

XVIII REQ



Reunión de educadores en la Química

Marcela Altamirano y Teresa Quintero
Compiladoras

Memorias

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
6, 7 y 8 de agosto de 2018
Campus Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto, Córdoba, Argentina

ISBN 978-987-688-268-2

e-book



UniRío
editores

XVIII Reunión de Educadores en la Química-XVIII REQ : memorias / Andrés Raviolo ... [et al.]; compilado por Marcela S. Altamirano ; Teresa del C. Quintero. - 1a ed. - Río Cuarto : UniRío Editora, 2018.
Libro digital, PDF - (Actas de congresos)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-688-268-2

1. Enseñanza. 2. Química. I. Raviolo , Andrés II. Altamirano, Marcela S. , comp. III. Quintero, Teresa del C. , comp.
CDD 540.7

2018 © UniRío editora. Universidad Nacional de Río Cuarto
Ruta Nacional 36 km 601 – (X5804) Río Cuarto – Argentina
Tel.: 54 (358) 467 6309 – Fax.: 54 (358) 468 0280
editorial@rec.unrc.edu.ar
www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/

ISBN 978-987-688-268-2
Primera Edición: *Agosto de 2018*



Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2.5 Argentina.

http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/deed.es_AR



Consejo Editorial

Facultad de Agronomía y Veterinaria
Prof. Laura Ugnia y Prof. Mercedes Ibañez

Facultad de Ciencias Económicas
Prof. Nancy Scattolini y Prof. Silvia Cabrera

Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales
Prof. Sandra Miskoski

Facultad de Ciencias Humanas
Prof. Gabriela Jure

Facultad de Ingeniería
Prof. Marcelo Alcoba

Biblioteca Central Juan Filloy
Bibl. Claudia Rodríguez y Prof. Mónica Torreta

Secretaría Académica
Prof. Ana Vogliotti y Prof. José Di Marco

Equipo Editorial

Secretaria Académica: *Ana Vogliotti*

Director: *José Di Marco*

Equipo: *José Luis Ammann, Daila Prado, Maximiliano Brito,
Ana Carolina Savino, Soledad Zanatta, Lara Oviedo y Daniel Ferniot.*

Contenido

Editorial	11
Palabras de Bienvenida	12
Presentación.....	15
Programa	16
Conferencias	17
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES: DESAFÍOS DEL SIGLO XXI	18
LA IMAGEN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	19
SISTEMAS ORGANIZADOS "INTELIGENTES". DESARROLLO DE NANOCIENCIA	20
QUÍMICA ESCOLAR PARA TODOS Y TODAS. REFLEXIONES DESDE LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA	22
LOS SISTEMAS EXTERNOS DE REPRESENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA	25
Talleres	26
COSMÉTICA NATURAL: PROPUESTAS PARA TRABAJAR EN EL LABORATORIO	27
EL ROL DE LOS JUEGOS EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA: USO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN	29
APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	31
EL LABORATORIO EN CURSOS DE QUÍMICA Y FÍSICA DE NIVEL MEDIO Y SUPERIOR: ¿PARA QUÉ Y CÓMO?	38
RAZONAMIENTOS Y REPRESENTACIONES EN EL TEMA CONCENTRACIÓN DE DISOLUCIONES	45
EXPERIENCIA DE ESCRITURA PARA EL PROFESORADO EN CIENCIAS NATURALES	47
QUÍMICA Y CTS: BREAKING BAD PARA REPENSAR LA ENSEÑANZA Y LA QUÍMICA	51
EN LA SECUNDARIA Y EN LA UNIVERSIDAD LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA ES UN DESAFÍO QUE DA POCAS SATISFACCIONES	53
QUIMICAFÉ... UN ENCUENTRO ENTRE LA QUÍMICA Y SU ENSEÑANZA. EL LABORATORIO DE CIENCIAS UN ESPACIO MOTIVADOR PARA ENSEÑAR Y APRENDER	60
¿QUÉ PODEMOS HACER CON LA LUZ?	63
HACER VISIBLE EL PENSAMIENTO EN LAS CLASES DE QUÍMICA: LAS RUTINAS DE PENSAMIENTO	68
APORTES PARA ABORDAR OBSTÁCULOS CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS NATURALES EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA ..	71

