



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD MONTERREY**

“¿Qué hacemos con el río?”

**Una investigación acerca de las prácticas argumentativas en
un grupo de estudiantes del sexto grado de educación
básica”**

Tesis que presenta

Gerardo Juan Guerrero Hernández

Para obtener el grado de

Maestro en Educación en Biología para la Formación Ciudadana

Director de tesis:

Dr. Gonzalo Peñaloza Jiménez

Apodaca, N. L. México

Agosto 2020

El desarrollo de esta tesis fue posible gracias a la beca otorgada por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Agradecimientos

A mi familia, especialmente a mi madre y a mi hermana. Gracias por su apoyo incondicional e impulsarme a salir adelante, las amo.

Al Dr. Gonzalo Peñaloza Jiménez. Gracias por su compañía, orientación y paciencia.

A las Dra. Teresa Guerra y Dra. Tatiana Salazar por aceptar ser mis lectoras y los consejos que me han brindado para alcanzar mi cometido.

A mis compañeras y compañeros de clase, por compartir conmigo sus experiencias y pensamientos. Por siempre mantener un espíritu entusiasta y comprometido con nuestra labor docente.

CONTENIDO

Resumen	6
Abstract	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. JUSTIFICACIÓN	10
2.1 Para la formación ciudadana	10
2.2 Para la formación docente	10
2.3 Fortalecimiento del aprendizaje de la ciencia.....	11
3. CONTEXTO ESCOLAR DEL PROYECTO	13
4. EL PROBLEMA DIDÁCTICO	14
5. OBJETIVOS	15
6. REFERENTES TEÓRICOS	16
6.1 Lo que se entiende por argumentar (la práctica argumentativa).....	16
6.2 Argumentar: la actividad.....	17
6.3 El argumento según Toulmin	18
6.3.1 La complejidad del argumento.....	18
6.3.2 El modelo argumentativo de Toulmin.....	19
6.4 Las cuestiones sociocientíficas como contextos de argumentación.....	20
6.5 Sobre el río Santa Catarina.....	22
6.5.1 El RSC y sus impactos en las dimensiones del desarrollo sostenible	24
6.5.2 Dimensión social y cultural	25
6.5.3 Dimensión ambiental.....	25
6.5.4 Dimensión económica	25
6.5.5 Dimensión política	26
6.5.6 ¿Qué hacer al respecto?	27
7. METODOLOGÍA	29
7.1 Diseño de la secuencia didáctica	29
7.2 Descripción de la secuencia didáctica.....	31
7.3 Selección de las producciones a analizar	34
7.4 Recopilación de datos	35
7.5 Construcción de la información.....	35
7.5 Análisis de los datos	37

7.6 Análisis anatómico del argumento.....	39
8. RESULTADOS.....	41
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
10. CONCLUSIONES	54
11. REFERENCIAS.....	56
ANEXO 1	62

Resumen

La práctica argumentativa ha sido un foco de interés para la comunidad docente-investigadora en el campo de la enseñanza de las ciencias, sin embargo, poco se ha reportado en alumnos de sexto grado. Este trabajo busca contribuir a esta exploración. Para ello se diseñó e implementó una secuencia didáctica que involucró el planteamiento de una cuestión sociocientífica local con la intención de promover la argumentación entre estudiantes de sexto grado de primaria (12-13 años). Dentro de la secuencia se incluyeron cuatro actividades para que los estudiantes expongan sus argumentos los cuales fueron analizados a la luz del modelo argumentativo de Toulmin (TAP) y posteriormente se clasificaron de acuerdo con su nivel de calidad. Los resultados indican que la calidad de los argumentos expuestos por los estudiantes no tiene una progresión clara a lo largo de la secuencia didáctica. Esto sugiere que en la secuencia podrían incluirse de manera explícita, una o más sesiones enfocadas a enseñar la importancia y uso de los componentes básicos del argumento. Por otra parte, se encontró que las actividades orales, con respecto a las escritas, permitieron que los estudiantes formularan más argumentos. Finalmente, se sugiere que la preparación previa del docente es importante para favorecer el desarrollo de las habilidades argumentativas de los estudiantes.

Palabras clave: argumentación, educación primaria, cuestiones sociocientíficas, modelo argumentativo de Toulmin

Abstract

Argumentative practice has been a focus of interest in the field of science teaching; however, scarce research has been reported on sixth grade students. This work seeks to contribute to this exploration. In consequence, a teaching sequence was designed and implemented involving the use of a local socio-scientific issue with the purpose of promoting argumentation among sixth grade students (12-13 years old). Within the sequence, four activities are included for students to present their arguments, which were analyzed considering Toulmin's argumentative pattern (TAP) and later classified according to their level of quality. The results indicate that the arguments presented by the students do not progress clearly throughout the teaching sequence taking into account the quality of their arguments. This suggests the need to explicitly include one or more sessions focused on teaching the importance and use of the basic components of the argument. On the other hand, it was found that oral activities, with respect to written ones, allowed the students to formulate more arguments. Finally, teacher's preparation seems to be important in order to foster students' argumentative skills.

Keywords: argumentation, primary education, socio-scientific issues, Toulmin's argumentative pattern

1. INTRODUCCIÓN

La argumentación o práctica argumentativa es indispensable para la ciencia en la resolución de conflictos, los consensos sobre las explicaciones de opiniones y llegar a consensos sobre las maneras como entendemos los hechos del mundo (Osborne, 2002). En general, la argumentación puede definirse como el proceso de construir y criticar argumentos, que consisten en afirmaciones, pruebas y razonamientos (Kuhn, 1993). Por ello, los científicos están inmersos en procesos de argumentación para desarrollar y refinar ideas sobre el mundo natural. De hecho, la argumentación desempeña un papel central en la construcción de explicaciones, modelos y teorías (Siegel, 1989) y los científicos usan argumentos para sustentar sus afirmaciones basándose en la evidencia que recaban mediante distintas formas (Toulmin, 1958). De alguna manera, la ciencia es un proceso social en el que se argumenta sobre las explicaciones, teorías y modelos más adecuados para comprender la naturaleza.

