

Ambiente de clase, discurso multimodal y producciones de argumentos científicos

Class environment, multimodal discourse and productions of scientific arguments

Héctor Pedrol^{1*}, Lucía Iuliani¹, Adriana Calderaro¹ y Franco Ortiz¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Escuela de Humanidades, Martín de Irigoyen 3100, CP 1650, Buenos Aires, Argentina.

*E-mail: hpedrol@unsam.edu.ar

Resumen

Se analiza la relación entre la argumentación científica escolar y los ambientes de clase a través del discurso multimodal desarrollado en la clase. Se busca conocer cuáles son las variables que el profesor utiliza para facilitar el proceso de argumentación. Se emplea la metodología de la investigación basada en diseño. Se aplicó una secuencia didáctica en una escuela de enseñanza secundaria del conurbano bonaerense con el objetivo de fomentar los procesos de argumentación. Los datos se obtuvieron a partir de las filmaciones de clases, entrevistas, WhatsApp y producciones de los alumnos. Se identificaron distintas capacidades e intereses de los estudiantes. La distribución de roles de los estudiantes y el liderazgo del docente resultaron importantes para generar un ambiente de clase cooperativo. La calidad de los argumentos científicos escolares producidos por los estudiantes evidencian la influencia del ambiente generado en la clase.

Palabras clave: Ambiente de clase; Discurso multimodal; Argumentos científicos; Problemas socio-controvertidos; Diseño experimental.

Abstract

The relationship between school scientific argumentation and class environments is analyzed through the multimodal discourse developed in the class. It seeks to know what are the variables that the teacher uses to promote the generation of an environment that facilitates the argumentation process. The Research Based on Design methodology is used. A didactic sequence was applied in a secondary school in Buenos Aires suburbs, with the aim of promoting argumentation processes. The data was obtained from the recordings of classes, interviews, WhatsApp messages and student productions. Different capacities and interests of the students were identified. The distribution of students' roles and teacher leadership were important in creating a cooperative classroom environment. The quality of the scientific arguments produced by the students shows the influence of the environment generated in the class.

Keywords: Class environment; Multimodal speech; Scientific arguments; Socio-controversial problems; Experimental design.

I. INTRODUCCIÓN

El propósito del presente estudio es analizar la relación entre los procesos de promoción de la competencia científica de la argumentación y los ambientes de clase a través de la influencia del discurso multimodal. En tal sentido, se busca conocer algunas características de esa relación, en particular las variables que el profesor utiliza para generar un ambiente de clase en el que se favorezca el proceso de argumentación.

Por otra parte, se emplea la metáfora ecológica (Porlán, 1996) como sustento de la definición y caracterización de los ambientes de clase que favorezcan el logro de competencias argumentativas en los estudiantes. En el campo de la

didáctica de las ciencias se ha desarrollado un interés sobre la comunicación, y en particular por aquella en la que se integran el lenguaje oral y escrito y otros modos semióticos, adhiriendo a la tesis de que una comunicación *multimodal* es más formativa para la educación en ciencias. En las clases de ciencias se construyen significados a través de una compleja “orquestración” discursiva en la que los procesos de argumentación científica escolar ocupan un lugar central. El trabajo de campo de este proyecto corresponde a la aplicación de una secuencia didáctica sobre la efectividad de protectores solares nanoparticulados cuyo objetivo central es el fomento de los procesos de argumentación. La implementación se lleva a cabo en escuelas del conurbano bonaerense. La aportación que el presente estudio intenta realizar se sitúa en la elucidación de los diferentes elementos de los ambientes de clase “naturales” que favorezcan u obstaculicen el desarrollo de la competencia argumentativa.

II. MARCO TEÓRICO

A. Ambiente de clase

Entendemos el ambiente de clase como un espacio interaccional y comunicativo; suponemos necesario, para argumentar, un ambiente en donde predomine la libertad de expresión, la honestidad intelectual, los discursos libres y claros, donde el alumno pueda moverse libre y responsablemente, donde se respeten los tiempos de aprendizaje, donde el rol del docente sea el de mediador y regulador del discurso, y los alumnos tengan también un rol protagónico (Pedrol, Drewes, Tricárico y Calderaro, 2015).

