

# Una unidad didáctica de Naturaleza de las Ciencias

Juan Ignacio Beiroa, Nadia Ruiz y Luis Zarza

## ***Datos de contexto***

Nivel educativo: Escuela Media.

Nombre de la Asignatura / o materia: Físico-Química.

Grupo al que está dirigida: 3º año de CABA. La unidad didáctica está diseñada para un curso de 20 a 25 alumnos y alumnas, de edades cercanas a los 15 años, y se articula con los contenidos y ejes transversales propuestos por el diseño curricular de la NES. La materia cuenta con cuatro horas cátedra (40 min) por semana y pertenece al currículum oficial de todas las orientaciones.

## **Desarrollo de la unidad**

### **Tópico generativo: ¿Qué puede hacer la ciencia con la próxima catástrofe?**

La unidad didáctica que presentamos tiene como objetivo estudiar algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia tomando una posición *modelo-teórica*: el principal objeto de estudio, enseñanza y aprendizaje serán los modelos científicos, entendiendo a las teorías científicas como familias de modelos relacionados de distintas formas (por ejemplo, mediante “leyes”)<sup>[1]</sup>. El tópico generativo es entonces una pregunta ruidosa que nos permite abordar cuatro conceptos que consideramos importantes en los modelos científicos y en la ciencia como disciplina:

- Que permitan explicar fenómenos.
- Que permitan predecir los fenómenos explicados.
- Que permitan intervenir en los fenómenos explicados.
- Y, finalmente, que a veces se pueden equivocar.

Tomamos el ejemplo de las catástrofes por su ubicuidad en películas (El Día Después de Mañana, 2012, Impacto Profundo, Armagedón, otras, y, próximamente, Geotormenta y otras) y en nuestra realidad: los huracanes Harvey e Irma, el terremoto en Méjico, los terremotos en Chile, distintos tsunamis de los últimos años; pero también inundaciones masivas en la región pampeana, el Litoral y las calles de Belgrano, incendios forestales en San Luis, el Sur, etc. En definitiva, los desastres naturales ocurren, sean causados por actividad humana o no, y suscitan gran interés

por parte del público. Es el abanico tan amplio de emociones que pueden causar, tanto para aquellos que sólo los observan como para los que los deben sufrir, lo que consideramos que puede convertir a estas discusiones de tipo metateóricas en un tema motivante.

Nos interesa entonces poder enseñar (y que se aprendan) los quehaceres de la ciencia utilizando como ejemplo modelos científicos de distintas catástrofes: cómo se construyen y qué explican estos modelos, cuándo y dónde predicen nuevas catástrofes, qué utilidad tienen (qué intervenciones permiten) y qué pasa si son errados. Finalmente, al tener una catástrofe resultados tan devastadores para la humanidad, el tópico nos permite elaborar aspectos de la naturaleza social y cultural de la ciencia: ¿qué pasa si se predice un terremoto en un país que no puede pagar una solución al mismo? o ¿qué pasa si un grupo de poder se opone a las explicaciones o predicciones de un modelo científico? Este tipo de preguntas, que normalmente no se abordan en las clases de ciencia, permiten introducir a la ciencia como una disciplina que debe trabajar en conjunto con otras disciplinas que no necesariamente son ciencias naturales o ciencias, como la política, la economía, la sociología, la psicología, la ingeniería, la educación, etc., y que además debe ser crítica de su propia labor, abierta y accesible. Consideramos que la comprensión de los conceptos esbozados es de suma importancia para los miembros de una sociedad, ya sean científicos o no: que el público general pueda comprender los modos en que se construyen los conocimientos científicos, su aplicación y naturaleza humana, puede ayudar a una toma de acciones colectiva en lo que a ciencia se refiere (y que la ciencia sea financiada casi por entero con dinero de los Estados sólo suma importancia).

