



Enseñar Mecánica a escolares

Aporte histórico epistemológico a su didáctica

Agustín Adúriz-Bravo | GeHyD-Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, CeFIEC-Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.

Nélida Antúnez | Adela Benech | Mariángeles Bugani | Cecilia Cicerchia | Selva de Paula | Jorge de Souza | Andrea Etchartea | Ana Laura García | Juan Pablo García | Cecilia Gesuele | Cinkia Hernández | Sylvia Ithurralde | Patricia Perazza | Maestros. Integrantes del Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Revista *QUEHACER EDUCATIVO* (años 2012 y 2013).

El equipo tiene como línea de trabajo el estudio y la elaboración de diferentes aportes desde la Epistemología a la Didáctica de las Ciencias. Entre ellos, el análisis epistemológico de los contenidos programáticos del Área del Conocimiento de la Naturaleza para fundamentar secuencias de enseñanza. El número anterior de *QUEHACER EDUCATIVO* contiene el trabajo realizado en Geología. En este caso sintetizamos dos comunicaciones orales y un póster presentados en la *III Conferencia Latinoamericana de Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias*, realizada del 17 al 19 de noviembre de 2014 en Santiago de Chile. Allí se expuso el análisis histórico epistemológico de los contenidos programáticos de Física como base de las propuestas de enseñanza de la Mecánica que el equipo viene investigando desde hace dos años. En números posteriores iremos abordando el mismo enfoque en otras disciplinas del área.

Introducción

La selección de contenidos a enseñar que presenta nuestro *Programa de Educación Inicial y Primaria* (ANEP. CEP, 2009), fue realizada básicamente en función de criterios sociales que reflejan la importancia acordada a los mismos a comienzos del siglo XXI.

«[...] los alumnos son sujetos de derecho y el derecho a la educación debe garantizar el acceso de todos a una cultura general y plural. [...] Los contenidos de enseñanza se conforman en aquellos conocimientos a los que el alumno tiene derecho. De esta forma la Escuela asegura la democratización del saber otorgando a todos las mismas posibilidades de acceso al conocimiento en los diferentes contextos sociales.

[...] Desde esta perspectiva la educación formal selecciona aquella parte de la cultura que se considera válida para el proceso de apropiación cultural de los educandos teniendo en cuenta el escenario histórico social en que se desarrollará.» (ibid., pp. 9/12/34)



Está articulado en áreas que «conforman la estructura general que organiza el conocimiento a enseñar desde su epistemología. [...] Están constituidas por campos o disciplinas, los cuales presentan una selección de saberes organizados a partir de redes conceptuales. [...] tienen el propósito de: [...] Mostrar las relaciones teóricas que explicitan las implicancias epistemológicas del conocimiento que facilitan la construcción de significados» (ibid., pp. 10-11).

Fomenta que los niños incorporen, desde el inicio de la enseñanza formal en el Área del Conocimiento de la Naturaleza, la “manera de mirar” propia de cada disciplina –Física, Química, Biología, Astronomía y Geología– con sus experiencias, lenguajes e ideas que las caracterizan y diferencian. Este predominio de la disciplina sobre el área, implica fundamentos epistemológicos “duros”: apoyar la estructuración del currículo en las “pistas” que proveen la epistemología y la historia de la ciencia.

El cuerpo docente de cada institución elabora su currículo. Para hacerlo, el programa deja en manos de cada maestro el uso de criterios educativos –la capacidad formativa que tienen esos contenidos, la posibilidad de que sirvan a diferentes objetivos de enseñanza– y psicopedagógicos –su dificultad y abstracción, su adecuación a los saberes previos de los niños, la motivación que puedan suscitar–.

Dentro de este marco teórico, el equipo de investigación se propuso analizar, en el Área del Conocimiento de la Naturaleza, la epistemología que organiza los contenidos de Física, así como develar las implicaciones epistemológicas para su enseñanza y aprendizaje. En primera instancia, bajo la orientación del Dr. Agustín Adúriz-Bravo consideramos la estructura interna de la disciplina y su evolución histórica; para luego, realizado el análisis programático desde esa mirada, planificar actividades de enseñanza en todo el ciclo escolar.

