

# “¡No pensé que era así!”

## Reflexiones sobre la actividad de los astrónomos

Soledad Valiente | Maestra. Salto.

Varios son los obstáculos a los que nos enfrentamos al abordar la enseñanza de la Astronomía en la escuela: desde la disciplina misma, por la dificultad al delimitar sus diversas perspectivas de estudio; desde su didáctica, dada la escasa investigación existente que trascienda la “catalogación” de las ideas previas de los alumnos; desde el cuerpo docente, por la poca frecuentación y reflexión que realizamos sobre la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina escolar.

En sexto grado se debe agregar el hecho de que los alumnos han consolidado una imagen de científico, y una concepción de ciencia y del proceso de elaboración del conocimiento científico totalmente estereotipadas. La práctica usual en nuestras aulas es presentar la ciencia como un cuerpo de conocimiento acabado y bien definido, y el lenguaje científico como un sistema de etiquetado que describe e informa sobre “verdades descubiertas” e inmutables.

En las actividades que se presentan, se parte del supuesto de que aprender ciencias supone modificar las ideas de sentido común que se construyen desde pequeños, superar los obstáculos de la naturaleza del propio conocimiento disciplinar, apropiarse de los modelos científicos escolares y trabajar a fondo con el lenguaje específico de las ciencias.

### Referentes teóricos

«Cada disciplina tiene sus modelos o patrones temáticos a la vez que su propio lenguaje, según palabras de Lemke, su patrón estructural. Para que la actividad científica en el aula se desarrolle con éxito es necesario que los participantes dispongan de conocimientos sobre el tema, pero también del necesario dominio de los géneros del lenguaje científico. Porque mientras uno aporta el contenido, el otro aporta la forma de organizar el razonamiento (Lemke, 1997). Por tanto, consideramos que el currículum de ciencias debe incluir la enseñanza de los patrones estructurales de manera que se relacionen estrechamente con los modelos o patrones temáticos.» (Márquez Bargalló, 2005:30)

Con base en estas ideas, en la secuencia planificada sobre el Sistema Solar insertamos actividades vinculadas con el patrón estructural de la Astronomía, en el entendido de que los alumnos deben comprender cómo se elabora el conocimiento científico, su contexto y cómo es comunicado. Se trata de aspectos de la naturaleza de la ciencia muy desdibujados en los contenidos programáticos.

Para poder aplicar este marco teórico en el aula, se seleccionó una “directriz didáctica” reconocida en el campo de la enseñanza de las ciencias (Adúriz-Bravo, 2001): el uso reflexivo de procedimientos científicos de naturaleza cognitivo-lingüística. La explicación y la argumentación científicas escolares propician la reflexión, elaboración y comprensión de los contenidos. Enseñar la especificidad de la escritura escolar y la del discurso de las disciplinas son dos aspectos que están íntimamente relacionados.

## Secuencias desarrolladas

### 1. Los planetas extrasolares

Se seleccionó el video “Entrevista a Iván Bustos Fierro sobre Planetas Extrasolares”<sup>1</sup>, realizada por el astrónomo Guillermo Goldes, porque permite poner en valor ciertas características del lenguaje científico: preciso, riguroso e impersonal en algunos pasajes, interpretativo y metafórico en otros. El entrevistado utiliza, varias veces, oraciones impersonales, sin agente, formas pasivas; en esos casos se hace ver que es la propia investigación la que habla, y no el investigador.

Al abordarse el estudio del patrón temático de la entrevista se pueden identificar fácilmente definiciones científicas “duras”. En los pasajes en los cuales se habla de los procedimientos de búsqueda de exoplanetas, la estructura argumentativa del raciocinio científico queda evidente.



El visionado del video se realizó varias veces. En un primer momento, completo y sin indicaciones. En una segunda instancia se les pidió que tomaran nota del contenido, en la medida en que lo pedían se detenía la producción del video. Con los apuntes de los alumnos fuimos reconstruyendo la estructura global del texto desde lo que habían entendido, y listando lo no comprendido para estudiar más tarde. Por último se dividió la clase en grupos, asignándole a cada uno un aspecto a analizar en el video. El objetivo de esta propuesta era centrar la atención en el lenguaje utilizado, en los procedimientos de investigación y en las explicaciones presentadas. No fue tarea sencilla. La consigna central de la actividad para uno de los grupos fue: “Ustedes pongan atención al lenguaje que usan los astrónomos, por ejemplo, cómo es el vocabulario que usan, en qué tiempo verbal y en qué persona hablan. Lo que les parezca propio de ellos”.