QUÍMICA Y CTS: LOS SIMPSONS PARA LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA	74
ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SIMPLES GRUPALES PARA EL AULA DE QUÍMICA	76
REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LA MATERIA REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LA MATERIA.....	79
UTILIZACIÓN DE TIC Y EXPERIENCIAS A MICROESCALA PARA EL ABORDAJE DEL TEMA DE LAS SOLUCIONES Y SUS PROPIEDADES	81
USO DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ..	84
EL USO DE SIMULADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA.....	85
Trabajos por Ejes Temáticos.....	87
Eje Temático 1: Investigación Educativa en Química	88
ANÁLISIS DEL ABORDAJE CTS SOBRE QUÍMICA Y ALIMENTACIÓN EN LOS LIBROS DE TEXTO DE INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA	89
NATURALEZA DE LA CIENCIA EN ESTUDIANTES DE LUGANO: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA	92
RAZONANDO CON MOLARIDAD	96
LA QUÍMICA COMO CIENCIA Y SU ENSEÑANZA-APRENDIZAJE SEGÚN ALUMNOS Y DOCENTES DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA (UMAZA)	101
IDENTIFICACIÓN DE DIFICULTADES EN LA ELABORACIÓN DE TEXTOS JUSTIFICATIVOS EN QUÍMICA ORGÁNICA	105
CARACTERIZACIÓN DEL ALUMNADO DE LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL: RELACIÓN CON SU DESEMPEÑO ACADÉMICO	110
LA ESCASA MATRÍCULA DE ALUMNOS EN CARRERAS DE QUÍMICA Y AFINES. CASO LOCAL, FACTORES Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	114
IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON ENFOQUE CTS EN LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO DURANTE LA ENSEÑANZA DE POLÍMEROS EN ESTUDIANTES DE ENSEÑANZA MEDIA.....	119
DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL DOCENTE UNIVERSITARIO EN CLASES PRÁCTICAS DE QUÍMICA	122
CONCEPCIONES ALTERNATIVAS ACERCA DEL TEMA SOLUCIONES	126
MATERIALES Y PROCESOS DE LECTURA DE TEXTOS DE QUÍMICA UNIVERSITARIA.....	129
ROL DE LAS REPRESENTACIONES DEL CONTENIDO (RECO) PARA EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC) EN EL TEMA REACCIONES REDOX.....	132
¿QUÉ REPRESENTACIONES USAN LOS/LAS ESTUDIANTES PARA EXPLICAR LUEGO DE UNA ENSEÑANZA CON REPRESENTACIONES MÚLTIPLES?	136
Eje Temático 2: Química, Tecnología, Sociedad y Ambiente (Nanotecnología, Química Sustentable, Salud, Otras).....	140