En busca de ideas epistemológicas implícitas

¿Qué ideas epistemológicas e históricas sobre la Física tenían los maestros y profesores que seleccionaron contenidos y organizaron el programa?

Sosteníamos que el conjunto de contenidos seleccionados, el orden en que aparecen en los distintos grados, la importancia asignada, entre otros aspectos, darían cuenta no solo de una imagen de ciencia a hacer vivir en las aulas, sino que estarían “teñidos” de epistemología. Nos proponíamos entender el porqué de las decisiones de selección y secuenciación de los contenidos.

El programa denota una manera de mirar la “física erudita” que sigue muy de cerca los grandes momentos de su construcción y propone de alguna manera replicarlos en el aula.

La primera idea

La epistemología subyacente es fuertemente tradicional en el “respeto” por la referencia disciplinar. Es evidente que la Física que propone se genera por fuera de la escuela, y que esta disciplina es la guía principal a la hora de construir una “física escolar”.

	Mecánica	Electricidad Magnetismo	Sonido	Luz	Calor y temperatura	Física nuclear y atómica
Tres años	---			X	X	
Cuatro años	X			X		
Cinco años	X			X		
Primer grado	X			X	X	
Segundo grado	---	X		X	X	
Tercer grado	X		X	X	X	
Cuarto grado	X			X	X	
Quinto grado	X	X		X	X	
Sexto grado	X		X	X		X

Tabla 1 – Distribución de los contenidos de Física en el Programa de Educación Inicial y Primaria de Uruguay

Nos centramos en los contenidos programáticos de la Mecánica que se ocupa del estudio del movimiento. Si bien no son los contenidos que predominan en el programa –son los segundos frente a los de Óptica– tienen un particular interés para la investigación sobre su enseñanza desde el análisis histórico y epistemológico.

Denotan la hegemonía cultural que han conservado a lo largo de la historia. Aparecen en cierta manera desarrollados en dos líneas –dos momentos históricos– que van a confluir en quinto grado, para luego incorporar el tercer momento en sexto grado, como veremos en un análisis posterior.

Cuatro años	El movimiento a lo largo de una trayectoria. El movimiento y el reposo.
Cinco años	Las trayectorias rectas y curvas.
Primer grado	Los cambios en el movimiento: -Las fuerzas de contacto. -Las fuerzas a distancia.
Segundo grado	-----
Tercer grado	Las fuerzas y las máquinas simples: -Las palancas. -Las poleas.
Cuarto grado	La fuerza elástica y la deformación: -La medición de fuerzas. El dinamómetro. La fuerza gravitatoria: -El peso y la masa.
Quinto grado	La relación entre fuerzas y movimiento: -Las concepciones de Galileo y Newton. -La ley de la gravitación universal.
Sexto grado	La energía y su conservación. Las transformaciones de energías mecánicas. -La energía cinética. -La energía potencial gravitatoria. -La energía potencial elástica.

Tabla 2 – Contenidos de Mecánica en el Programa de Educación Inicial y Primaria de Uruguay

Esta selección pone de manifiesto criterios culturales y educativos como la necesidad de conocer una de las grandes creaciones intelectuales de la humanidad; criterios psicológicos, la capacidad “estructurante” que tienen estos contenidos sobre el pensamiento de los más pequeños; y también nos habla a las claras de ciertas valoraciones epistemológicas asumidas por los diseñadores.