Al compartirse los resultados del trabajo con el resto de la clase quedó expuesta una mirada centrada mucho más en el contenido que en el lenguaje: “Se ve que se conocen, los dos son astrónomos porque dicen: «los astrónomos hemos estudiado»”; “hablan de lo que ellos saben”; “cuando empieza a explicar habla más rápido porque entre los dos se entienden”.

Intervengo sobre los comentarios, por ejemplo, cuando dicen «los astrónomos hemos estudiado», les planteo si se refieren a ellos dos, a todos los astrónomos o a todos los astrónomos que estudian los exoplanetas. Los hago reflexionar sobre algunas expresiones que no habían recogido como “Siempre se pensó que existían... Hace poco se detectaron”, preguntándoles quiénes pensaron y detectaron.

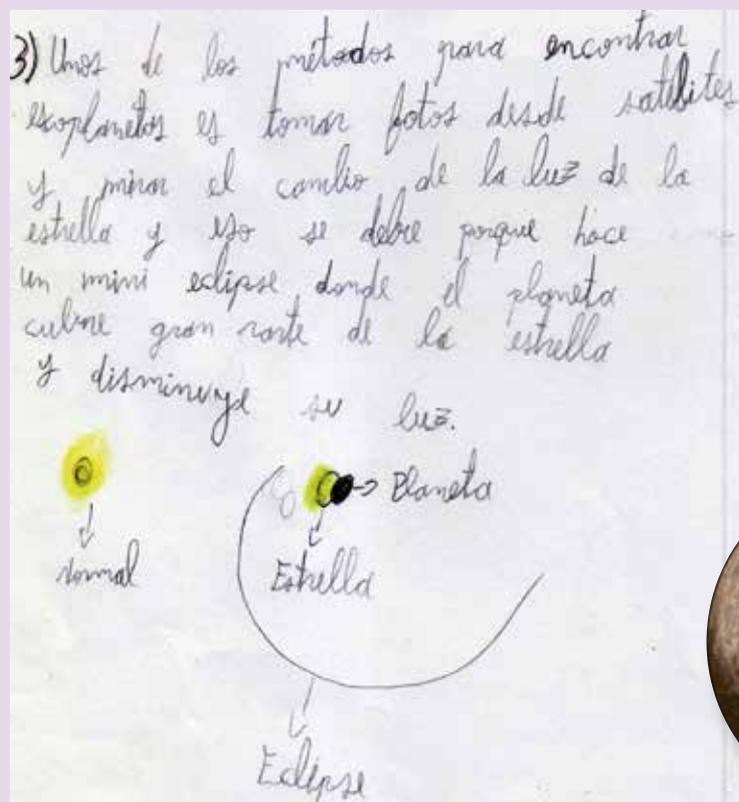
En esta primera etapa resultó más sencillo llamarles la atención sobre el uso del vocabulario técnico con función de “etiqueta” (astrométrica, velocidades radiales, tránsito planetario); luego se pasó a reflexionar sobre las explicaciones de cómo son las técnicas de detección. En la sección “explicativa” del video, el entrevistado habla más lento, pone ejemplos y compara: presenta el efecto Doppler y el bamboleo como las maneras “canónicas” que tienen los astrónomos para inferir la presencia de exoplanetas.

Para marcar la diferencia les pregunto: “Si no estuvieran en la televisión, ¿cómo hablarían entre ellos? ¿Por qué hablan así en el programa?”.

<sup>1</sup> En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=agZvhPN1to4>



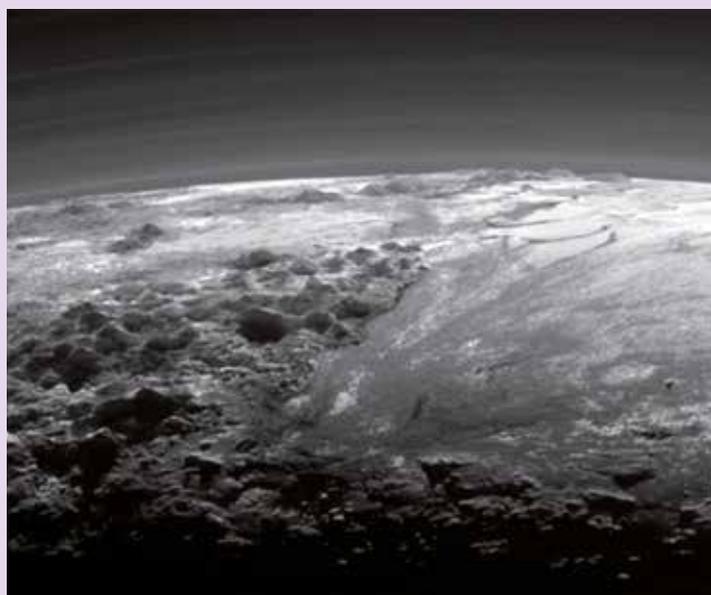
En un tercer momento se les solicita que realicen dibujos u otros registros que ellos consideren, para explicar cómo hacen algunos astrónomos para identificar exoplanetas. En estos primeros textos no logran estructurar una explicación consistente, la mayoría se limita a nombrar las técnicas y describirlas. Identifican más fácilmente las referidas al tránsito planetario, quizás por su similitud con los eclipses que han podido observar.