Pero, ¿es este tópico central para las disciplinas físico-químicas? Si bien se puede esgrimir que la ciencia ha llegado muy lejos manteniendo miradas de corte empiropositivistas sobre sí misma, consideramos que un posicionamiento más accesible y abierto sólo puede ayudar a mejorar la disciplina, por ejemplo: permitiendo el acceso de grupos excluidos, valorando modos distintos de razonamiento y experimentación o interdisciplinas, aceptando y utilizando los aspectos humanos y sociales, etc. Por otro lado, una posición modelo-teórica semanticista como la presentada en la UD tiene ciertas ventajas para la ciencia escolar<sup>[1]</sup>: consideraremos que un modelo es científico siempre y cuando permita explicar algunos aspectos de la realidad, sin importar la forma lingüística en la que se presenta. Esta posición epistemológica abre puertas de entrada que típicamente no se encuentran en la enseñanza de las ciencias, ya que consideramos que, siempre que permita explicar, un dibujo, una maqueta, una simulación, la narración

de un hecho ejemplar o un conjunto de ecuaciones son todos modelos teóricos válidos en ciencia.

### Esquema conceptual

Hemos explicado por qué el tópico es relevante, importante y posiblemente motivante. Para que sea un buen tópico generativo, *según el marco de Enseñanza para la Comprensión*<sup>[2, 3]</sup>, el tópico también debe ser rico en conexiones. En el siguiente mapa mental hemos resumido las conexiones entre el tópico y los temas que nos interesa enseñar.



El tópico generativo se enlaza con los cuatro elementos clave nos interesa enseñar acerca de la ciencia, todos relacionados y entrelazadas entre sí mediante la

modelización científica. La construcción y aplicación de modelos permite explicar fenómenos actuales y pasados, así como predecir otros nuevos: en el caso de una catástrofe, podríamos realizar modelos sobre el tipo de catástrofes (inundaciones, incendios, terremotos, explosiones), que expliquen sus causas y resultados y permitan comprender otros fenómenos pasados y futuros. Pero también, esos modelos deben permitir la intervención más allá de las explicaciones y, por ejemplo, proveer soluciones ante una eventual catástrofe o servir como modelo de otro tipo de catástrofes. En este sentido, es crucial la visión social y cultural de la ciencia: ¿qué importancia le damos a sus modelos?, ¿qué pasa con quienes no aceptan sus modelos?, ¿qué pasa con quienes no pueden solventar soluciones científicas? y ¿con qué otras disciplinas se articula la ciencia? son preguntas que la ciencia como disciplina debería poder hacerse y solucionar en la interdisciplina (la posición que toma la UD es que sólo la ciencia no puede solucionar esas preguntas).

Finalmente, la unidad pretende presentar una visión humana y crítica de la ciencia: ¿qué pasa si el modelo de catástrofe se equivoca?, ¿qué pasa, por ejemplo, si hay una catástrofe cuando el modelo predice que no la hay?, ¿puede ocurrir eso? La meta aquí es poder comprender que la ciencia es siempre provisional y perfectible, que no sólo puede equivocarse, sino que mediante la intervención de los modelos científicos se pueden formular modelos mejores (en el sentido de proveer explicaciones mejores y más abarcativas, predicciones más precisas e intervenciones más poderosas) que se superpongan o “derroquen” a sus antecesores.

Existen, además, otras conexiones posibles con el tópico generativo que, si bien no son de importancia para ésta unidad didáctica, permiten la articulación con otras unidades del diseño curricular de la materia Físico-Química en la Nueva Escuela Secundaria (NES) de CABA<sup>[4]</sup>:

- Cambios de fase en procesos ambientales: el tema puede ser conectado con los ejemplos de tormentas e inundaciones. Estos ejemplos también permiten abordar al agua como recurso natural y sus capacidades como moderador térmico (si ya se vieron cambios de fase). Los dos temas, cambios de fase y el agua, se presentan como contenidos de la NES.
- Como causas por actividad humana de catástrofes, puede conectarse esta unidad con una de efecto invernadero (también en el diseño curricular de la NES).
- En relación a la utilidad de los modelos puede articularse con una unidad de los procesos del ambiente como potenciales fuentes de energía (¿cómo convierto un tsunami en batería de la tablet?, por ejemplo).