Una revisión de la literatura permite inferir que hay una alta variabilidad en las definiciones del concepto ambiente aplicado a la educación. Por ejemplo, si se avanza en el estudio del uso lingüístico del vocablo, es posible dar con tantas ideas de ambiente de clase o de aprendizaje como autores y épocas históricas se revisen (García Chato, 2014). Estas definiciones ponen el acento en diferentes aspectos, como ser aquellos que corresponden a la parte física o material del aula, al escenario de clase, o al entorno definido por el docente (Loughlin y Suina, 1994). También se considera lo sensorial y lo relacional, incluyéndose la comunicación interactiva propia de una acción educativa.

En la presente investigación entendemos al aula “natural” como un ambiente de clase que se configura a partir de un amplio conjunto de variables que, más allá de lo edilicio y material, incluyen las relaciones entre los sujetos y los artefactos semióticos que ellos utilizan. En principio interpretamos dicho ambiente como “didáctico específico”, dado que se configura a partir de la toma de decisiones en la puesta en marcha de una secuencia didáctica sobre contenidos científicos del Diseño Curricular de la provincia de Buenos Aires.

El ambiente es parte indisoluble del modelo didáctico. Es dinámico, puesto que incluye previsión de los cambios que deben ocurrir en función de la evolución del proceso y de los requerimientos de cada situación emergente (García Chato, 2014). El ambiente debería ser configurado por el profesor anticipadamente a la clase al momento de diseñar la secuencia. La organización del “escenario” puede ser prevista en función de las demandas que plantean las tareas específicas que el profesor planificó. Como los modelos didácticos exigen diferentes acciones tanto cognitivas como procedimentales durante la misma clase, los alumnos migran de un modo de trabajo a otro, de una acción cognitiva a otra. En principio, se busca que todas las variables configuradas como un ambiente pudieran acompañar esos cambios, amoldándose rápidamente para no interferir y no transformarse en un obstáculo para el proceso de argumentación científica escolar.

Continuando con la revisión bibliográfica iniciada, nos encontramos con la dificultad del empleo de la idea de “clima” como sinónimo de ambiente. Basándonos en nuestra idea de utilizar la metáfora ecológica (Porlán, 1996) para el análisis de la clase, nos vemos en la necesidad de precisar que el concepto de ambiente de clase incluye al clima como una parte constitutiva del mismo. El clima, en nuestra concepción, forma parte del ambiente de clase y establece condiciones que pueden afectar en forma decisiva el desarrollo de la actividad de la clase.

Por tanto, bajo nuestra concepción, la generación de un ambiente de clase procura favorecer la libertad de expresión con propuestas didácticas que intenten respetar modos, discursos y tiempos de aprendizaje individuales y que promuevan la creciente autonomía del alumnado.

B. La argumentación científica escolar

En el campo de estudio de la didáctica de las ciencias se ha prestado una creciente atención en las últimas décadas a la indagación sobre el lenguaje empleado en las clases de ciencias, abarcando diferentes líneas teóricas. Podemos aseverar, en función de la revisión bibliográfica realizada, que la argumentación científica escolar es una de las habilidades cognitivo-lingüísticas a la que se le viene prestando mayor atención en la educación científica.

A los primeros trabajos sobre el discurso en el aula de ciencias, en la línea de investigación “hablar y escribir ciencias”, se sumaron, por una parte, la aparición de estudios cognitivos que postularon el carácter argumentativo de la actividad científica y, por otra, un creciente consenso en torno a que la argumentación constituye una competencia

científica crucial para la educación de la ciudadanía (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Comprendemos al proceso de la argumentación como la evaluación de enunciados, en este caso científicos, a la luz de unas pruebas disponibles que parecen darles apoyo. Y caracterizamos la actividad científica como la recopilación, transformación, uso y evaluación de evidencias para modelizar el mundo natural.

La capacidad de argumentar permite relacionar explicaciones y pruebas, usando estas para evaluar teorías y modelos, para apoyarlos o rechazarlos. La argumentación sobre modelos de la ciencia puede consistir en comparar y determinar la diferencia en la potencialidad explicativa sobre un fenómeno. Un modelo es una representación abstracta y simplificada de un sistema que hace visibles sus rasgos fundamentales y puede usarse para explicar y predecir fenómenos científicos (Jiménez-Aleixandre, 2010). Consideramos importante que los alumnos participen de procesos de creación y uso de modelos, en tanto un modelo permite estructurar un argumento científico *estableciendo la calidad "lógica" del ascenso de datos a conclusiones*, contrastándolos con pruebas y experimentos. Es decir, el objetivo esencial de la argumentación en este contexto es la participación del alumnado en las prácticas científicas de construir, evaluar, revisar y argumentar sobre modelos científicos.