Si bien son alumnos de sexto grado y ya han trabajado con diferentes tipos de textos, fue necesario rever “la explicación” desde el Área del Conocimiento de Lenguas, para luego establecer las diferencias con “la explicación” en ciencias. Consensuamos que las explicaciones científicas se realizan de acuerdo a un marco teórico de referencia y tienen la finalidad de cambiar la forma de entender de sus destinatarios.

## 2. Plutón, planeta enano

A partir de la entrevista de Leonardo Haberkorn a los astrónomos uruguayos Julio Fernández, Marcelo Gallardo y Gonzalo Tancredi se conforman dos textos; cada uno selecciona un subconjunto de aspectos de la entrevista en función de determinados propósitos bien recortados. En el primer texto, “Plutón expulsado del Club de los Nueve”, se detallan los argumentos que distintos astrónomos fueron construyendo para caracterizar a Plutón como un astro diferente a los otros ocho planetas, y se indica cuáles de esas evidencias fueron más convincentes y por qué. En este primer texto están los argumentos; esas



evidencias no coinciden con las que los astrónomos consideraban, en ese entonces, de cómo debía ser un astro para ser considerado planeta.

## Plutón expulsado del Club de los Nueve

Aunque ahora ha sido declarado “enano” en forma oficial, comparado con cualquier obra humana, Plutón es un gigante, una enorme bola helada de más de 2200 kilómetros de diámetro. Existe desde hace unos 4 mil millones de años, pero el hombre recién lo descubrió en 1930.

La investigación científica, paso a paso, fue revelando que Plutón no era lo que se pensaba cuando se descubrió. La mayor parte de los hallazgos que permitieron desenmascarar a Plutón se realizaron en Estados Unidos:

- ▶ Su órbita es muy rara y elíptica, distinta al resto de los planetas.
- ▶ Su diámetro es de apenas unos 2200 kilómetros, menos de la mitad del de Mercurio, el menor de los otros ocho planetas.
- ▶ Su masa es insignificante: apenas 0,2% con relación a la Tierra.
- ▶ Tiene un satélite de casi su mismo tamaño, lo que no es nada normal para un planeta que se precie de tal.

“Se vio que era un objeto muchísimo más pequeño que el resto de los planetas”, dice Gonzalo Tancredi.

Todos esos datos humillantes ya se

conocían en 1980 y estaban al alcance de todos los astrónomos del mundo. Pero todavía faltaba lo peor. Pobre Plutón.

Lo peor no es ser el único astro del firmamento con nombre de personaje de Walt Disney. Lo peor para Pluto comenzó en 1992, cuando se descubrió otro “objeto transneptuniano”, es decir, otro astro ubicado más allá de Neptuno.

Muchos astrónomos comenzaron a sospechar entonces que Plutón era apenas uno de muchos cuerpos pequeños situados en esa zona del espacio y no un verdadero planeta.

Y así resultó. Uno tras otro fueron descubiertos nuevos “objetos transneptunianos”, al principio más chicos que Plutón. Pero en 2003 ocurrió lo que Tabaré Gallardo llama “la gota que desbordó el vaso”. El astrónomo estadounidense Mike Brown descubrió, más allá de Neptuno, un astro que era mayor que Plutón. El cuerpo, llamado en forma provisoria 2003 UB313, le generó un problema a la astronomía mundial. O bien era el décimo planeta, o bien Plutón dejaba de ser el noveno.