La segunda idea

El programa adhiere a cierta concepción de ciencia: la Física clásica (gestada a partir del siglo XVI y terminada de “redondear” en el siglo XIX) es el centro del “edificio” de la ciencia; las teorías de la Mecánica son los pilares de la comprensión física del mundo; los grandes conceptos mecánicos: movimiento, posición, velocidad y fuerza nos proponen una manera “precisa” y

“ordenada” de ver el mundo y entender sus fenómenos; los problemas clásicos investigados por los grandes físicos de la historia siguen teniendo vigencia y son adecuados para que los estudiantes se inicien en el estudio de la ciencia; la contribución de algunos personajes muy relevantes de la historia, como Galileo o Newton, merece ser conocida y valorada.

La tercera idea

La mecánica escolar aparece fuertemente estructurada en tres grandes “momentos”, que nos hablan del tipo de epistemología elegida para fundamentar las decisiones tomadas en el diseño. Y este aspecto es, quizás, el más interesante de la propuesta programática, la lógica conceptual e histórica que la domina.

Cuatro años	El movimiento a lo largo de una trayectoria. El movimiento y el reposo.	
Cinco años	Las trayectorias rectas y curvas .	
Primer grado	Los cambios en el movimiento: -Las fuerzas de contacto. -Las fuerzas a distancia.	
	Tercer grado	Las fuerzas y las máquinas simples: -Las palancas. -Las poleas.
	Cuarto grado	La fuerza elástica y la deformación: -La medición de fuerzas. El dinamómetro. La fuerza gravitatoria : -El peso y la masa.
Quinto grado	La relación entre fuerzas y movimiento: -Las concepciones de Galileo y Newton. -La ley de la gravitación universal.	
Sexto grado	La energía y su conservación. Las transformaciones de energías mecánicas . -La energía cinética. -La energía potencial gravitatoria. -La energía potencial elástica.	

Tabla 3 – Análisis histórico de los contenidos de Mecánica en el Programa de Educación Inicial y Primaria de Uruguay

En el Nivel Inicial cuatro y cinco años, los contenidos que se enuncian proponen a los alumnos estudiar detalladamente las características generales de los movimientos; se trata de entender los criterios que usan los físicos para reconocer si algo se mueve o no, y cómo se está moviendo. Estos contenidos tienen un fuerte carácter descriptivo: son los instrumentos intelectuales para apropiarse del movimiento como fenómeno físico y para “ver” a nuestro alrededor los distintos movimientos.

Este primer momento del programa de Física Mecánica se corresponde fuertemente con lo que, desde la propia disciplina, se llama **Cinemática**. Usualmente se entiende la Cinemática como un *abordaje descriptivo*, muy rico y muy detallado, *de los distintos tipos de movimiento*, sin todavía preguntarse por las causas de esos movimientos. Para “mirar cinemáticamente” los fenómenos, el currículo propone clasificar los movimientos más sencillos de acuerdo a su trayectoria. Esta clasificación requiere de una descripción y una caracterización previas.

La elección de la Cinemática como primer momento de la Mecánica escolar y de toda la Física que se estudia en la escuela, nos muestra la epistemología que está fundamentando nuestro programa. En efecto, allí se acuerda con la idea de que la Física que se enseña debe seguir muy de cerca el propio desarrollo histórico y conceptual de la Física “académica”, la creada por los científicos a lo largo de muchos siglos de trabajo. Por eso se elige comenzar el aprendizaje de la Física por aquellas teorías que emergieron en los inicios de la Física del Renacimiento, la de la llamada “Revolución Científica”. Así, los primeros estudios sobre el movimiento, en los siglos XVI y XVII, que tuvieron como uno de sus grandes protagonistas a Galileo Galilei, son tomados como “modelo” para estos primeros grados escolares.