Finalmente, consideramos que el tópico cuadra dentro de un eje transversal de la materia según aparece NES: “La física y la química y su incidencia en la sociedad”<sup>1</sup>[\[4\]](#).

## Las metas de comprensión

Guiaremos las metas de comprensión a través de los siguientes hilos conductores, que remiten a los temas que destacamos como importantes en las consideraciones del tópico generativo:

1. ¿Qué es un modelo científico?
2. ¿Cómo se construyen los modelos científicos?
3. ¿Para qué sirven los modelos científicos?
4. ¿Cuál es el alcance de los modelos científicos?
5. La ciencia es una disciplina humana.

Los primeros cuatro hilos hacen referencia a los problemas típicos de la naturaleza de la ciencia; relacionados con la pregunta ¿qué es el conocimiento científico y cómo se construye? Pretendemos explicitar que el conocimiento científico es acotado y perfectible, y que no hay un único modo de llegar a él. El hilo número 5 es transversal a toda la unidad y nos guía en la comprensión de las motivaciones y metodologías de la ciencia, así como en su uso y aplicabilidad en la sociedad en la cual vivimos. En relación a este último hilo conductor, nos interesa también poder reconocer casos en los que la ciencia se haya equivocado, haya tomado como punto de partida conceptos no científicos o haya tenido consecuencias sociales graves.

Hilos conductores	Metas de comprensión
1 3 4 (5)	<p><b>1) Los alumnos y alumnas comprenderán a los modelos científicos como construcciones que permiten representar los fenómenos de la realidad, entendiendo a las teorías como familias de modelos interrelacionados mediante leyes, propiedades, proposiciones y enunciados de distintos tipos.</b></p> <p>Esta meta abarca los contenidos referidos a modelos, teorías y marcos científicos: queremos presentar una formulación modelo-teórica de la ciencia, en la que los modelos son una forma de representación de fenómenos que ocurren a nuestro alrededor y, a partir de la conjunción de los mismos mediante enunciados de distinto tipo, llegar a establecer teorías científicas. Se trabajarán formas en que se construyen los modelos, dando cuenta de los recortes y selecciones que se establecen para propiciar una visión más abierta, accesible y crítica de la ciencia, entendiendo que no existe una única explicación para un fenómeno como tampoco una única manera de dar con la misma.</p>

<sup>1</sup> Aparece mencionado como eje transversal, pero no se especifican sus contenidos.

1 3 (5)	<p><b>2) Los y las estudiantes desarrollarán comprensión acerca de la importancia de los modelos científicos para interpretar nuestro entorno, y cómo la formulación de modelos modifica nuestro entendimiento de la realidad.</b></p> <p>Esta meta de comprensión pretende mostrar no sólo el valor de los modelos científicos dado su poder de explicar y modificar lo que sucede a nuestro alrededor, sino también su valor como “referente”. Pretendemos mostrar cómo los modelos ya establecidos nos sirven como punto de partida para seguir observando e interpretando a los mismos fenómenos y otros nuevos.</p>
3 4 (5)	<p><b>3) Los alumnos y alumnas desarrollarán comprensión acerca de la utilidad y alcance de los modelos científicos.</b></p> <p>Esta meta de comprensión hace hincapié en los alcances y limitaciones de los modelos científicos, propiciando la reflexión acerca del “¿para qué?” de los modelos y la ciencia en general, generando así una visión crítica y abierta de la misma. El objetivo epistémico de esta meta es explicitar que la tarea científica no debe ser sólo explicar y predecir, y que debido a su alcance acotado debe poder articularse con otras disciplinas para dar soluciones a nuestros problemas.</p>
1 3 5	<p><b>4) Los y las estudiantes comprenderán a la ciencia como una actividad humana de carácter social y cultural, siempre provisional y perfectible, así como del carácter limitado de la ciencia y la necesidad y valor de otras disciplinas.</b></p> <p>Esta meta de comprensión nos permite reflexionar acerca de las relaciones sociales que establecemos a partir de revisar las cuestiones éticas de los conocimientos que construimos, así como las motivaciones también sociales y culturales que nos llevan a esas construcciones. Los alumnos y alumnas deberán entender que la ciencia y el conocimiento científico encarnado en los modelos es construido por humanos; tiene motivaciones que no son puramente científicas y que sus resultados influyen de distintas formas en nuestra sociedad y cultura.</p>

