Ciencia para todos. Calidad y Equidad. Córdoba. Argentina.
- CAMILLONI, A. R.W. de compiladora. (1997) Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza. España: Editorial Gedisa.
- CASTORINA, J., LENZI, A. y FERNÁNDEZ, S. (1985) “Alcances del Método de Exploración Crítica en Psicología Genética”. En: Psicología Genética, Editorial Miño y Dávila.
- EVERTSON, C., GREEN, J. (1989) “La observación como indagación y método”. En: Wittrock, M. La investigación en la enseñanza. II Métodos cualitativos y de observación. Barcelona: Editorial Paidós.
- FRIEDEN, E. (1975) Non-Covalent Interactions. Key to biological flexibility and specificity, J. Chem. Edu, 52, 754-761.
- FURIÓ, C. AND CALATAYUD. (1996) Difficulties with the Geometry and Polarity of Molecules: Beyond Misconceptions, J. Chem. Educ, 73, 36-41.
- GAGLIARDI, R. (1986) Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación, Enseñanza de las Ciencias, 4 [1], 30-35.
- GARCÍA, R. (1997) La epistemología genética y la ciencia contemporánea. México: Editorial Gedisa.
- GOULD, E. (1967) Mecanismos y Estructuras en Química Orgánica. Buenos Aires: Kapeluz.
- HENRIQUES, J. (1977) En: Piaget, J. “La explicación en las ciencias”, Barcelona: Editorial Martínez Roca.
- JENSEN, W. (1996) Electronegativity from Avogadro to Pauling. Origins of the Electronegativity Concep. J. Chem. Educ, 73, [1], 11-20.
- MÖLLER, M., MADOERY, R., PEME-ARANEGA, C., MESTRALLET, M.; ROMERO, C.; BENITO, M. Y CADILE, S. (2000) La noción “Efectos electrónicos en las moléculas”: un estudio cualitativo con alumnos de Ciencias Agropecuarias, II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales. Córdoba. Argentina
- NASH, J.; LIOTTA, L. AND BRAVACO, R. (2000) Measuring Conceptual Change in Organic Chemistry, J. Chem. Educ, 77, 333-337.
- PIAGET, J. (1977) La explicación en las ciencias. Barcelona: Editorial Martínez Roca.
- PIAGET, J. (1979) La epistemología y las ciencias del hombre. Tomo I. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- PIAGET, J. Y GARCÍA, R. (1991) Psicogénesis e historia de las ciencias. México: Editorial Siglo XXI.
- Proyecto de Investigación CONICOR, Director: Dr. Ricardo Madoery. (1999-2000) El aprendizaje de las nociones básicas de la Química en las Ciencias Agropecuarias: el caso de la construcción conceptual de la noción “Efectos electrónicos en las moléculas”;
- Proyecto de Investigación Agencia Córdoba Ciencia. Director: Dr. Ricardo Madoery.

(2001-2002) Estudio sobre la construcción conceptual de la relación estructura - propiedades en alumnos de Química de Ciencias Agropecuarias.

- Proyecto de Investigación PROIINDIT Directora Ing. Agr. Marcela Benito (2006-2008) El concepto de interacción molecular y la enseñanza de Química en Ciencias Agropecuarias.