De primer a quinto grado, el currículo introduce la idea de fuerza para entender las causas de los cambios en el estado de movimiento de los cuerpos: por qué estos pasan de estar quietos a moverse o viceversa, por qué se aceleran o se

frenan, por qué cambian de dirección en su trayecto. Este segundo momento “replica” la **Dinámica**, el corazón mismo de la Física clásica, que podemos definir como el *estudio causal del movimiento*. La Dinámica se interesa por examinar los factores que influyen sobre el modo en que los cuerpos se mueven; ella introduce la *noción de fuerza* para dar cuenta de los distintos movimientos que reconocemos a nuestro alrededor. Este segundo momento del estudio del movimiento corresponde a los desarrollos científicos de los siglos XVII y XVIII, y aparece fuertemente asociado a la figura de Isaac Newton. De alguna manera, los fundamentos epistemológicos bajo este programa adhieren a la idea de que Newton sería el “padre” la Física clásica.

De hecho, la noción de fuerza constituye un “nudo” conceptual del programa de reconocida dificultad, que se propone abordar varias veces y desde perspectivas convergentes.

Es interesante señalar que la visión dinámica se introduce más tardíamente que la visión cinemática, pero no por eso la extingue. En efecto, las dos visiones y los dos momentos históricos a los que remiten, coexisten implícitamente en la propuesta programática: los estudiantes siguen estudiando cinemáticamente el movimiento,

pero ahora van enriqueciendo esta mirada con consideraciones dinámicas que son, sin duda, más complejas y abstractas. Esto es lo que sucede, por ejemplo, al abordar las máquinas simples o la gravedad.

Este formato de coexistencia implícita se repite para introducir en el programa, el último gran momento histórico de la Mecánica clásica. A partir de primer grado aparece distintivamente la idea de **energía**. Aunque este concepto se vincula en la propuesta programática con diferentes aspectos de la Física –calor y temperatura, electricidad...– se lo usa muy fuertemente en sexto grado para volver a mirar la Mecánica y estudiar el movimiento de una manera más abstracta y general. Así se proponen las nociones de energía mecánica, cinética y potencial para “revisitar” los movimientos ya estudiados y entenderlos ahora en términos de trabajo y energía. De esta manera se termina de trasladar al aula la secuencia histórica que configuró la Física, trayéndose los siglos XVIII y XIX, cuando la Mecánica de Newton se reconstruyó de una manera más compacta, general, abstracta y matematizada, y el concepto teórico de energía pasó a ser una idea muy potente para entender, predecir y controlar los movimientos de los cuerpos.

Tres años	Cuatro años	Cinco años	Primer grado	Segundo grado	Tercer grado	Cuarto grado	Quinto grado	Sexto grado
	CINEMÁTICA Siglos XVI y XVII							
			DINÁMICA Siglos XVII y XVIII					
								ENERGÍA Siglos XVIII y XIX

Tabla 4 – Distribución de los contenidos de acuerdo a los tres momentos históricos de la Mecánica. Se grafica la coexistencia implícita de la Cinemática en contenidos de Dinámica y los aportes a la conceptualización de la energía desde otros campos de la Física.

Enseñar Mecánica

Una vez realizado el análisis epistemológico e histórico de los contenidos programáticos, se reflexionó sobre las implicancias que las tres ideas citadas tenían para la enseñanza de la Mecánica escolar: qué aspectos se mantendrían y cuáles se modificarían al elaborar el currículo de cada grado y al diseñar actividades.

El enfoque disciplinar fue mantenido, pero

enfaticando la necesidad de potenciar la Mecánica escolar. La concepción de ciencia, que denota la selección de contenidos programáticos, debía ser modificada. El equipo se propuso elaborar secuencias de enseñanza sobre los tres conceptos correspondientes a los tres momentos históricos: movimiento, fuerza y energía. Tenemos pendiente el trabajo con el tercer momento, la energía.

Primer momento: Cinemática

Se trataba de enseñar “movimiento” desde la Cinemática, describirlo sin hacer referencia a las fuerzas que lo cambian.

En primera instancia se define el alcance del concepto a enseñar, “se construye su contenido”.