C. Argumentación multimodal

Puede aportar a este estudio analizar el papel de la multimodalidad en la argumentación científica escolar. *"El estudio del discurso desde un enfoque multimodal nos permite hacer un análisis global e integral de los múltiples lenguajes y recursos semióticos que están o no relacionados: interacción multimodal"* (Jewitt, 2013). En la construcción de los argumentos científicos son de suma importancia el dominio de los modelos científicos (Adúriz Bravo, 2017) y la consideración de las evidencias en la justificación. El desarrollo de diseños experimentales junto con los alumnos permite la obtención de evidencias para ser utilizadas en los argumentos. Si bien estas dos variables son relevantes, es de similar importancia reconocer, por parte de los profesores, la variedad semiótica necesaria para lograr argumentaciones más acabadas. El reconocimiento de la naturaleza multimodal de la argumentación es entonces crucial. Según Villada Salazar y Ruiz Ortega (2018) la argumentación multimodal hace referencia al uso de múltiples lenguajes y reúne los aportes específicos de los estudios del lenguaje y modos semióticos que favorecen el aprendizaje.

La existencia de diferentes lenguajes y artefactos semióticos que interactúan entre sí en la elaboración de significados, objetos de aprendizajes, permiten contemplar un uso deliberado de otros modos semióticos que, probablemente mejoran la calidad de la argumentación científica escolar. Los significados de las ideas de la ciencia y el proceso argumentativo se desarrollan en el aula utilizando el diálogo, los diagramas, los gráficos de doble entrada, las tablas, las fórmulas y algoritmos y los trabajos realizados en el laboratorio (Manghi y Cordova, 2011). La orquestación semiótica se produce cuando se diseña una configuración semiótica compuesta por uno o varios modos de significar (Kress y van Leeuwen, 2001) La creación de significado o semiosis se produce orquestadamente entre todas las acciones generadas en un ambiente de clase (Pedrol, *et al* 2015) donde interactúan todos los artefactos semióticos diseñados por el docente para favorecer el proceso de argumentación científica escolar.

En este estudio se determinaron *segmentos de significatividad* (Pedrol, Ortiz, Calderaro, Iuliani y Avena, 2020). Se busca en la indagación establecer los segmentos o tramos de la clase en los cuales se alinean los modos semióticos para lograr que los alumnos puedan otorgar un significado a los conceptos debatidos. Entonces, un segmento de significatividad es una unidad discursiva en la que se orquestan los modos semióticos y lingüísticos en pos de producir un significado sobre un concepto determinado.

Nos interesa el hecho de la incorporación de significados en el discurso de los alumnos. Durante la interacción discursiva, el alumno puede repetir la trama del profesor (o parte de ella) o incluso reformularla introduciendo modificaciones que forman parte de su propio proceso de argumentación. Los segmentos de significatividad contienen un concepto central de la secuencia didáctica en torno al cual se identifica una trama semiótica que aporta a la construcción de un significado del modelo científico. Este contenido se desarrolla y analiza en la secuencia didáctica y toma envergadura a medida que se incluyen artefactos semióticos que aportan a su construcción. Esto implica un tiempo de desarrollo del segmento de significatividad que se inicia cuando surge un núcleo temático y finaliza cuando el significado se incorpora al discurso de la clase.

III. METODOLOGÍA

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Analizar la influencia de las decisiones tomadas por el profesor de ciencias en clase en torno a la constitución de un ambiente de aula que facilite la producción de argumentos científicos por estudiantes de secundaria.
- Evaluar la puesta en práctica de una secuencia didáctica en la cual se desarrollen procesos de argumentación científica en el aula.

• Conocer las características multimodales del discurso desarrollado en la clase, que estén directamente relacionadas a la generación de ambientes facilitadores de los procesos de argumentación científica en el aula de ciencias.

Según esos objetivos consideramos apropiado el uso de la metodología de la investigación basada en diseño. Esta metodología no se limita a la elaboración y prueba de un diseño o intervención particular, sino también a la concreción de modelos teóricos "ya sea para precisar, extender, convalidar o modificar teoría existente o para generar nueva teoría" (Rinaudo y Donolo, 2010). Las etapas cíclicas previstas en esta metodología se ven reflejadas en la elaboración de la secuencia (preparación del diseño), en la aplicación de la misma (implementación del diseño) y en la triangulación de los datos obtenidos (análisis retrospectivo).