TRANSFORMACIONES EN Y DE BIOCOMBUSTIBLES. PROPUESTA EXPERIMENTAL CON ENFOQUE CTSA	141
IMPLEMENTACIÓN DE ESPECTROSCOPIA DERIVATIVA EN CURSOS AVANZADOS DE QUÍMICA ANALÍTICA	145
LA INVESTIGACIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS COLABORADORES DE CÁTEDRA, EN RELACIÓN A UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA EN CONTEXTO	148
Eje Temático 3: Estrategias Didácticas y Metodológicas para la Enseñanza de la Química en Diferentes Niveles Educativos (Universitario, Superior, Secundario, Primario)	152
LABORATORIO DE QUÍMICA EN EL AULA. DESARROLLO DE EXPERIENCIAS SENCILLAS QUE PERMITAN ACERCAR A LOS ALUMNOS A LA PARTE EXPERIMENTAL DE LA QUÍMICA	153
LA HISTORIA DE LA QUÍMICA COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA.....	156
LA HISTORIA DE LA QUÍMICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS TEORÍAS ÁCIDO-BASE	159
UNA PROPUESTA DE FORMACION CONTINUA EN QUIMICA DE DOCENTES DE NIVEL INICIAL	163
NUEVAS TECNOLOGÍAS QUE APORTAN AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN QUIMICA ORGANICA	168
DESAFIANDO AL INGRESANTE A INGENIERÍA: QUÉ, CÓMO Y PARA QUÉ ESCRIBIR EN QUÍMICA.....	174
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE AMARANTO COMO PROPUESTA DE UN TRABAJO PRÁCTICO DE QUÍMICA ORGÁNICA ENFOCADO POR COMPETENCIAS.....	178
IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA CON ALUMNOS QUE SE INICIAN EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA	182
INTEGRANDO TEMAS DE APLICACIÓN PARA LOGRAR UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE QUÍMICA EN INGENIERÍA: AGUA Y JABÓN	187
FOTÓLISIS DE HALOTIOFENOS EN N-HEPTANO.....	190
UTILIZACIÓN DE SOFTWARE DE MODELADO MOLECULAR EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS CICLOALCANOS EN LA ESCUELA SECUNDARIA	193
EL JUEGO COMO RECURSO DIDÁCTICO EN CURSOS MASIVOS	196
FOTOSÍNTESIS COMO TEMA TRANSVERSAL EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA GENERAL EN PRIMER AÑO	201
UNA PROPUESTA PARA EL ABORDAJE DE LA TEMÁTICA “REACCIONES QUÍMICAS EN LA VIDA COTIDIANA” EN EL ESPACIO CURRICULAR QUÍMICA DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA	204
CANTIDAD DE SUSTANCIA Y MOL: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA SU ABORDAJE EN EL NIVEL SECUNDARIO ORIENTADA AL INGRESO UNIVERSITARIO	208

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL CONTEXTO RURAL: DESPERTAR EL INTERÉS A PARTIR DE LO COTIDIANO	212
EL USO DE SIMULACIONES EN LA ESCUELA DE AYUDANTES DE QUÍMICA	215
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPACK EN LA UNIDAD DIDÁCTICA DE GASES EN CLASES DE QUÍMICA DE NIVEL UNIVERSITARIO	218
UNA ALTERNATIVA DE ENSEÑANZA DE ENLACE QUÍMICO Y GEOMETRÍA MOLECULAR	223
LA QUÍMICA DEL AZUFRE, ¿SOLO EN EL LABORATORIO?	227
APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA ORGÁNICA PARA MOTIVAR LA PARTICIPACIÓN DE LOS ALUMNOS EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJES	231
FITOCOSMÉTICA: PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO Y EXTENSIÓN A LA COMUNIDAD	235
LLUVIA ÁCIDA EN CONTEXTO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA CON ENFOQUE CTS	240
Eje Temático 4: Articulación entre la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química.....	245
ESCRIBIR FÓRMULAS QUÍMICAS, UN DESAFÍO PARA LOS ALUMNOS INGRESANTES	246
EL TALLER DE QUÍMICA COMO UN ESPACIO DE ARTICULACIÓN ENTRE NIVELES	252
EL ESTUDIANTE, ¿APRENDE FÓRMULAS QUÍMICAS Y NOMENCLATURA DE COMPUESTOS INORGÁNICOS EN EL CURSO DE NIVELACIÓN EN QUÍMICA?	256
“CARBONO ERES...”, UNA EXPERIENCIA DE ARTICULACIÓN UNIVERSIDAD - EDUCACIÓN SECUNDARIA	261
Eje Temático 5: Evaluación de los Aprendizajes en Química	265
SOBRE SOLUCIONES, pH Y SIMULACIONES	266
ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN EL APRENDIZAJE DE REACCIONES EN QUÍMICA ORGÁNICA.....	270
Eje Temático 6: Aprendizaje de la Química en Contextos No Formales.....	274
LA COCINA COMO CONTEXTO EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	275
Eje Temático 7: Historia y filosofía de la Química.....	278
HISTORIA DE LA QUÍMICA: LA QUÍMICA A FINES DEL SIGLO XVIII, APORTES TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES. SU USO DIDÁCTICO.....	279
GAY- LUSSAC: UNA MIRADA DIFERENTE DE SU VIDA.....	283
LAS RAÍCES DEL VOCABLO QUÍMICA.....	287
NOCIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA EN DOCENTES UNIVERSITARIOS DE QUÍMICA	291
Eje Temático 8: La formación de los profesores de química	296

ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS: UNA EXPERIENCIA DE REFLEXIÓN DE FUTUROS DOCENTES DE QUÍMICA	297
UNA EXPERIENCIA DE EVALUACIÓN DE LOS PRACTICANTES DE QUÍMICA DE LA FACEN DE LA UNCA.....	300
LA OBSERVACIÓN DE CLASES EN LA FORMACIÓN DOCENTE.....	303
PROFES DE QUÍMICA RE-ACTIVOS. EL LABORATORIO ESCOLAR UN ESPACIO SEGURO PARA ENSEÑAR Y APRENDER.....	307
HABILIDADES BÁSICAS DEL PENSAMIENTO EN INGRESANTES DE UN PROFESORADO EN QUÍMICA.....	312
EL ENTORNO VIRTUAL WIKI COMO ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN DOCENTE.....	316
ESCENARIOS DE FORMACIÓN PARA DOCENTES DE QUÍMICA: DIPLOMATURA SUPERIOR EN ENSEÑANZA DE LAS PRÁCTICAS EXPERIMENTALES EN CIENCIAS	319
LECTURAS ESTÉTICAS EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN CIENCIAS	323
UN APORTE A LA FORMACIÓN DOCENTE A TRAVÉS DE UN TALLER EXPERIMENTAL	326
LOS APORTES DE ENSEÑAR QUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD SOBRE EL PROPIO APRENDIZAJE DISCIPLINAR	330

¿QUÉ REPRESENTACIONES USAN LOS/LAS ESTUDIANTES PARA EXPLICAR LUEGO DE UNA ENSEÑANZA CON REPRESENTACIONES MÚLTIPLES?

Andrea S. Farré, Patricia Carabelli y Andrés Raviolo

Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina.

asfarré@unrn.edu.ar; pcarabelli@unrn.edu.ar; araviolo@unrn.edu.ar

Eje temático: Investigación educativa en Química

Presentamos una investigación en la que analizamos la forma en que estudiantes explican fenómenos que pueden ser redescritos desde el modelo cinético molecular, en un contexto evaluativo y luego de una enseñanza con representaciones múltiples. En la bibliografía, los estudios generalmente se han enfocado en las explicaciones verbales, dejando de lado el análisis de otro tipo de representaciones aunque esto ha empezado a cambiar en los últimos años. Inscriptos en esta línea, planteamos una actividad que implicaba dos situaciones de enunciación diferentes en las cuales se sugería la inclusión de imágenes. Para responder la primera de ellas, las respuestas de los/as estudiantes planteaban relaciones de causalidad pero no se utilizaron imágenes, mientras que para la segunda tarea se incluyeron imágenes que, coincidentemente con los antecedentes, representaban principalmente al nivel macroscópico. Sólo se emplearon representaciones visuales para representar el nivel microscópico a sugerencia del docente. Podemos concluir que no existe una tendencia a utilizar imágenes incluso cuando la enseñanza implica una profusión de las mismas. No obstante, el cambio de la situación de enunciación permite su uso sin que fuera obligado desde la consigna.

Palabras clave: Explicaciones, Modelo cinético molecular, Representaciones, Evaluación formativa.