- ▶ Para poder decir que algo o alguien se movió, debe existir un cambio en su posición con respecto a un sistema de referencia; ese cambio implica tiempo.
- ▶ El sistema de referencia es arbitrario, lo fija el observador; consta de tres puntos.
- ▶ El cambio de posición puede representarse por una trayectoria.
- ▶ La distancia recorrida en cierto lapso permite calcular la rapidez del movimiento.
- ▶ Los movimientos tienen “nombre y apellido” de acuerdo a su trayectoria y rapidez.
- ▶ El estado de movimiento o reposo depende de quién observa y desde qué lugar; es relativo.

Estas fueron las ideas base con las que se elaboró la secuencia aplicada en Nivel Inicial, primer grado y en una escuela rural multigrado. Este año hemos retomado la secuencia adecuándola a segundo y sexto grado, e incorporando la representación gráfica y el movimiento compuesto.



Los niños son capaces de identificar si alguien o algo está en reposo –quietos– o si se mueven. Pero ¿qué entendían por estar en reposo o en movimiento?; era necesario que verbalizaran sus ideas.

El juego –“¿Quién se movió?” entre otros– era una herramienta válida como puerta de entrada, pero se requerían instancias de observación minuciosas, dando lugar a analizar el juego y no ser meros partícipes del mismo. La instancia de análisis y reflexión posterior a través de las preguntas era la forma de acercarnos y mirar de otra manera el concepto que queríamos abordar.

Comentario de maestra – Cinco años

Particular desafío suponía enseñar a niños de cinco años, la idea de que el estado de movimiento o reposo depende de quién observa y desde qué lugar; que depende del sistema de referencia y es relativo; pero además es arbitrario, ya que lo establece el observador.

Implementé un camión con un muñeco y una filmadora, que hice desplazar por la rampa de la escuela. Los niños fueron ubicados a lo largo de la misma. Desde la cima deslicé un camión con un muñeco sujeto a su caja de modo que no se moviese.

Consigna: *Observen el camión que lleva un muñeco. ¿Quién se mueve para ustedes?*

Todos estuvieron de acuerdo en que el camión se había movido; pero en cuanto al muñeco, las respuestas estuvieron divididas, algunos que sí, otros que no. Esta dualidad generó muchos silencios y dudas al tener que “ponerse en otro lugar” para decidir si se movía o no. Para ayudar en la comprensión armé otro dispositivo utilizando el camión y el muñequito, pero agregando una cámara de filmación enfrentada al muñeco.

Consigna: *Imagínense que somos chiquititos y estamos sobre el camión, la cámara sería como nuestros ojos. Piensen qué veríamos.*

Encendí la filmadora e hice desplazar el camión por la rampa. Realicé con los niños el visionado de lo que filmó la cámara. Las dificultades subsistían, por eso implementé otra situación para hacerlos avanzar en la idea de que un objeto se mueve respecto a un sistema y está quieto respecto a otro. En esta oportunidad coloqué la filmadora en el lugar del muñeco, mirando hacia los niños.

Consigna: *¿Qué veríamos si estuviéramos donde está la cámara?*

Los niños no dudaron, se verían a ellos, incluso discutían si al alejarse el camión se verían más grandes o más chicos. Siguen pensando en que el camión se mueve en relación a ellos. Por eso introduzco “el otro”: *¿La persona que está en el camión se dará cuenta de que el camión se mueve?* Nuevamente la discrepancia, algunos creen que no, otros que sí. Al mirar la filmación y quizás por estar involucrados, llegaron a poder incluir distintas referencias.

Fragmento de narrativa
(maestra Adela Benech)



Segundo momento: Dinámica

La Dinámica examina los factores que influyen sobre el modo en que los cuerpos se mueven; ella introduce la noción de fuerza para dar cuenta de los distintos movimientos que reconocemos a nuestro alrededor. La enseñanza del concepto de fuerza era el centro de nuestras primeras discusiones. Cotidianamente se maneja una idea de fuerza muy unida al movimiento y generalmente aplicada intencionalmente por seres vivos –situaciones como patear una pelota, empujar un mueble, tirar de una cuerda—. Además debíamos tener en cuenta que la fuerza está, sobre todo en los niños, íntimamente vinculada a la alimentación, el crecimiento, el esfuerzo físico.