Los datos se obtuvieron a partir de las filmaciones de clases, entrevistas al docente, un grupo de WhatsApp (WSP) y las producciones de los alumnos. La técnica aplicada para el tratamiento de los mismos se corresponde con el análisis de contenido.

La secuencia didáctica, aplicada en un curso de 3er año (entre 15 y 16 años de edad) de Físicoquímica, de una escuela de la provincia de Buenos Aires; aborda una controversia sociocientífica sobre el uso de protectores solares tradicionales y nanoparticulados, buscando la producción de argumentos científicos escolares que valoren el cuidado de la salud frente a la contaminación ambiental. El protocolo experimental surgió del debate y consenso entre el docente y los estudiantes a medida que se avanzó en la problemática. El diseño experimental corresponde a un dispositivo físico, una caja de radiación UV, en cuyo interior se colocan las muestras de piel de cerdo para ser sometidas a la radiación luego de ser protegidas por los diferentes tipos de protectores.

Tabla I. Detalle de las clases de la Secuencia didáctica

Clase	Detalle	Actividades desarrolladas
1	Experimentación inicial de carácter exploratorio	<ul style="list-style-type: none"> – Introducción teórica. – Debate. – Recuperación de ideas. – Experimentación con un diseño preliminar
2	Primera experimentación con incorporación de diseño y control de variables con base en la primera controversia de la efectividad del protector solar nanoparticulado	<ul style="list-style-type: none"> – Recuperación de ideas y conceptos desarrollados previamente. – Desarrollo del diseño con rigor experimental. – Registro de datos. – Discusión de resultados. – Ajustes del diseño experimental. – Surgimiento de nueva controversia.
3	Segunda experimentación incorporando diseño y control de variables con base en la nueva controversia sobre contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> – Recuperación de ideas y conceptos desarrollados previamente. – Desarrollo del diseño con rigor experimental. – Registro de datos. – Discusión de resultados. – Ajustes del diseño experimental. – Argumentación y contrargumentación con base en el análisis de las experimentaciones previas.

IV. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos fueron relevados mediante diversas fuentes: las filmaciones de clases, las producciones de los estudiantes, las entrevistas al docente y las intervenciones en un grupo de WSP cuya creación fue decidida por el docente con intención didáctica y consensuada con los estudiantes.

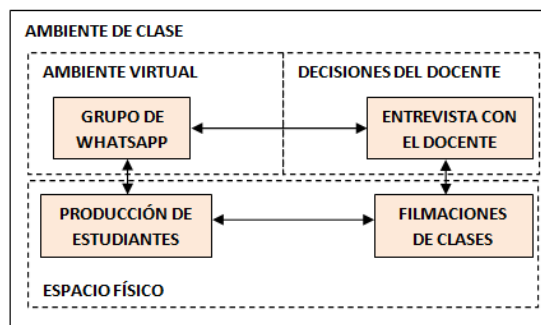


FIGURA 1. Ambiente de clase y relación entre las fuentes

El proceso de triangulación entre los datos se realizó de la siguiente forma: de las filmaciones de clase se tomaron fundamentalmente los aspectos semióticos de la investigación, considerando alternativamente datos del profesor y de los estudiantes. Además, se constató en los informes experimentales elaborados por los alumnos los avances del proceso de argumentación construido. Finalmente se completó este proceso metodológico identificando la evolución de dichos argumentos en el ambiente virtual del grupo de WSP. Por otra parte, las entrevistas al profesor permitieron conocer las razones de las decisiones con intención didáctica y que influyeron sobre el ambiente de clase (figura 1).

El análisis de los datos nos permite reconocer algunas de las decisiones tomadas por el profesor para la generación del ambiente de clase diseñado en función de la producción de argumentos científicos escolares.

Con relación a la orquestación de los artefactos semióticos que utiliza para llevar a cabo la secuencia didáctica que ha diseñado se observa en las filmaciones de clases que emplea enfáticamente el pizarrón y las láminas: en el primer caso, confeccionando una tabla en la que se registró el tiempo de exposición de la muestra a la radiación y los efectos obtenidos y en el segundo caso se empleó una ilustración de la piel humana. Además, cuando el profesor se refiere a dichos elementos, realiza una serie de gestos concretos combinados con el lenguaje oral y escrito construyendo una trama gestual. Esta aporta a la representación que los alumnos deben lograr de la emulación del efecto de la radiación solar sobre los tejidos de piel de cerdo, como se muestra en la fotografía de la tabla II, que junto a los otros artefactos semióticos definen las características de un ambiente de clase que habilita la palabra de los alumnos hacia la construcción de argumentos científicos escolares.