Metas de Comprensión	Desempeños de Comprensión	Valoración Continua
1 2 4	<p><b><i>Etapas exploratorias: ¿Qué puede hacer la ciencia con la próxima catástrofe mundial?</i></b></p> <p>Se le presentará al curso un trailer de la última o próxima película que trate sobre catástrofes (al momento de escribir, Geotormenta) y fotografías y extractos de noticias argentinas que relaten casos de inundaciones en Buenos Aires. Se le</p>	La o el docente recorrerá los grupos para guiar a los y las estudiantes en la realización de las explicaciones.

	<p>planteará al alumnado comenzar a hacer un análisis científico de los casos, empezando por explicar lo más detalladamente posible algunos tipos de catástrofes. Para ello, se proyectarán algunas animaciones de tornados, tsunamis, inundaciones y huracanes, y se proveerán relatos de libros de texto escolares sobre cada tipo de catástrofe. En grupos (uno por catástrofe) y en forma guiada, las alumnas y alumnos deberán describir qué aspectos de cada catástrofe pueden explicar con la información presentada, y elaborar en aspectos que no crean posible explicar con esos datos.</p> <p>Luego se discutirán las explicaciones logradas entre toda la clase, y se expondrá el concepto de modelo desde el posicionamiento semántico junto con los hilos conductores de la unidad. Para finalizar, se proyectará un video en el que Lisa Simpson predice un huracán en Springfield en base a mediciones caseras y el modelo de un libro de texto, y Homero (sin creerle) lo hace en base a ver volar a su perro por los fuertes vientos. El objetivo es poner de manifiesto la utilidad predictiva que queremos en nuestros modelos científicos, y que hay otras alternativas válidas. Como tarea, se les pedirá a los estudiantes que describan los diferentes significados de la palabra "modelo" en la lengua castellana, y que intenten su significado en ciencias.</p> <p>Duración: una clase (80 minutos), más 30 minutos de tarea.</p>	<p>Valorará e incitará a que se den formulaciones lingüísticas variadas (esquemas, dibujos, narraciones, etc.).</p> <p>Se recogerán y valorarán las tareas, poniendo comentarios y haciendo hincapié en las nociones de <i>modelo para</i> (una pintura, una construcción, etc.) y <i>modelo de</i> (un auto, un terreno, etc.).</p>
1 2 3	<p><b>Investigación guiada: Elemental, querida ciencia.</b></p> <p>En este desempeño, el curso leerá en clase el primer capítulo del libro El Sabueso de los Baskerville, de Arthur Conan Doyle, y entre todos se analizarán las distintas "deducciones" que realizan Sherlock Holmes y su amigo Watson. El o la docente explicará los distintos modos de razonamiento utilizados por los personajes (inductivo, deductivo y abductivo) y luego presentará ejemplos de esos modos de razonamiento empleados en el ámbito de disciplinas científicas. Finalmente, los y las estudiantes analizarán un fragmento de un texto que, utilizando un modo de razonamiento</p>	<p>Durante la clase, se valorarán e incitará a los alumnos a formular sus propios razonamientos en situaciones del día a día, explicando de qué modos se trata y cómo se podrían formular con un modo distinto.</p> <p>Finalmente, los estudiantes discutirán y valorarán de a pares (o trío si son</p>