Por su parte, la educación en ciencias es una oportunidad para la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados que, además de mostrar competencia para observar y explicar los fenómenos naturales que los rodea, sean capaces de argumentar teniendo en cuenta el conocimiento científico relacionándolo con su contexto. En efecto, aprender sobre argumentación implica habilitar a los individuos para actuar de la manera más apropiada, a la luz de las demandas sociales, tecnocientíficas y ambientales de su contexto (Sánchez, González & García, 2013). De una ciudadanía científicamente formada se espera un empoderamiento crítico, con la capacidad de sopesar entre las razones éticas, políticas y científicas que dan forma a las sociedades modernas y que definen el curso que pueden tomar.

El propósito de la educación en ciencias es ayudar a los estudiantes a entender la doble naturaleza de la ciencia: como proceso y como producto. Además, de reconocer sus logros intelectuales. Esto implica abordar no solo lo que sabemos, sino también cómo lo sabemos (Duschl, 1995). En este proceso es de vital importancia reconocer que la actividad científica está caracterizada por la controversia, el disenso y la necesidad de decidir entre elementos teóricos en pugna. Como se insinuó antes, hacer ciencia implica argumentar.

El carácter dinámico de la ciencia parece contrastar, en no pocas ocasiones, con la forma rígida en que se enseña. Actualmente es posible encontrar escenarios escolares regidos por relaciones

verticales, en donde el docente tiene absoluto control del discurso escolar y se remite a la formulación y evaluación de preguntas que, por lo general, son de orden conceptual (Jiménez-Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003). En otras palabras, es una relación que se basa en cuestionamientos cerrados, que no están sujetas a discusión, ni la promueven. De esta manera, la práctica argumentativa, caracterizada por el intercambio de ideas, no tiene cabida durante el ejercicio escolar y, en consecuencia, los aprendices carecen de la oportunidad para usar y desarrollar las habilidades lingüísticas y cognitivas involucradas en la práctica argumentativa. Estas prácticas, consideradas por algunos como “tradicionales”, se alejan de la naturaleza de la ciencia que inherentemente está abierta al disenso y al uso de argumentos para defender las ideas (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Como respuesta a dichas prácticas, desde hace ya varios años, se ha venido investigando sobre cómo se desarrollan los procesos argumentativos en el aula. En el campo de la Educación en Ciencias existe el consenso de que la habilidad cognitivo-lingüística de ‘argumentar’ debe tener un papel central en las clases de ciencias naturales. Pero esto requiere un trabajo sistemático de exploración discursiva sobre la interacción entre las ideas y la evidencia que las apoya, sobre las prácticas de aula y sobre cómo se expresan estas intenciones en contextos escolares particulares. Al respecto, este trabajo presenta una reflexión sobre la implementación de una secuencia didáctica orientada a promover los procesos argumentativos en un aula de biología. Particularmente esta secuencia se desarrolló en un curso de sexto año de primaria, en el tema de ecología.

2. JUSTIFICACIÓN

Las investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias convergen en señalar la importancia de los procesos argumentativos (Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2007; Newton, Driver & Osborne, 1999; Simon, Erduran & Osborne, 2006; Faize, Husain & Nisar, 2018). Básicamente, esta relevancia se señala en tres aspectos: la formación de ciudadanos, la formación de los profesores y en el fortalecimiento del aprendizaje de la ciencia. A continuación, se presenta cada uno de estos aspectos indicando su relación con el presente trabajo y, así, justificar su pertinencia.

2.1 Para la formación ciudadana

Bajo el supuesto de que los niños y jóvenes de la actualidad se convertirán en individuos socialmente activos y como se ha comentado con anterioridad, resulta importante para la formación ciudadana, entender cómo se aprende y se enseña a argumentar. Al respecto, el dominio de las habilidades argumentativas permite a los sujetos reconocer el valor de las proposiciones en que se versa una opinión, así como mantener una apertura mental para dar cuenta de las debilidades de sus argumentos y la riqueza que pueden representar otras opiniones, distintas u opuestas (Siegel, 1995). De esta manera, los futuros ciudadanos supondrían una preparación para su participación en sociedad al estar informados y ser aptos para reflexionar ante los retos que presenta su realidad social (Sánchez et al., 2013).

2.2 Para la formación docente

Por otra parte, la práctica argumentativa es una actividad poco frecuente en los escenarios escolares, particularmente en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia (Driver, Newton & Osborne, 2000). Es por ello por lo que se vuelve necesario para los docentes de ciencias tener conocimientos sobre el discurso argumentativo, tanto en su forma como en la manera en la que este ocurre (Erduran, Ardac & Yakmaci-Guzel, 2006). En otras palabras, si el objetivo de esta tesis es lograr que los estudiantes sean capaces de argumentar, es necesario que el docente cuente con las aptitudes y actitudes para desarrollar las actividades pertinentes y más eficaces para promover el discurso argumentativo entre los estudiantes.

Bajo esta luz, el presente trabajo busca responder a la necesidad de conocer las maneras en las que un grupo de estudiantes procede al argumentar, así como la calidad argumentativa que

presentan sus participaciones y los aspectos en el docente que puedan favorecer este tipo de razonamiento. Si bien, la intención del profesor y del diseño de la secuencia fue promover la argumentación, una reflexión crítica sobre la implementación de las actividades se espera que muestre aspectos a fortalecer y, por ende, recomendaciones para cualificar este tipo de iniciativas.