Marco teórico

La explicación es una de las actividades más frecuentes en las clases de Química. Si bien es muy difundida no existe un consenso sobre cómo nombrarla ni sobre lo que abarca. Oliveira, Justi y Cardoso Mendonça (2015) han reportado el uso de términos tales como: *explicación*, *explicación científica* y *episodio explicativo*. En tanto su significado puede comprender desde una mera descripción, hasta una justificación, pasando por una relación de causalidad. No obstante, podríamos generalizar y decir que implica contar un fenómeno de una manera que otro lo entienda redescribiéndolo desde teorías o modelos consensuados (Izquierdo y Sanmartí, 2000).

En explicaciones realizadas por alumnos/as pueden existir distintos tipos de representaciones: verbales o no verbales (concretas, visuales, gestuales y simbólicas). En general las investigaciones se han enfocado en las representaciones verbales, aunque esto ha empezado a cambiar. En actividades de modelización de enlaces se ha observado que los/las estudiantes recurren mayormente a representaciones concretas (Oliveira, Justi y Cardoso Mendonça, 2015). En tanto, cuando se pide explicaciones sobre equilibrios físicos o químicos verbales o visuales, se ha evidenciado que las verbales destacan más los procesos y el movimiento, mientras que en las visuales se representa principalmente el nivel macroscópico y la discontinuidad de la materia (Akaygun y Jones, 2013). Una de las causas argüida para esta diferencia es que las representaciones visuales son herramientas cognitivas más eficientes cuando se representan aspectos concretos, mientras que verbalmente se puede comunicar mejor conceptos abstractos, difíciles de representar visualmente. Bobek y Tversky (2016) investigaron explicaciones visuales y verbales sobre enlaces iónicos y covalentes y demostraron que realizarlas mejora el rendimiento de los/las alumnos/as. Esto fue más notable en el caso de explicaciones visuales porque facilitan la selección e integración de información y por lo tanto el aprendizaje. Estas autoras, entonces alientan a usarlas como evaluaciones formativas.

Objetivo

Analizar la forma en que estudiantes explican fenómenos que pueden ser redescritos desde el modelo cinético molecular en un contexto de evaluación y luego de una enseñanza con representaciones múltiples.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en un segundo año una escuela de gestión estatal de San Carlos de Bariloche. La segunda autora desarrolló una secuencia de enseñanza con representaciones múltiples sobre estados de la materia y cambios de estado en la que se propició la construcción de representaciones visuales y que fuera diseñada para una investigación anterior (Farré, Carabelli y Raviolo, 2017).

La actividad se aplicó como una de las instancias evaluativas y consistió en dos tareas que diferían en las situaciones de enunciación. En la primera tarea (Fig. 1) los/las estudiantes, de a dos, tenían que explicar diversos fenómenos: 1) El funcionamiento de los termómetros de mercurio, 2) El aumento de presión en una botella por el aumento de la temperatura, 3) La posibilidad de transportar gases y líquidos como fluidos y la imposibilidad de realizar lo mismo con los sólidos, 4) La diferencia en los puntos de ebullición normales de dos líquidos, 5) El funcionamiento de la olla a presión, 6) La posibilidad de comprimir una pelota pero no una piedra. En este caso el receptor no estaba detallado pero puede asumirse es la profesora.

En la segunda tarea los receptores eran sus propios compañeros y debían exponer utilizando un afiche. Los alumnos debían agruparse por fenómeno,

conformándose grupos de cuatro personas. Para finalizar se realizó una puesta en común.

Los datos se obtuvieron de observaciones participantes de las dos primeras autoras (la segunda docente del curso). Además se recolectaron las producciones de los/las estudiantes y se fotografiaron los afiches. Los análisis fueron llevados a cabo por los tres investigadores en forma individual y luego se arribaron a acuerdos.