Lo que Fernández, Tancredi y las

otras pocas almas del Departamento de Astronomía hicieron desde Uruguay fue sistematizar el conocimiento que se iba acumulando en todo el mundo y contrastarlo con lo que se sabe sobre el origen del Sistema Solar y los planetas. En el pequeño Departamento de Astronomía uruguayo ya tenían una respuesta: Plutón no era un planeta. Su tamaño, su masa, su órbita, su influencia en el resto del sistema, su composición, todas sus características lo hacían algo distinto. “Tenemos una buena formación teórica. Tenemos una concepción de cómo se forman los planetas y de qué cuerpos pueden ser considerados como tales y cuáles no. Y Plutón no encajaba”, explica Fernández.

“En los estudios teóricos y numéricos que hacíamos, siempre se veía que Plutón no ejerce ninguna influencia en nada. Lo ponés y lo sacás del Sistema Solar y no cambia nada –anota Gallardo–. Su presencia es despreciable”. Tancredi lo resume: “Cada vez uno se convencía más de que no tenía sentido. Científicamente, el tema ya estaba laudado”.

Adaptado de Haberkorn (2007)

En un primer acercamiento al texto, luego de su lectura, con los niños se analiza su autor, posibles destinatarios y propósito. ¿Sobre qué habla, cuál es su temática? ¿Qué pretende dar a conocer? ¿A quiénes va dirigido? ¿Cuál es su intencionalidad? En cuanto a su estructura y su organización, se visualiza que al comienzo del artículo se presenta la conclusión: “*Aunque ahora [Plutón] ha sido declarado enano...*”. Se analiza también la función de ese conector de contraste inicial “*aunque*”; nos detenemos en algunas construcciones que aluden a un doble sentido y están cargadas de subjetividad: “*desenmascarar*”, “*pobre Plutón*”, “*Club de los Nueve*”, “*presencia despreciable*”, etcétera. En esta primera instancia se busca separar las expresiones que constituyen opiniones del autor, de la información científica compartida al interior de la comunidad.

Se les solicita a los niños que en el texto busquen las evidencias por las cuales se decide que Plutón no es un planeta. Se listan en el pizarrón y se analizan. Se resalta que son muchos los astrónomos, y de distintos lugares del mundo, cuyas investigaciones aportaron nuevas y definitivas

evidencias. Para ayudarlos a la comprensión de que “*Plutón no ejerce ninguna influencia en nada. Lo ponés y lo sacás del Sistema Solar y no cambia nada*”, se recuerda la entrevista realizada a Iván Bustos Fierro sobre exoplanetas, trabajada anteriormente, en la que explica la presencia de una fuerza de atracción ejercida por los planetas hacia la estrella que orbitan, que produce en ella un “bamboleo”.

En otro plano de la lectura se resalta el proceso de modificación, los avances y retrocesos que se dan en la construcción del conocimiento, cómo este es consensuado, discutido, y cómo los resultados se divulgan entre los miembros de la comunidad científica.

A partir de la lista de “evidencias” anotadas, se les pide a los estudiantes que, en grupos, elaboren una definición de planeta; a qué llamaban planeta los astrónomos en el momento de sacar a Plutón de la categoría. Debían seleccionar características centrales para que un cuerpo pudiera ser considerado planeta, y redactar con ellas una definición. Trabajamos bajo la idea de que...



«La definición también es un texto de esta clase, descriptivo y afirmativo, en el que no hay dudas ni incertidumbres. Definir un concepto es describir su esencia, expresando las características esenciales, suficientes (indispensables) y necesarias (las que no pueden faltar) para que sea lo que es y no otra cosa.» (Izquierdo y Sanmartí, 2000:188)

Un planeta es: un cuerpo celeste que orbita alrededor de el sol ó una estrella.

Planetas que no se encuentran en nuestro sistema solar, pero estan con otras estrellas se les llama exoplanetas.

La definición no es una tipología textual que suela enseñarse; lógicamente, en el primer intento se obtuvieron descripciones. Fue necesario entonces volver al conocimiento lingüístico y diferenciar estas dos habilidades cognitivolingüísticas: la definición respondería al qué es, y la descripción al cómo es. Así, combinamos la enseñanza de contenidos científicos escolares a través de la lengua con la enseñanza sobre la lengua (cf. Navarro y Revel Chion, 2013).

Esta primera parte de la actividad se dejó de alguna manera inconclusa, para continuar leyendo y retomarla al final.