2.3 Fortalecimiento del aprendizaje de la ciencia

La práctica argumentativa ha sido una línea de investigación educativa de interés con el objetivo de enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en distintas disciplinas como la educación cívica y las matemáticas (Ramos, Sánchez & Huapaya, 2014), así como en biología (Jiménez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 1999; Motokane, 2015). Particularmente, es de interés para este proyecto abordarla desde un enfoque para la enseñanza y aprendizaje de la biología. Recurrir a la práctica argumentativa dentro del salón de clases brinda la posibilidad de conocer el modo en el que los estudiantes proceden al razonar (Pinochet 2015). De esta manera, se puede apreciar cómo son utilizados los procesos mentales de crítica y reflexión, así como la manera en la que utilizan los términos y conceptos pertinentes al tema abordado.

De hecho, se ha planteado que uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias debería ser el desarrollo de la capacidad argumentativa (Sardá & Sanmartí, 2000; Kuhn, 1993; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Driver, Newton & Osborne, 2000; Songsil, Pongsophon, Boonsoong & Clarke, 2019). La argumentación, como habilidad del pensamiento, promueve la construcción del aprendizaje de las ciencias en los estudiantes al implicar el uso de los contenidos disciplinares en contextos que pueden resultar familiares para ellos (Campaner & De Longhi, 2007; Archila 2013; Motokane, 2015). Por su parte, Larraín (2009), subraya el rol que tiene el discurso argumentativo para la promoción de la alfabetización científica al involucrar habilidades como la elaboración de hipótesis, la anticipación de otros puntos de vista y el manejo de evidencia. Es importante recordar que la ciencia construye el conocimiento a partir de la vinculación entre los fenómenos observados, los modelos existentes que buscan explicar dicho fenómeno, las evidencias y explicaciones de dichas observaciones. La práctica argumentativa, tal como en la ciencia formal, es considerada una herramienta fundamental para el desarrollo de capacidades que permiten la resolución de conflictos (Jiménez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 1999), trabajo de grupos cooperativos y el desarrollo de debates dentro del salón de clases (González, Sánchez & García 2013).

Tomando en cuenta las ideas de Sardá y Sanmartí (2000; p.405) que dan cuenta sobre el aprendizaje y construcción de las ideas de la ciencia a través de su expresión, y que el dominio en las habilidades del habla y la escritura es una “condición necesaria para su evolución”, el proceso de argumentar se perfila como un medio apropiado para que los estudiantes pongan en práctica el uso de los contenidos disciplinares, procedimentales y actitudinales que ofrece la ciencia escolar (Jorba, et. al. 2000; Sanmartí 2003; Revel, Couló, Erduran, Furman, Iglesia & Ardúriz 2005; Campaner & De Longhi 2007).

3. CONTEXTO ESCOLAR DEL PROYECTO

Este proyecto se llevó a cabo en una institución educativa privada que funciona bajo un esquema internacional conocido como *International Baccalaureate* (IB) y ofrece su servicio a una población de estrato socioeconómico alto. Dicho modelo educativo se caracteriza por ofrecer una educación bilingüe, en que todas las materias deben ser impartidas enteramente en el idioma inglés, con excepción de Español, Civismo e Historia de México. Cabe señalar que, el dominio de la lengua inglesa no se presenta en la misma proporción entre los estudiantes y algunos presenta mejores desempeños en el dominio del segundo idioma.

Vale la pena aclarar que, reconociendo la diversidad en el desarrollo de habilidades y manejo de la segunda lengua y teniendo en cuenta que las habilidades lingüísticas influyen directamente en el desarrollo de argumentos, el docente a cargo de la asignatura optó por utilizar el español en las sesiones que hacen parte de la secuencia para facilitar la comunicación dentro del salón de clases, enfatizando en el desarrollo de argumentos. Por otra parte, la mayoría de las producciones textuales elaboradas por los estudiantes fueron en inglés, pero se indicó a aquellos alumnos que encontraban dificultades en comunicar sus ideas en la segunda lengua tenían la libertad de utilizar su lengua natal.

Para el diseño e implementación de la secuencia se incluyeron tres grupos de sexto grado durante la asignatura de Ciencias. El grupo A conformado por 17 estudiantes, 12 niñas y 5 niños; el grupo B con una población de 12 chicas y 7 chicos; y el grupo C con un total de 22 estudiantes, 12 niñas y 10 niños. Todos ellos con una edad que oscilaba entre los 12 y 13 años al momento de la implementación.

4. EL PROBLEMA DIDÁCTICO

Con el objetivo de definir y delimitar el problema didáctico en el que se enfoca este trabajo, se realizó una exploración inicial con los estudiantes. Para esto se tuvieron en cuenta escenarios que dieran la oportunidad de discutir sobre cuestiones polémicas y pedir a los estudiantes que tomaran decisiones ante dicho problema. Por ejemplo, el cambio de uso de suelo en una región y su relación con el impacto ambiental, o bien, decidir sobre conservar o eliminar algún insecto de nuestra huerta. Usando este recurso y con la intención de definir el problema didáctico al que responde esta propuesta, se realizó un diagnóstico sobre la manera en la que los estudiantes involucrados en este proyecto elaboraban argumentos para proponer una solución y justificarla.