En las clases se evidencian interacciones discursivas significativas entre el profesor y los alumnos y entre los mismos estudiantes, en particular, cuando se aborda la controversia sobre la contaminación de agua (mar, ríos, piletas) por el uso de protectores nanoparticulados. Se observa nuevamente que el docente utiliza una gesticulación concreta donde simula el movimiento de las olas y superpone una mano sobre la otra para modelizar el desprendimiento de la capa de protector solar. También se evidencia la apropiación por parte de los alumnos de algunos gestos utilizados por el profesor, por ejemplo, cuando un estudiante, ubicado en el centro del salón gesticula el movimiento ondulatorio con su mano justificando el ajuste del diseño experimental que intenta simular el movimiento de las olas, como se muestra en la fotografía de la tabla III.

Esta conjugación entre los artefactos semióticos y las interacciones discursivas dan lugar a un ambiente de clase que propicia el debate controversial entre los alumnos. Cuando los estudiantes toman la palabra, se reconocen frases que se constituyeron en elementos de un argumento general frente al problema sociocientífico abordado en la secuencia:

- “con la carne esa estamos probando las diferencias con los diferentes tipos de protector solar” (justificación)
- “las diferencia que causan los protectores que tienen nanopartículas” (justificación)
- “está el mm, el cm y “dentro del milímetro se encuentra un millón de partículas” (justificación)
- “La nanotecnología es una tecnología que, aplicada a un producto específico nos va servir para protegernos de los rayos UV” (modelo teórico aplicado)
- Frente a la problemática de retirar el protector solar (antes de ingresar al mar o río): “Pero al fin y al cabo, estamos contaminando, porque ¿Adónde va parar el agua que utilizamos?... A la Tierra” (retórica)
- Otra alumna plantea el dilema “¿Qué hacemos? Ingreso o no ingreso al agua. ¿Me baño primero?”. “Con la carne” (retórica)
- “Una limitación del diseño es la potencia de las lámparas UV diferente a la del Sol” (modelo teórico aplicado)
- “En el artículo suministrado por el profesor se menciona sobre una fórmula química, en cuanto a la contaminación del agua, pero que nosotros (ámbito áulico) no podíamos demostrar la contaminación (limitación de la modelización), más allá que sabíamos que la respuesta era que sí, por eso diseñamos la cunita (modelo que simulaba movimiento de las olas)” (modelo teórico aplicado)
- “Tuvimos varias fallas ya que era muy poco tiempo. Por lo que le agregamos una hora. El segundo experimento fue de 11,30 a 12,30, este tuvo resultados más favorables [...]” (evidencias)
- “Ese protector no tuvo los mismo resultados que tuvo el Photoderma. Con este probamos que se secó muy rápido. La carne

lo absorbió por completo [...] Con el Dermaglós tuvimos mejores resultados que con el segundo (Bagovit), pero no mejores que con el Photoderma. Este no se secó por completo y duró más que el Bagovit. Por lo visto el mejor es el Photoderma (nanoparticulado) a comparación con los otros. Al ser nanoparticulado su durabilidad la extiende. Y su resistencia también. Por lo que se recomienda usar más este tipo de protectores solares [...] en todos los casos usamos 0,8 gramos y una hora de tiempo” (evidencia y retórica)

El análisis de todas las filmaciones de clases denota la relevancia de la secuencia didáctica centrada en la actividad experimental para la obtención de evidencias y modelización de los hechos a estudiar, que se ve potencializada por las decisiones del profesor para la generación de un ambiente de clase en el cual la orquestación de los artefactos semióticos y las interacciones discursivas otorgan autonomía conceptual suficiente a los estudiantes que se evidencian en los argumentos científicos producidos.

TABLA II. Categoría: Artefactos semióticos.