Se pasó entonces a entregar el segundo texto, “El hombre que expulsó a Plutón del Club de los Nueve”. Los estudiantes se volcaron a su lectura espontáneamente, sin esperar indicaciones. Rápidamente se preguntaron: *¿Fueron astrónomos uruguayos los que ganaron? ¿La idea fue de ellos? ¿En serio?*

## El hombre que expulsó a Plutón del Club de los Nueve

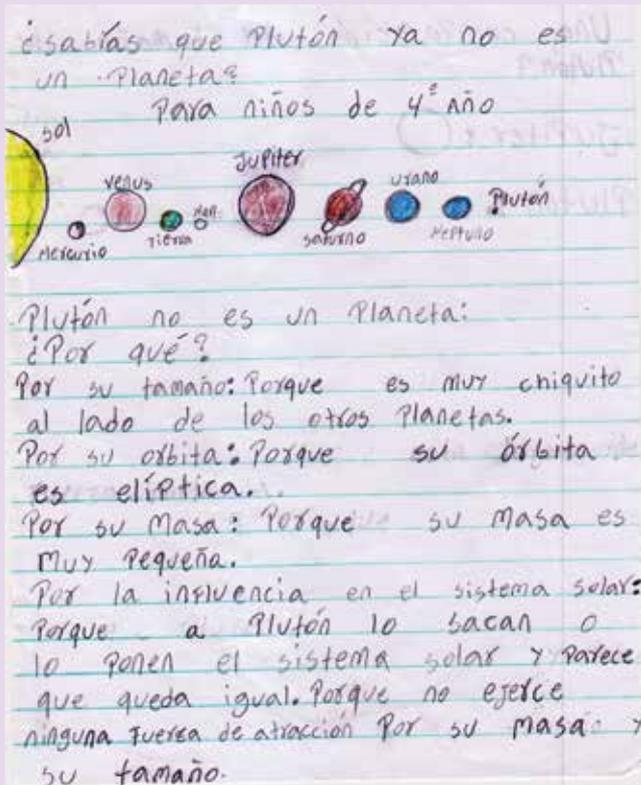
La dirección de la Unión Astronómica Internacional (UAI), la organización que reúne a los astrónomos profesionales del planeta, es la institución que desde 1919 tiene la misión oficial de adjudicar los nombres en el espacio. Los descubrimientos de nuevos cuerpos celestes más allá de Neptuno obligaban a la UAI a definir con precisión qué es un planeta. Para eso se había creado un comité de siete astrónomos e historiadores. El resultado de este trabajo fue presentado a la asamblea general de la UAI en Praga el 16 de agosto de 2006 ante cientos de astrónomos de todo el mundo, Fernández y Tancredi entre ellos. La nueva definición proponía: todo cuerpo celeste de forma esférica que orbita alrededor de una estrella, y que no es un satélite, es un planeta. La nueva definición mantenía como planeta a Plutón e incorporaba a otros tres, entre ellos a Ceres (el mayor de los asteroides) y al polémico 2003 UB313. El número de planetas subía a 12. Es cierto que muchos no estaban de acuerdo, pero no existía ánimo de dar pelea. “Parecía muy difícil torcer la decisión del comité ejecutivo.” Pero fue entonces que Tancredi se transformó, cuando no está de acuerdo no tiene por qué aceptar todo lo que viene de

arriba. Habló con Fernández y con un par de otros disconformes. Redactaron una propuesta alternativa: un planeta, además de ser redondo, debe ser el mayor objeto de su zona astral, debe haberla “limpiado” de objetos menores, lo que quiere decir que gracias al poder de su masa, un planeta debe lograr que los cuerpos pequeños se estrellen en su superficie o sean lanzados al espacio, lejos de su órbita. Y salieron a recoger firmas. El 17 de agosto ya tenían 20 firmas de otros astrónomos y en la asamblea comenzó a correr la noticia de que había una propuesta alternativa. Tancredi escribió decenas de mensajes explicando las ideas de los disidentes y los envió a los astrónomos del mundo entero. El nivel de descontento y de discusión en los corrillos fue en aumento. Unos días después llegó un mail de Mike Brown, el mismísimo descubridor de 2003 UB313: él también les daba su apoyo. Al fin, el 22 de agosto, dos días antes de la sesión final de la asamblea, el comité ejecutivo citó a Tancredi y a otro disidente para negociar. ¿Plutón es un planeta?, era la gran pregunta. Tras una larga discusión se llegó a un acuerdo: Plutón es un “planeta-enano”, así, con un guión en el medio.