De los resultados de este diagnóstico se puede concluir que las decisiones planteadas por los estudiantes están fundadas, generalmente, en un sistema de valores morales, y el conocimiento científico es poco relevante en ellas (Guerrero & Peñaloza, 2019). Si bien los datos de este ejercicio no son concluyentes, sí están en el mismo sentido de otros hallazgos que sugieren que los sujetos usan solamente las evidencias que refuerzan sus decisiones y tienen dificultades para tener en cuenta las que no lo están (Zeidler & Keefer, 2003; Balgopal & Wallace, 2009). Esto supone un reto para la educación en ciencias, porque implica que se debe fomentar el desarrollo de pensamiento crítico y la autorreflexión para cuestionar los supuestos personales y tomar en cuenta las evidencias que los contradicen. En este sentido, Evagorou, Jiménez-Aleixandre y Osborne (2012) llevaron a cabo un proyecto de investigación educativa en donde expone a dos grupos socioculturales distintos a tomar decisiones ante una cuestión sociocientífica (CSC) como es la de eliminar o no una población de ardillas introducidas que suponen una amenaza a la población de ardillas locales. En relación con este proyecto de innovación, los resultados obtenidos sugieren que los estudiantes, dependiendo del contexto en donde se han desarrollado, tienden a favorecer o rechazar las evidencias que se ajustan u oponen a su sistema de creencias. En términos generales, la exploración denotó la pertinencia de trabajar con argumentos, la posibilidad de enseñar y aprender sobre argumentación con niñas y niños de sexto grado de primaria (12-13 años) y de crear escenarios basados en cuestiones sociocientíficas como un medio para promover la argumentación.

5. OBJETIVOS

Teniendo en cuenta la importancia de la argumentación en la educación en ciencias se propone el trabajo: “¿Qué hacemos con el río? Una investigación acerca de las prácticas argumentativas en un grupo de estudiantes del sexto grado de educación básica”, el cual presenta tres objetivos:

- Caracterizar la calidad de los argumentos que elaboran los estudiantes en el curso del desarrollo de la secuencia didáctica.
- Analizar la pertinencia de las actividades desarrolladas en la secuencia, a la luz de la construcción de argumentos y su calidad por parte de los estudiantes.
- Reflexionar sobre la relación entre las prácticas docentes y el desarrollo de las habilidades argumentativas del estudiantado teniendo en cuenta la calidad de los argumentos.

Al mismo tiempo, se espera que este trabajo pueda abonar a los esfuerzos de la investigación educativa por entender la manera en la que los estudiantes razonan al argumentar, la creación de escenarios educativos que promuevan las habilidades argumentativas y, en general, fomentar la alfabetización científica.

6. REFERENTES TEÓRICOS

6.1 Lo que se entiende por argumentar (la práctica argumentativa)

Etimológicamente se presume que la palabra “argumentar” se deriva de “argumento” y estas surgen del latín *arguere*: dejar claro, hacer saber, probar, declarar, demostrar; la cual a su vez tienen su origen del prefijo *arg-*: brillar, blanco; como en *argentum* (plata). Por otro lado, el sufijo *-mentum*, que se refiere a “medio” o “instrumento”. En un intento por realizar una interpretación etimológica, “argumentar” es el instrumento discursivo con el cual se busca clarificar, declarar, o demostrar una idea. Por su parte, la Real Academia Española establece la definición de “argumentar” como “*la acción dar argumentos*”, y “argumento” como “*aquel razonamiento para probar o demostrar una proposición, o bien para convencer de lo que se afirma o se niega*”.

En el uso común argumentar se entiende como la confrontación entre dos personas que sostienen posturas opuestas, o bien, como un acto dialéctico en donde se busca el dominio de una postura sobre otra, en donde hay un “ganador” y un “perdedor” (Kuhn, 1993; Duschl & Osborne, 2002; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Berland & Reiser 2009). En muchos escenarios educativos, argumentar se puede percibir como un antivisor ya que no es deseable discutir con las personas que tienen cierta autoridad, como los profesores, y porque ‘la autoridad no debe cuestionarse’. Por ejemplo, se ha considerado como una falta de respeto que los estudiantes pongan en tela de juicio los conocimientos que presentan el o la docente (o la autoridad que estos representan). Esto puede entenderse a la luz del “control” que intentan mantener los maestros y maestras sobre el discurso dentro del salón de clases (Jiménez-Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003); en el marco de un modelo ‘tradicionalista’, donde el conocimiento que ofrecen los docentes es: “inequívoco, incuestionable e irrefutable” (Claxton, 1991, citado por Driver, Newton & Osborne, 1998; p.288).

La argumentación es un proceso de diálogo (Blancas & Guerra, 2019), una “estrategia de razonamiento” (Jiménez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 1999; p.760) que permite la selección de proposiciones que justifican y a su vez sustentan una conclusión. Esto con la intención de demostrar o persuadir a otros sobre lo que se declara o refuta, o encontrar resolución a un conflicto determinado (Duschl & Osborne 2002) considerando las ideas que pueden oponerse o condicionar tal o cual argumento.

6.2 Argumentar: la actividad

Siguiendo con esta línea de pensamiento se entiende al argumento como producto de la argumentación (Kuhn & Udell, 2003), cuya precisión retórica es la de sustentar una explicación, clarificar una opinión, persuadir a una audiencia, rechazar una hipótesis o llegar a un consenso. Añadiendo que “el lenguaje combina lo cognoscitivo y lo social” (Vygotsky, 1979 en Jiménez-Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003, p.360) se reconoce a la argumentación como una actividad de tipo social, lingüística y racional (Van Eemeren, 1996; Jiménez-Aleixandre, Bugallo y Duschl, 1999; Berland & Reiser 2009; Plantín y Muñoz, 2011; Marraud 2015), lo que se explica con mayor amplitud a continuación:

Argumentar: Una actividad social. Se reconoce a la acción de argumentar como una actividad social a partir de su naturaleza retórica y la relación bidireccional establecida entre los actores que participan en la argumentación: el locutor (*L*), quién emite un mensaje; y el interlocutor o audiencia (*A*), a quien(es) va dirigido el mensaje (Plantín & Muñoz, 2011). Donde *L*, expone con el fin de convencer o clarificar a *A*. Por su parte, *A*, tiene la responsabilidad de evaluar las ideas y replicar a favor o en contra, con la misma intención de convencer o clarificar sobre lo que *A* opina de las ideas de *L*. En este ir y venir de argumentos es que ha sido posible la explicación colectiva de los hechos del mundo (Blancas & Guerra, 2019).