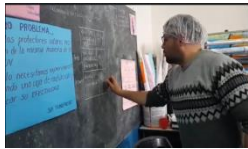

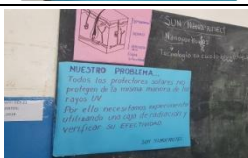





Dimensión	Categoría	Indicadores	Descripción	Identificación Del Indicador
Ambiente de clase	Artefactos semióticos	Pizarrón	Es un artefacto que permite visualizar los conceptos a ser desarrollados durante la implementación de la secuencia didáctica. Así también, en oportunidades coexisten con láminas para evitar explicaciones de forma reiterada. Por momentos permitió concentrar la atención de la clase unificando aspectos teóricos, registros experimentales y producción de evidencias.	 
		Láminas	Las láminas se utilizan para detallar problemas, protocolos de trabajo experimental o incluir imágenes que complementan la presentación de los conceptos centrales del modelo teórico involucrado.	
		Configuración del espacio áulico	Es parte del modelo didáctico, facilitando o interfiriendo la construcción de aprendizajes científicos. En este caso, se transformó la biblioteca escolar en un escenario dispuesto para el desarrollo de la secuencia diseñada: interacciones discursivas, modelización y experimentación, adecuándose en forma dinámica a las necesidades y demandas de las tareas.	
		Trama gestual	El profesor realiza una serie de gestos concretos combinados con el lenguaje oral y escrito construyendo una trama gestual. Los gestos concretos hacen referencia al núcleo central del concepto o procedimiento a tratar. Los gestos de interacción discursiva dan lugar por parte de los estudiantes a la recuperación del gesto del profesor para la construcción de sus propios argumentos científicos.	
		WhatsApp	El grupo de WhatsApp se transformó en la extensión del ambiente áulico para aquellos estudiantes que no asistieron a las clases experimentales de forma presencial. Por dicho medio se enviaron consignas y aportaron fotos de los resultados experimentales, GIF animados, entre otros.	

TABLA III. Categoría: Interacciones discursivas.

Dimensión	Categoría	Indicadores	Descripción	Identificación del indicador
Ambiente de clase	Interacciones discursivas	Docente-alumnos	Corresponden a los intercambios discursivos en los que se incluyen instancias de diálogo, debate y explicaciones entre pares y con el docente. Por ejemplo, un alumno cuestiona la oratoria del docente justificando que <i>“con un gramo de protector utilizado sigue sobrando, ya que se dio cuenta gracias a lo experimentado que había sobrado la cantidad utilizada”</i> . El docente responde que <i>“con ese gramo se garantiza la cobertura total del número de muestras... dar pie a un mayor ajuste en los gramos dificultaría futuras repeticiones en la experimentación”</i> .	
		Alumnos-alumnos		

V. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En este estudio concluimos que uno de los aspectos del ambiente que se generó con relación al espacio físico fue la transformación de la biblioteca escolar en un escenario dispuesto para el desarrollo de la secuencia diseñada, esto surgió como decisión del docente debido a las necesidades y demandas de las tareas. Ello nos permite confirmar que la estructura y diseño del aula intervienen en la relación entre el ambiente de clase y el proceso de argumentación, facilitando u obliterando diferentes actividades o la calidad de los resultados de los mismos. A la luz de la metáfora ecológica interpretamos la organización del aula como el biotopo de un sistema que define algunos aspectos del ambiente de clase. Por lo dicho, consideramos que el ambiente debería ser configurado por el profesor anticipadamente a la clase, al momento de diseñar la secuencia. El ambiente es dinámico, se planifican los cambios que deben ocurrir en función de la evolución del proceso, por lo que resulta parte indisoluble del modelo didáctico. Coincidimos con otros autores como Duarte (2003), que sostiene que existe una *“enorme coincidencia entre la estructura de las relaciones y la disposición espacial, elemento de gran importancia para propiciar ambientes de aprendizaje que permitan la individuación, pero también la socialización (p. 106)”*. Como resultado de la aplicación de estas estrategias didácticas, se produce la participación activa de los alumnos, tanto en las interacciones espontáneas entre alumnos y docente como en el diseño de expresiones argumentativas. Además, el docente toma decisiones que favorecen la libertad de expresión y de desplazamiento en clase, como acciones que facilitan la producción de argumentos. Resulta necesaria la coincidencia entre la libertad de expresión y de desplazamiento respecto de la libertad de pensamiento de los alumnos para no condicionar sus acciones.