El guión era muy importante, explica Tancredi, para que fuera claro que “enano” no era un adjetivo, sino parte del nombre de una nueva categoría de astros: los “planetas-enanos”, distintos a los planetas. La del 24 de agosto de 2006 fue una tarde de perros para Pluto: hubo 91 votos para que siguiera siendo un planeta y más de 300 en contra. Ya no habría 12 planetas, sino ocho. Plutón y sus similares fueron declarados “planetas enanos”, sin el guión, pero con la aclaración de que esa nueva categoría de objetos celestes es distinta a la de los planetas. Más allá de las palabras elegidas, la posición de Fernández y Tancredi había triunfado. Pobre Plutón, pobre Ceres y pobre 2003 UB313. Ya no son ni serán planetas, son los enanos del cielo. Fernández explica que sólo cumplió con un deber, la definición que se quería imponer era imprecisa y llevaría a que en poco tiempo hubiera cien planetas. Está satisfecho de haber ayudado a encontrar una mejor respuesta teórica al asunto. “Se demostró que aun desde un país pequeño podemos incidir en decisiones que se toman en la ciencia y la cultura mundiales.”

Adaptado de Haberkorn (2007)





## Conclusión

La realización de estas actividades nos hizo reflexionar sobre la necesidad y la importancia que tiene enseñar a nuestros alumnos a escribir y a leer textos científicos, si pretendemos que avancen en sus aprendizajes, mejoren su competencia comunicativa y se constituyan como personas con opiniones fundamentadas y explícitamente expresadas.

En esta oportunidad, lo que se pretendía era reflexionar con los niños sobre cómo utilizan el lenguaje los científicos y cómo lo han de usar ellos al escribir en ciencias. Partimos de la premisa de que el lenguaje es el principal mediador del aprendizaje, tanto en sus usos comunicativos como al establecer sentidos. Pocas veces pensamos en lo imprescindible que es enseñar las habilidades relacionadas con la construcción de las ideas a través del lenguaje: definir, resumir, explicar, argumentar, etcétera. En la construcción del conocimiento científico escolar debemos recordar que, para que este avance, los experimentos son tan importantes como los intercambios, los debates y las discusiones sobre los resultados y hallazgos, y sobre sus interpretaciones. 

## Referencias bibliográficas

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2001): *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis Doctoral. En línea: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4695/aab3de3.pdf?sequence=3>
- HABERKORN, Leonardo (2007): "El socialista que expulsó a Plutón" en *Gatopardo*, N° 74 (30/1/07). En línea: [http://www.astronomia.edu.uy/Charlas/Definicion\\_planeta/Gatopardo.pdf](http://www.astronomia.edu.uy/Charlas/Definicion_planeta/Gatopardo.pdf)
- IZQUIERDO, Mercè; SANMARTÍ, Neus (2000): "Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza" en J. Jorba; I. Gómez; Á. Prat (eds.): *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*, pp. 181-200. Madrid: Ed. Síntesis.
- JORBA, Jaume; GÓMEZ, Isabel; PRAT, Àngels (eds.) (2000): *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Ed. Síntesis.
- MÁRQUEZ, Conxita; PRAT, Àngels (2005): "Leer en clase de ciencias" en *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 23, N° 3, pp. 431-440. En línea: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v23n3p431.pdf>
- MÁRQUEZ BARGALLÓ, Conxita (2005): "Aprender ciencias a través del lenguaje" en *Educación* (Abril-Junio), pp. 27-38. En línea: [http://mail.quadernsdigitals.net/datos\\_web/hemeroteca/r\\_24/nr\\_655/a\\_8780/8780.pdf](http://mail.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_24/nr_655/a_8780/8780.pdf)
- NAVARRO, Federico; REVEL CHION, Andrea (2013): *Escribir para aprender Disciplinas y escritura en la escuela secundaria*. Buenos Aires: Ed. Paidós. Voces de la educación.
- SANMARTÍ, Neus (1995): "¿Se debe enseñar lengua en la clase de ciencias?" en *Aula de Innovación Educativa*, N° 43 (Octubre) [Versión electrónica]. En línea: <http://www.grao.com/revistas/aula/043-lenguaje-y-ciencias-experimentales--biblioteca-escolar/se-debe-enseñar-lengua-en-la-clase-de-ciencias>

**Nota:** Este artículo fue presentado por su autora en XII Jornadas Nacionales y VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. "Volver a las fuentes. La resignificación de la enseñanza de la Biología en aulas reales". Eje: Lectura y escritura en Ciencias. Ciudad Autónoma de Buenos Aires (5, 6 y 7 de octubre de 2016).