Argumentar: Una actividad lingüística. Argumentar implica comunicarse y la comunicación es posible a través del lenguaje. Dicho de otro modo, quien argumenta se vale de un vocabulario para convencer al otro (Plantín & Muñoz, 2011; Marraud, 2015). En sentido figurado, el lenguaje funge como excipiente para el argumento.

Entre los músicos, el dominio sobre un instrumento musical se verá reflejado en la calidad de la ejecución de una pieza. Símil a esto, la capacidad en el manejo del vocabulario (qué se dice, cómo se dice) resulta indispensable para la construcción, aceptación o rechazo de ideas durante la práctica argumentativa (Plantín & Muñoz, 2011; Berland & Reiser, 2009). Al respecto, Santa Olalla (2010) compara las habilidades argumentativas presente en estudiantes sin problemas de audición e hipoacúsicos. La autora concluye que la competencia argumentativa, en ambos grupos, mantiene una relación con el dominio lingüístico, es decir, a mayor dominio lingüístico, mejores competencias argumentativas.

Argumentar: Una actividad racional. Durante el acto argumentativo se espera del locutor la evaluación y uso de razones apropiadas para sustentar su declaración, esto con la intención de exponer una lógica que nutre su argumento (Plantín & Muñoz, 2011). Por otro lado, del interlocutor o la audiencia se tiene la expectativa de deliberar acerca de la pertinencia de las razones que dan cuerpo a dicho argumento y así asentar o replicar con lo declarado. En ambos casos se presume el uso del pensamiento crítico. Considerando que el pensamiento crítico es una actividad racional, y que la práctica argumentativa surge de este tipo de pensamiento (Jiménez-Alexandre, Bugallo & Duschl, 1999), se puede concluir que la argumentación es, en consecuencia, una actividad racional.

6.3 El argumento según Toulmin

6.3.1 La complejidad del argumento

El uso de argumentos no se remite exclusivamente a grupos de especialistas, por ejemplo, de intelectuales que discuten nuevas explicaciones científicas o los problemas socioeconómicos que atañen a nuestra sociedad. Por el contrario, su empleo se extiende y permea en la cotidianidad de nuestras vidas. Ya sea para acordar el destino de las próximas vacaciones, deliberar entre la inocencia o culpabilidad de una persona, o presentar una explicación fenomenológica, es necesario elaborar y tomar en cuenta los argumentos involucrados. No obstante, la naturaleza de un argumento depende del contexto o campo en el cual se desenvuelve (Toulmin, 2003) lo que complejiza dicho razonamiento (Chamizo, 2007; Plantín & Muñoz 2011). Así, el tipo de pruebas o evidencias que justifican un argumento en ciencias sociales no poseen, precisamente, las mismas características de aquellas empleadas en las ciencias biológicas (Jiménez-Aleixandre, Bugallo, & Duschl, 2000).

Un ejemplo de ello se presenta al momento de atender problemas de carácter sociocientífico, en donde las personas involucradas en dicha discusión deliberan entre distintos razonamientos sociales y científicos para tomar una decisión. Este tipo de problemas, abiertos y controversiales, pueden poner en “tela de juicio” los valores éticos que caracterizan a una población en un determinado momento de la historia. La legitimidad del aborto, la legalización de la marihuana y la manipulación genética en seres humanos, son eventos que deben ser considerados desde una perspectiva social, ética, científica, entre otras, cuya apropiada resolución debe estar sujeta a la práctica argumentativa.

6.3.2 El modelo argumentativo de Toulmin

En atención a la diversidad de escenarios en los cuales se presenta el argumento, el filósofo inglés Stephen Toulmin (1958) ha propuesto un modelo (Figura 1) conocido como ‘el modelo argumentativo de Toulmin’ o TAP (siglas en inglés, *Toulmin Argument Pattern*).