	<p>puntual, explique algún descubrimiento científico y deberán justificar de qué modo se trata.</p> <p>Duración: una clase de 80 minutos.</p>	<p>impares) las justificaciones y explicaciones que realicen en torno al modo de razonamiento de la actividad final del desempeño.</p>
1 2 4	<p><b>Investigación guiada: Interpretando el desastre.</b></p> <p>Se dispondrán varios grupos de 4 integrantes y se les asignará una catástrofe a cada uno. Se les presentará a los estudiantes una actividad donde deberán interpretar lo que sucedería si estuviesen vivenciando la misma a partir de una representación estática, simulando una fotografía. Se les pedirá al resto de los grupo que adivinen cuál es la catástrofe que se está representando a partir de una selección de los datos que le resulten significativos y de la implementación de los distintos modos de razonamientos (inductivos, deductivos y abductivos) que justifiquen su respuesta.</p> <p>Luego, a partir de una puesta en común, cada grupo explicará el modelo propuesto explicitando cómo lo construyeron.</p> <p>A lo largo de la actividad se tendrá al menos dos grupos que representen una misma catástrofe con el fin de señalar que a partir de un mismo fenómeno se pueden dar lecturas, interpretaciones y representaciones diferentes, obteniendo así distintas modelos.</p> <p>Para finalizar la actividad, a modo de incluir un prejuicio psicológico, a un grupo se le asignará una situación no catastrófica. De esto modo, se podrán evidenciar cómo algunas preconcepciones y estados psicológicos pueden influir en la construcción de los modelos.</p> <p>Duración: una clase de 80 minutos.</p>	<p>El o la docente valorará las explicaciones propuestas por los distintos grupos, pidiendo que se expliciten las formas de razonamiento empleadas.</p> <p>Mediante la puesta en común, el docente valorará que los alumnos den cuenta de las diferencias establecidas al observar, representar e interpretar un mismo fenómeno.</p> <p>En esta etapa final, el docente realizará preguntas para indagar sobre la concepción de los alumnos acerca de la posibilidad de que las observaciones y juicios sean meramente objetivos.</p>
3 4	<p><b>Investigación guiada: ¡Esa ciencia estaba rancia!</b></p> <p><b>Clase 1:</b> Se darán tres imágenes y tres textos con el objetivo de, divididos en grupos y trabajando en forma colaborativa, decidir qué imagen se</p>	



	<p>corresponde con qué texto. Se presentarán imágenes de un tornado, una pareja, una bestia mitológica y una micrografía de tejido cerebral, junto con un texto romántico, uno científico-técnico y uno de terror. Todos los textos tienen aspectos que permiten unirlos a cada una de las cuatro imágenes, siempre y cuando se prioricen algunos aspectos de los textos o imágenes por sobre otros. El objetivo es que, en base a los distintos estilos de escritura y las preconcepciones de los y las estudiantes, salgan a relucir posicionamientos y elecciones de tipo personal, arbitrarias, forzadas, sobreinterpretadas, etc.</p> <p><b>Clase 2:</b> Los alumnos y alumnas leerán como tarea para el hogar algunos casos<sup>[5]</sup> de “historias de ciencia fallida”, por ejemplo: de cuando se hacían medicamentos en base al radio, o cuando los Lysenko desestimó las leyes de Mendel por considerarlas “biología burguesa”. Cada historia tendrá, también, algunas descripciones breves de los vocabularios difíciles o los fenómenos en cuestión, así como del pensamiento de la época. Trabajando en grupos de pocas personas, se pedirá recrear posibles diálogos de los personajes de cada historia, y se reflexionará en conjunto sobre la naturaleza humana de la ciencia y sus implicaciones en la sociedad. Finalmente, se pedirá una tarea que pretende ser disparadora de futuras discusiones y posicionamientos durante el curso: al final de cada caso, se presentan dos preguntas; se deberá elegir una de esas preguntas y en forma individual realizar una reflexión de al menos dos párrafos que incluya para la respuesta por lo menos tres casos más.</p> <p>Las referencias de cada caso se encuentran al final de la sección Bibliografía.</p> <p>Duración: dos clases de 80 minutos, 20 minutos de tarea antes de la clase 2 y 40 minutos luego de la misma.</p>	<p>El o la docente guiará a los alumnos y alumnas en la explicitación de justificaciones y conexiones, y valorará aquellas explicaciones que logren captar la carga social, cultural o teórica de las mismas.</p> <p>Al finalizar cada recreación, el docente o la docente pedirá explicitar las elecciones de los diálogos recreados y pedirá explicaciones de las justificaciones llevadas a cabo por los personajes y los discursos de la época. Luego, dará un espacio de preguntas al resto del curso y valorará las dudas y comentarios que se realicen en relación con las metas 3 y 4; guiará parte de las discusiones en torno a poder relacionar las dos partes del desempeño.</p>
--	--	--