En 1926 le otorgaron el Premio Nobel de Física a Jean Baptiste Perrin por sus aportes para entender a la materia como discontinua (compuesta por partículas y vacío). Así se terminó una discusión que llevó años. En esta discusión muchos otros científicos sostenían que no era necesaria la representación microscópica para entender lo que sucedía en el nivel macroscópico.

Consigna:

En función de lo que estuvimos trabajando, y como lo pudo haber hecho Jean Baptiste Perrin, expliquen por qué es necesario pensar en lo microscópico para poder comprender el siguiente fenómeno. **Para hacerlo deben escribir un texto de al menos 10 renglones y pueden incluir imágenes. Las imágenes deben estar referenciadas en el texto:**

Figura 1. Consigna de la primer tarea.

Resultados

La primera de las tareas no les resultó fácil ya que no comprendían en algunos casos el fenómeno o lo que tenían que explicar. Los fenómenos que implicaron mayor dificultad fueron el 4 y el 5. En los otros casos, en los textos expositivos se realizaron redescpciones y plantearon relaciones de causalidad. En ninguna de las respuestas se emplearon imágenes.

Al responder la segunda tarea los/las alumnos/as leyeron los aportes de ambos grupos y luego seleccionaron la información relevante. En general incluyeron imágenes pero del fenómeno macroscópico. Sólo a partir de la sugerencia de la docente incluyeron imágenes del nivel microscópico (Fig. 2).

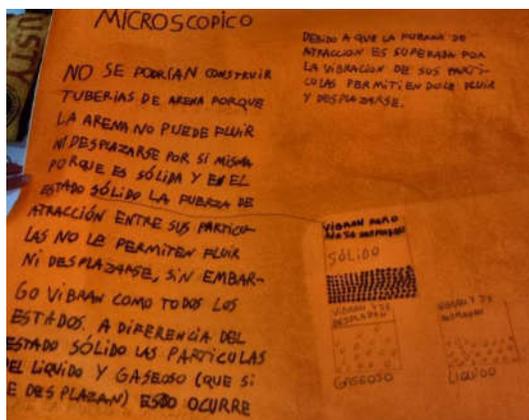


Figura 2. Afiche que explica el fenómeno 3.

En la puesta en común los/las alumnos/as manifestaron que lo microscópico les da “más detalles” y los “ayuda a entender los fenómenos”. Además dijeron que no utilizaron imágenes porque les resultaba difícil dibujar y por temor a que el dibujo no sea claro.

Discusión y conclusiones

En estudios anteriores habíamos observado que los/las estudiantes no utilizaban las imágenes para liberar recursos cognitivos ni como instrumentos de pensamiento lo cual es coherente con los resultados obtenidos. Los/las estudiantes no tienden a utilizar imágenes tampoco para comunicar incluso cuando la enseñanza implicó una profusión de las mismas. El cambio de la situación de enunciación permitió su uso, sin que fuera obligado desde la consigna. Coinciden con los antecedentes las razones para no utilizarlas y el hecho de priorizar el nivel macroscópico.

Referencias bibliográficas

- Akaygun, S. y Jones, L. L. (2013). Words or Pictures: A comparison of written and pictorial explanations of physical and chemical equilibria, *International Journal of Science Education*, 36(5), 783-807.
- Bobek, E. y Tversky, B. (2016). Creating visual explanations improves learning. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 1 (27). DOI: DOI 10.1186/s41235-016-0031-6
- Farré, A. S., Carabelli, P. y Raviolo, A. (2017). ¿Cómo los alumnos procesan y emplean imágenes después de una secuencia de enseñanza con representaciones múltiples? *XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica*. Asociación Química Argentina. Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
- Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. En: J. Jorba, I. Gómez y Á. Prats (Eds.) *Hablar y escribir para aprender* (pp. 181-200). Barcelona: Editorial Síntesis.
- Oliveira, D. K. B. S., Justi, R. y Cardoso Mendonça, P. C. (2015) The Use of Representations and Argumentative and Explanatory Situations. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1402-1435.