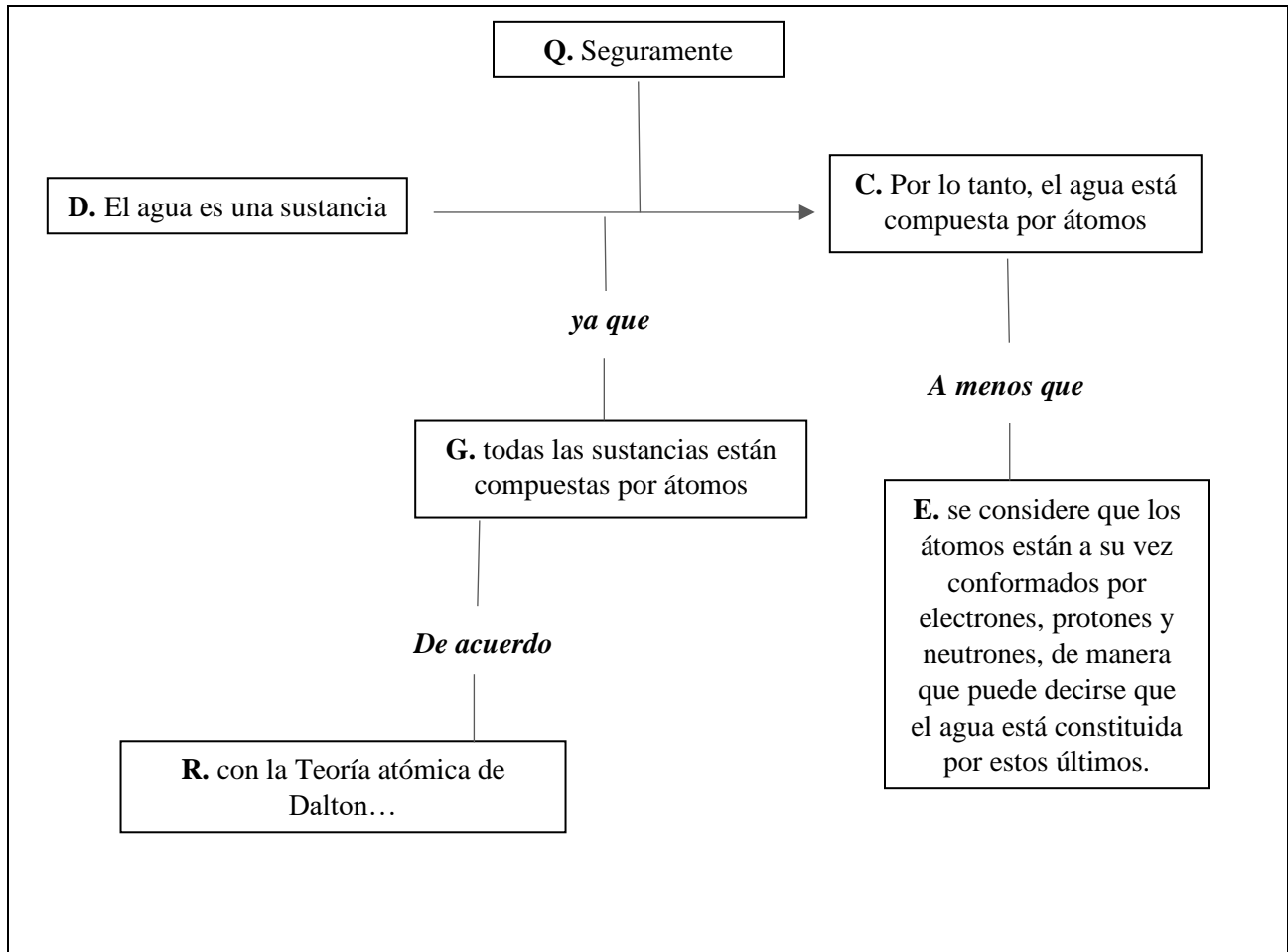


Figura 1. El modelo argumentativo de Toulmin (TAP). Tomado de Chamizo (2007).

En este modelo, se proponen los componentes de un argumento y la relación que establecen estos componentes entre sí: **los datos (D)**, que responden a los hechos y datos a los que estamos apelando y conducen a una **conclusión (C)**, es decir, lo que se declara o propone en función de la pregunta o problema inicial; y **las garantías (G)** que construyen un puente de relación entre *los datos* y *la conclusión* otorgando un valor de pertinencia a dicha relación. **El respaldo (R)**, componente en el que apoyamos las garantías y que puede poseer un valor científico o cultural; **las excepciones (E)**, también conocidas como *contrargumentos* y señalan las circunstancias en las que el argumento podría resultar inválido; y **el calificativo modal (Q)**, el cual tiene como

propósito explicitar la fuerza que el resto de los componentes confieren a la conclusión, es decir, si el argumento presentado puede ser validado por completo, de manera parcial, o bien, siempre y cuando cumpla con determinadas condiciones.

El TAP como herramienta para el análisis “anatómico” de los argumentos, ha sido utilizado ampliamente por diversos investigadores educativos (Jiménez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 1999; Erduran, Simon & Osborne, 2004; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Berland & Reiser, 2009; Motokane, 2015) con la intención de reconocer cómo los estudiantes construyen sus argumentos y hacen uso de sus componentes en el contexto de la ciencia escolar. Desde luego, este patrón tiene limitaciones, como su ambigüedad para identificar la diferencia entre los componentes: datos, conclusión, garantía y respaldo. No obstante, estos problemas pueden ser superados considerando el contexto discursivo y el uso de ciertos conectores lingüísticos (Erduran, Simon & Osborne, 2004) y es una forma práctica para estudiar los argumentos con fines educativos.

6.4 Las cuestiones sociocientíficas como contextos de argumentación

La argumentación ha sido objeto de interés por parte de los investigadores en educación en ciencias por varios años y que hasta ahora ya se han generado trabajos empíricos interesantes que muestran cómo funciona el uso de CSC en el aula como recursos para promover las prácticas argumentativas. Un aspecto que ha resultado relevante para el uso de las CSC en el contexto de la argumentación es proponer temas con los que los estudiantes se puedan relacionar con facilidad. En atención a esto, el equipo de Erduran, Simon y Osborne (2009) eligieron la CSC de los zoológicos por la familiaridad que los estudiantes tienen con estos espacios y su relación con los temas del currículo como son la extinción y la preservación de las especies. En este proyecto los estudiantes argumentaban a favor o en contra de los zoológicos y la familiaridad del tema facilitaba que los estudiantes pudieran hacer sentido y razonar dentro del contexto de la CSC.

Un grupo de trabajo conformado por Capkinoglu, Yilmaz y Leblebicioglu (2019) llevaron a cabo una investigación en donde se discute la influencia de distintas CSC en el desarrollo de la argumentación en el estudiantado de tres grupos de primero de secundaria. En su trabajo, hacen referencia a la diferencia en la calidad de los argumentos de los estudiantes dependiendo del tema que se estudia, indican que el interés y la familiaridad del estudiante con la CSC favorece la participación y compromiso de los estudiantes por presentar argumentos de mejor calidad. Bajo

esta luz, resulta importante presentar contextos familiares a los estudiantes con la intención de involucrar a los alumnos y alumnas a hacer uso de sus habilidades argumentativas.