1 2 3 4	<p><b>Proyecto final de síntesis: ¿Podemos ser mejores que Nostradamus?</b></p> <p>En este desempeño final, el curso se dividirá en grupos de 5 personas para realizar un modelo de una catástrofe en el cual se utilicen por lo menos tres tipos de representaciones distintas (por ejemplo: narrativa, numérica, fotográfica, esquemática, maqueta o prototipo) para explicar algunos aspectos de una catástrofe.</p> <p>La o el docente proveerá a cada grupo con un conjunto de datos numéricos o funciones entre algunas variables relevantes de una catástrofe, que permitan realizar una predicción sencilla a partir de cálculos estadísticos o la observación de un patrón particular (cantidad de años entre terremotos, tsunamis o inundaciones masivas, cantidades de lluvia caídas en zonas urbanas, aumento de temperaturas a lo largo de los años, etc.). Por ejemplo<sup>[6]</sup>: en el caso de los tsunamis se puede, usando las aproximaciones de aguas poco profundas, explorar la relación entre la velocidad de propagación y la amplitud de la ola con la profundidad del agua; puede estudiarse el crecimiento de poblaciones mediante datos estadísticos y los problemas que acarrea en base a la disponibilidad de recursos; en el caso de las inundaciones se pueden construir curvas de frecuencia de inundaciones. Por la naturaleza de este desempeño, también es susceptible de ser abordado en conjunto por las clases de matemática y ser disparador de otras unidades didácticas de esa materia también.</p> <p>Cada grupo presentará sus modelos en clase y el o la docente indagará con el curso en posibles medidas de contención para cada catástrofe, siempre en base a las explicaciones y predicciones del modelo.</p> <p>Duración: 4 clases de 80 minutos y 60 minutos de tarea.</p>	<p>Cada grupo dialogará con la o el docente sobre la construcción de los modelos, y se guiarán los cálculos para obtener predicciones coherentes.</p> <p>El o la docente realizará preguntas guía a cada grupo, explicitando siempre que se espera que puedan responder a las mismas al final del proyecto.</p> <p>Se valorarán los modelos presentados en relación con todas las metas, discutiendo datos que podrían mejorar el modelo y aspectos que puedan ser susceptibles de ser mejor modelizados.</p>
------------------	---	---

Así como el tópico generativo, las metas y desempeños de comprensión se elaboran y posicionan dentro del marco de enseñanza para la comprensión:

- Las metas se estructuran en forma ubicua durante toda la unidad y son un punto de partida para uno de los ejes transversal propuestos por la NES para la materia físico-química. Por este motivo la unidad se plantearía como la

primera del curso. Las unidades siguientes se pueden articular en base a los contenidos curriculares que guarden relación más cercana con los ejemplos trabajados, como las de el agua o efecto invernadero.