Nuevamente debíamos definir el alcance del concepto a enseñar, por eso –luego del estudio desde la disciplina– “construimos el contenido fuerza escolar”.

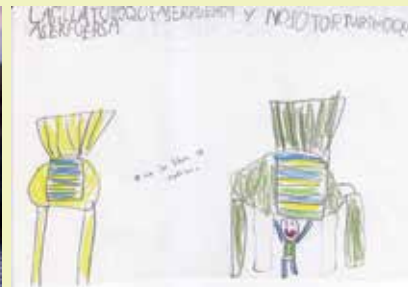
- ▶ La fuerza no es una propiedad de los cuerpos.
- ▶ Implica una interacción entre, por lo menos, dos cuerpos.
- ▶ La interacción puede darse por contacto o a distancia.
- ▶ La fuerza genera efectos sobre el cuerpo que se aplica.
- ▶ Esos efectos son: mantener la estructura, deformar elástica o plásticamente, cambiar el movimiento en su rapidez y o en su dirección.
- ▶ La fuerza tiene sentido e intensidad.

Al cotejar con los contenidos programáticos fue necesario implementar cambios en el recorrido institucional, particularmente al inicio.

Se resuelve comenzar a trabajar la idea de *fuerza como causa de ciertos efectos en los cuerpos*. Estos cambios serían la evidencia de que una fuerza había sido o estaba siendo aplicada.

El orden en el que se trabajarían los efectos se tornó en punto fundamental para la planificación de la secuencia, no era lo mismo iniciarla estudiando situaciones donde las fuerzas implicasen movimiento, que iniciarla con situaciones donde el movimiento estuviese ausente. La idea que primó, valorando la complejidad de lo que supone moverse, y fundamentalmente que los niños asocian la fuerza al movimiento y no a cambios en el movimiento, fue iniciar la secuencia con una situación donde la idea a trabajar fuese la que menos se conoce: la fuerza **sostiene**, mantiene las estructuras en su lugar. Continuaríamos con el efecto **deformar** plástica y elásticamente, y finalmente abordaríamos que la fuerza **cambia el movimiento**, tanto la rapidez (aumenta la rapidez, caso especial “poner en movimiento”; disminuye la rapidez, caso especial “detener”) como la dirección (la fuerza desvía).

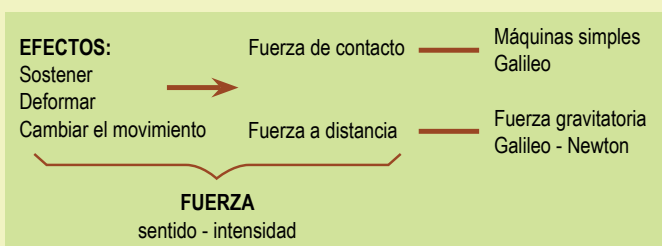
Un aspecto relevante fue la decisión de considerar las ideas previas como un marco de apoyo para construir nuevos conocimientos, convencidos de que lejos de obstaculizar la enseñanza, la favorecen. Se decidió comenzar la secuencia apoyándose en el concepto intuitivo de fuerza, como esfuerzo realizado por los seres vivos. Para no fijar esta idea, la actividad siguiente debería considerar el mismo efecto, pero siendo aplicada la fuerza por un objeto.



Se comenzó trabajando con fuerzas de contacto, para luego reiterar la secuencia con fuerzas a distancia. Al pensar esta nueva secuencia nos planteamos si era válido apartarse del recorrido de la Mecánica e introducir las fuerzas a distancia a partir de la fuerza magnética. La idea era usar luego ese conocimiento como campo conocido de una analogía que posibilitase aproximarlos a la idea de fuerza gravitatoria. Así lo hicimos. Nos propusimos que los niños pensasen en la existencia de fuerzas aplicadas a distancia, a partir del reconocimiento de los efectos ya estudiados en las fuerzas de contacto.