En el mismo sentido, Molinatti, Girault y Hammond (2010) propusieron el tema de uso células madre embrionarias para el tratamiento de enfermedades y realizaron un trabajo con dos grupos de preparatoria: un grupo control y otro contextualizado, en donde ambos grupos recibieron la visita de un científico especialista en el uso de célula madre embrionarias. Adicionalmente, el grupo contextualizado, atendió la visita de un representante de una organización de pacientes que sufre enfermedades neurodegenerativas, mismos que podrían beneficiarse de técnicas como el uso de células madre embrionarias para mejorar su condición de salud. Sus resultados reflejan que el grupo que tuvo la oportunidad de conocer los casos en donde el paciente se podría beneficiar de esta técnica presentaron un mejor desempeño durante una actividad de debate.

Este proyecto de investigación se apoya en el planteamiento de una cuestión sociocientífica con la cual se invita a los estudiantes a tomar decisión sobre la gestión del río Santa Catarina (RSC), ubicado en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM). Las cuestiones sociocientíficas (CSC) han sido utilizadas ampliamente para estimular el razonamiento crítico dentro del salón de clases, prácticas epistémicas de la ciencia como la evaluación de los datos, y la ponderación entre los dominios cognitivos y afectivos de los cuales hacen uso los estudiantes al momento de tomar una decisión (Foong & Daniel, 2010; Lin & Mintzes, 2010; Uskola, Maguregi, & Jiménez-Aleixandre, 2011; Evagourou, Jiménez-Aleixandre & Osborne, 2012; Tsai, 2018)

Las CSC se caracterizan por ser polémicas al plantear problemas o situaciones que implican el uso de conocimiento científico y social para su resolución, son escenarios que promueven el diálogo, la discusión y el debate (Zeidler & Nichols, 2009). En otras palabras, representan una plataforma ideal para la práctica argumentativa. En el caso que compete a este proyecto, se propone como CSC el dilema de incidir (o no) sobre el lecho del RSC el cual es apreciado tanto por su valor natural como comercial. Es en este escenario donde se sitúan los estudiantes y se les invita a evaluar las condiciones de dicho escenario para proponer una alternativa de gestión del RSC.

6.5 Sobre el río Santa Catarina

Dentro del zona metropolitana de Monterrey (ZMM) se encuentra el río Santa Catarina (RSC), el cual recorre la zona conurbada en una dirección de poniente a oriente atravesando cuatro de los siete municipios que conforman esta zona metropolitana y pertenece a la cuenca del Río San Juan (Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey, 2015), localizada en la región hidrológica Río Bravo-Conchos (Observatorio de la Sustentabilidad de Nuevo León, s.f.). El origen de este río se encuentra en la Sierra Madre Oriental, en donde los afluentes al interior de la serranía convergen en el parque natural “La Huasteca” para iniciar su recorrido de aproximadamente 60 km (Santa Catarina, Biografía de un Río, 2018), desde el municipio de Santa Catarina hasta Guadalupe pasando por los municipios de San Pedro y Monterrey, continuando su recorrido hasta alimentar la presa “El Cuchillo” (Aguilar, Sisto y Ramírez, 2015). Los beneficios ecológicos que ofrece este río para la población regiomontana pueden hacer frente a tres problemas ambientales de origen antrópico: la contaminación atmosférica (Secretaría de Sustentabilidad-UANL, s.f.), la compensación del déficit en el arbolado urbano (Alanís, 2005) y el desplazamiento de la biodiversidad por fragmentación de su hábitat (González, Cantú, Uvalle y Herrera, 2018).

Actualmente, el RSC luce aparentemente sin agua, sin embargo, el valle en donde se fundó Monterrey se caracterizó por la presencia de diversos ojos de agua y afluentes por donde corría el vital líquido capturado por sus cerros. Existen textos que datan de 1791 que relatan que en estos afluentes se podía pescar bagre, trucha, robalo y hasta camarón (Cavazos, 2010); e imágenes de la mitad del siglo XX mostrando que este canal contenía tanta agua como para hospedar a una población de sauces y sabinos en sus orillas, como se puede apreciar en algunas fotografías que se pueden encontrar en el acervo digital de la Fototeca del Estado.

Las condiciones de este río comenzaron a cambiar tan pronto Diego de Montemayor decide fundar esta ciudad entre los ojos de agua del río Santa Lucía y a un lado del río Santa Catarina. De esta manera, los pobladores de la localidad se vieron beneficiados por el valioso recurso hídrico, sin considerar los riesgos que futuras precipitaciones traerían consigo. Por otro lado, los usos desmesurados y poco salubres de la población terminaron por generar problemas hídricos y sanitarios.

Con el crecimiento de la población, la disponibilidad de agua comenzaba a ser un problema. Es alrededor de 1950 que se realizaron acciones para extraer el agua desde la Huasteca y la

canalización del río en la parte céntrica de la ciudad. Esto con la intención de utilizar el agua para abastecer a la población, evitar el estancamiento y la sobrepoblación de mosquitos transmisores de la malaria, así como reducir los riesgos ante las inundaciones del río causadas en temporadas de huracanes. De esta manera, sin considerar la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos, inicia la desecación del río (Esparza, Valdés, Cantú y De la Mora, 2014). En estos años también se llevan a cabo esfuerzos para canalizar el río en la zona céntrica de la ciudad con la intención de favorecer el afluente que se presenta durante las precipitaciones, evitando que se saliera de este cauce y dañando el desarrollo del inmueble ubicado en lo que corresponde a ser el “valle de inundación” del RSC.

El RSC ha sido escenario de diversos siniestros meteorológicos, el primero del que se tienen registros fotográficos ocurrió en 1909 y afectó al menos al 30% de la población regiomontana (Guerrero, 2009), especialmente a quienes se habían asentado en los valles de inundación de este río, lugar conocido como el barrio de San Luisito. El último siniestro ocurrió en el año 2010, con el huracán Alex hubo grandes pérdidas económicas, ausentismo laboral de poco más del 50% y dejó 15,800 familias damnificadas, sin embargo, fue un recordatorio acerca de la funcionalidad que posee este canal (Huracán Alex en Nuevo León, la memoria, 2010).