- Las metas deben ser públicas y explícitas, y, en nuestra consideración, son centrales para la materia y la disciplina. Las primeras tres metas permiten tomar un concepto de modelo científico accesible que puede ser comprendido desde varios puntos de entrada distintos, mientras que la última permite exhibir una ciencia crítica y abierta distinta a la que se nos presenta típicamente. En relación a este último punto, esta unidad omite tratar a la naturaleza científica desde otros posicionamientos (positivistas o kuhnianos, por ejemplo). Esta omisión que bien puede considerarse parte del currículum nulo, puede ser explicitada en los intercambios que surjan en las distintas clases.
- Los desempeños de comprensión se articulan en las tres categorías de la EpC (exploración, investigación guiada y síntesis)<sup>[2]</sup> y utilizan puertas de entrada variadas<sup>[3]</sup> (narrativa, social-colaborativa, fundacional, experiencial, lógico-cuantitativa y estética) además de estrategias poco frecuentes en las clases de ciencias naturales (actuaciones, recreación de diálogos, lectura de cuentos). Sostenemos que al utilizar estos puntos de entrada variados y menos usuales, podemos aprovechar al máximo el posicionamiento epistemológico de la UD (al considerar a los modelos válidos por su contenido semántico y no sus formulaciones lingüísticas).
- Cada uno de los desempeños diseñados retoma más de una meta de comprensión, exigiendo la participación reflexiva continua del curso en torno a discusiones grupales de las actividades. Se valora siempre un trabajo colaborativo, y que puedan explicitarse y manifestarse los aspectos sociales de la actividad científica. En este sentido, se proponen como actividades de los desempeños discusiones o valoraciones entre pares y con el o la docente. En el caso del último desempeño, se incluye también una puerta de entrada que no se había utilizado durante la unidad que es la lógico-cuantitativa.
- La propuesta es, en principio, curricular<sup>[7]</sup>. Los contenidos se pueden articular dentro del diseño curricular oficial de la NES, aunque con algunas menciones. Si bien el eje transversal “La física y la química y su incidencia en la sociedad” aparece mencionado en la NES, no se detallan sus contenidos. En este sentido, la UD se posiciona retomando conceptos de una epistemología particular y eligiendo contenidos particulares. Esta decisión, que puede ser considerada parte del currículum oculto, es explicitada a los y las estudiantes.

## Bibliografía

[1]ADURIZ-BRAVO, A. y IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Rev. electrón. investig. educ. cienc.*, pp. 40-49.

[2]STONEWISKE, M. y cols (1999). "Que es la enseñanza para la comprensión?" en La enseñanza para la comprensión. Buenos Aires, Paidós.

[3]SULLIVAN, A. (2004) Puntos de entrada para la comprensión. Mimeo.

[4]Diseño curricular del ciclo orienta de la NES, para todos los bachilleratos. <http://www.buenosaires.gob.ar/educacion/docentes/disenio-curricular-del-ciclo-orientado-de-la-nes>.

[5]WASSERMANN, S. (1999). El estudio de casos como método de enseñanza. Buenos Aires: Amorrortu.

[6]ABBOTT, P. (2012). Natural Disasters-8<sup>th</sup> Ed. Mc Graw-Hill.

[7]TERIGI, F. (1999) Curriculum. Itinerarios para aprehender un territorio. Buenos Aires: Santillana.

### *Referencias de los casos históricos:*

- Onna. "La historia natural medieval", 1996
- Bowler. "Historia de las ciencias ambientales", 1998.
- Baudet. "Nuevas historias curiosas de la ciencia".
- Soyfer. "The consequences of political dictatorship for Russian science".
- Fausto-Sterling. "Cuerpos Sexuados".
- Markel. "The real story behind penicillin".