Una de las características de un ambiente didáctico que favorezca la producción de argumentos, tiene que ser un discurso horizontal y no coercitivo, de modo tal que exista flexibilidad entre los enunciados que circulen en el aula, sin que se condicione o limite el pensamiento del alumno. Cabe destacar la importancia que adquiere la construcción de evidencias científicas en el diseño experimental, a partir de la recolección de datos que aportaron solidez en el argumento de los estudiantes. Con relación al diseño experimental y al ajuste del mismo concluimos que se constituyen en segmentos significativos para la elaboración de argumentos y contraargumentos utilizados en el debate controversial, también reflejados en los informes de laboratorio presentados por los alumnos.

El potencial semiótico que aporta la trama de recursos multimodales, gestos, lenguaje oral y escrito, que se evidencian en el discurso del profesor se constituye en una orquestación semiótica que se mantiene a lo largo de las clases, contribuyendo en la construcción de las propias tramas multimodales que los estudiantes utilizan en sus argumentaciones. Se reconoce la reformulación de la trama semiótica empleada por el docente en los argumentos de los estudiantes. Los alumnos lograron apropiarse de los gestos empleados inicialmente por el profesor y, en algunos casos, lograron superarlos cuando la intención apunta a justificar una mejora de la experimentación propuesta o para ofrecer una explicación frente a la indagación en determinados temas controversiales. El entramado de modos semióticos del discurso docente otorga sentido a la tarea experimental, transformándose en el principal contexto de debate y argumentación de las clases. Tal fue la importancia de esta apropiación que algunos estudiantes replantearon ajustes en el diseño experimental. Entendemos esta reformulación como un indicador de la relación entre el ambiente de clase y la calidad de los argumentos generados, por lo tanto un indicador de aprendizaje de los modelos teóricos involucrados, logrando la apropiación del lenguaje de la ciencia tanto en su vertiente lingüística como semiótica. El tratamiento de los modelos teóricos, como el modelo físico de radiación, el modelo histológico del tejido epitelial y la protección del mismo, y la utilización de los mismos se ve reflejado en los argumentos que los estudiantes construyen para dar cuenta del problema abordado.

El grupo de WSP funcionó de manera cooperativa en la construcción de argumentos por parte de los alumnos, ya que existe una correspondencia estratégica de los entramados multimodales utilizados en el medio presencial y virtual. Consideramos el ambiente de clase presencial y el ambiente virtual de WSP, como medios subsidiarios y

complementarios para la construcción de segmentos de significatividad.

La secuencia didáctica aplicada permitió la generación de un ambiente resultante de los indicadores presentados en las tablas y gestionados por el docente que favoreció la construcción de argumentos y contraargumentos por parte de los estudiantes sobre un tema novedoso y motivador, como la controversia acerca de los protectores solares y el impacto sobre el ambiente.

REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A. (2017). Puentes entre la argumentación y la modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 4491-4496.

Duarte, J. (2003). Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Revista estudios pedagógicos*. (29). 97-113.

Jewitt, C. (2013). Multimodal methods for researching digital technologies. *The SAGE handbook of digital technology research*, 250-265.

García-Chato, G. I. (2014). Ambiente de aprendizaje: su significado en educación preescolar. *Revista de Educación y Desarrollo*, 29, 63-72.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Kress, G. y van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal Discourse: The Modes and Media of Contemporary Communication*. London: Arnold, Oxford University Press.

Loughlin, C. y Suina, J. (1997). *El ambiente de aprendizaje: diseño y organización*. Madrid: Morata.

Manghi, D., & Cordova, J. P. (2011). Definiciones y explicaciones multimodales: potencial semiótico en la enseñanza de la biología en educación media multimodal. *Logos: Revista de Lingüística, Filosofía y Literatura*, 21(2), 17-39.

Pedrol, H., Drewes, A., Tricárico, R. H., & Calderaro, A. T. (2015). Los ambientes de clase y su influencia sobre el proceso de argumentación científica escolar. En *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.

Pedrol, H., Ortíz, F., Calderaro, A., Iuliani, L., & Avena, A. (2020). Argumentación multimodal en la enseñanza de la fisicoquímica. Controversia sobre el uso de protectores solares nanoparticulados. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(2), 31-42.

Porlán. R. (1996). *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada.

Rinaudo, M. C., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de educación a distancia*, (22).

Salazar, C., Ortega, F. (2018). La argumentación multimodal en la enseñanza de las ciencias, un aporte a la formación inicial de docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*.