A partir de allí se abren programáticamente dos líneas de trabajo que aún estamos explorando.



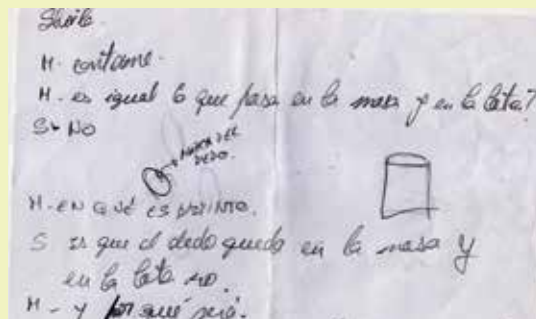
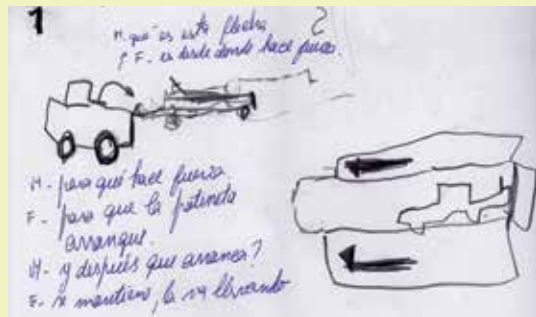
Ambas secuencias fueron aplicadas desde el Nivel cinco años hasta sexto grado, y en una escuela rural multigrado.

El diseño de las actividades

Este proceso planteó numerosas preguntas: ¿qué idea de ciencia está detrás de nuestra propuesta?, ¿qué física?, ¿qué tipo de actividades realizar?, ¿qué situaciones problema, preguntas investigables serán las más adecuadas para hacer pensar sobre tales ideas o conceptos?, y requirió la toma de decisiones didácticas.



En general, la actividad comenzaba con una propuesta en pequeños grupos, a los que se les planteaba una consigna de trabajo cuidadosamente diseñada que facilitase la descripción, el análisis y esbozar posibles explicaciones. La intervención docente también fue pensada, su aspecto esencial fue el uso de analogías para propiciar el avance en el conocimiento. De acuerdo al grado, se realizaron registros individuales o grupales.



Se planteaba luego una puesta en común donde se compartía lo trabajado por los subgrupos, las diferentes discusiones que habían surgido y se acordaban conclusiones transitorias. Por último se proponía la explicación de situaciones cotidianas a partir de los conocimientos elaborados.



Bibliografía

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2010): "Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares" en *Revista Educyt*, Vol. 1 (Enero-Junio). En línea: <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/1811>

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2011): "Ciencia, currículo y prácticas de enseñanza". Conferencia en el *1º Foro sobre Ciencia y Escuela: "Buscando coherencias entre contextos"*, Montevideo (Organizador: Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Revista *QUEHACER EDUCATIVO*).

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2012): "Enseñar a los maestros y maestras 'qué es esa cosa llamada ciencia'. Una propuesta centrada en los 'campos estructurantes' de la epistemología" en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 111 (Febrero), pp. 41-51. Montevideo: FUM-TEP.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; DIBARBOURE, María; ITHURRALDE, Sylvia (coords.) (2013): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

AMADOR RODRÍGUEZ, Rafael Yecid; ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2011): "A qué epistemología recurrir para investigar sobre la enseñanza de las ciencias" en *Revista Educyt*, Vol. 3 (Enero-Junio). En línea: <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/1840>

ANEP. CEP. República Oriental del Uruguay (2009): *Programa de Educación Inicial y Primaria. Año 2008*. En línea (Tercera edición, año 2013): http://www.cep.edu.uy/archivos/programaescolar/ProgramaEscolar_14-6.pdf

HEWITT, Paul G. (1999): *Física conceptual*. México: Ed. Pearson/Addison-Wesley.