En ambos casos, el desarrollo de inmuebles en zonas aledañas al río se vio afectado gravemente, siendo arrastrados por el corriente. Se estima que los costos totales de este meteoro, para el estado, ascendió a más de \$27 mil millones de pesos, entre costos directos (daños materiales) e indirectos (afectaciones a la producción), según un estudio elaborado por Mendoza, Méndez y Mercado (2019). No obstante, los antecedentes y el desarrollo urbano, no se ha manifestado un cambio en el paradigma al continuar utilizando las laderas del río para la construcción de vialidad como las avenidas de Constitución y Morones Prieto, o presuntos proyectos de desarrollo inmobiliario como la construcción de un gran parque temático llamado ACUAVIA (Ruíz, 2018), que al parecer ha quedado en el olvido, al menos hasta ahora.

A 9 años de este evento, la comunidad científica, la sociedad en general, el Estado e instancias particulares (IP) discuten sobre el manejo que se debería dar a este río. Por un lado, la falta de intervención humana ha permitido que el lecho del RSC se encuentre en un proceso de restauración ecológica. Se han registrado aproximadamente 600 especies entre flora y fauna, destacando a la clase Aves con un registro de 77 especies observadas, tanto regionales como

migratorias que se pueden apreciar en la plataforma de naturalista.mx (Naturalista, CONABIO, 2019). En el 2006, un grupo de investigadores levantó un estudio sobre la avifauna de Nuevo León en donde mencionan la existencia de poco más de 400 especies de aves, poco menos de la mitad son de carácter migratorio (Contreras, A., González, J., García, J. y Ruvalcaba, I., 2006). A la luz de esto, cabe mencionar que a finales de enero 2019 se registró el avistamiento de una parvada de aproximadamente 50 pelícanos, según el Ing. Agrónomo Jorge Ortiz Mena el expresidente del Consejo Consultivo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en una entrevista por Jesús Vargas.

Así mismo, la densidad vegetal representada por especies regionales como sauces y alamillos, poblaciones que resultan atractivas para considerarla como un medio de compensación ante los problemas de contaminación atmosférica y que al mismo tiempo ofrecen servicios ambientales como ser el nicho de aves, como las garzas que acostumbran a anidar en alturas entre 1.5 y 5 metros (Audobon Society, s.f.); favorecen la retención del suelo, la infiltración del agua y además de participar en el intercambio de gases, pueden funcionar como filtros naturales captando partículas suspendidas (Alanís, 2005). Las condiciones ambientales actuales que podemos observar en ciertas zonas del RSC son indudablemente un beneficio para la salud ambiental de nuestra localidad.

Por otra parte, la presencia de esta misma vegetación, así como la exótica-invasiva, pueden representar un riesgo al momento de recibir una fuerte carga pluvial. La vegetación podría ser arrastrada por la corriente durante un huracán y el problema se podría agravar por una posible obstrucción de la materia vegetal.

6.5.1 El RSC y sus impactos en las dimensiones del desarrollo sostenible

Como se ha comentado con anterioridad, la importancia del lecho del RSC se destaca en tanto que puede representar una solución atractiva a los problemas ambientales que se presentan en la ZMM: la contaminación atmosférica, la falta de arbolado urbano y el desplazamiento de especies. A la luz de esto y buscando crear una ciudad más amigable con el medio ambiente y que además devenga en un desarrollo sociocultural, económico y político, se comparten algunas ideas de cómo esta solución podría impactar en estas dimensiones del desarrollo sustentable.

6.5.2 Dimensión social y cultural

El lecho del RSC se puede convertir en un excelente lugar para visitar, solo o acompañado. La adecuación de su lecho, en tanto que se pueda contar con un fácil acceso para la ciudadanía y que se procuren las condiciones de seguridad y limpieza, así como la poda y retiro de cierta vegetación, ofrecería a la población un espacio en donde poder tener un acercamiento más próximo con la naturaleza. Su ubicación permite llegar a este lugar fácilmente, en contraste con el parque la Estanzuela o Chipinque, los cuales son sitios donde no se puede llegar fácilmente, pues se encuentran muy internados dentro de la sierra, el uso de automóvil para llegar a estos sitios suele ser un requisito. El encuentro con la vegetación y la fauna regional, tal vez, representaría una invitación muy atractiva para que la población regiomontana comience a conocer y valorizar su biodiversidad.

6.5.3 Dimensión ambiental

Actualmente el RSC ya presenta una densidad vegetal considerable, tomando como referencia las condiciones en la que se conocía antes de la llegada del huracán Alex. Recordemos que este sitio fue utilizado para la recreación social y el comercio. Reiteradas intervenciones humanas se encargaban de mantener despejado de vegetación este lugar.

Ahora, contando con una vegetación representada por árboles de porte alto como lo son los alamillos, los sauces y los sabinos; arbusto de porte arbóreo como pueden ser las anacahuitas y los potros (*Caesalpinia* sp.) y una gran cantidad de herbáceas que brinda un espacio vital para diversas especies de insectos, artrópodos y aves (Naturalista, CONABIO, 2019); además de que la vegetación participa en el intercambio de gases, CO₂ por O₂, pueden atrapar las partículas suspendidas en la atmósfera, así como participar en la retención del suelo y favorecer la infiltración del agua (Alanís, 2005). Tal vez, en este aspecto, las plantas podrían disminuir los riesgos de inundación, por otro lado, y como se comentó anteriormente, la densidad de vegetación también podría convertirse en un factor de riesgo durante fuertes precipitaciones, sobre todo durante tormenta tropicales o huracanes.

6.5.4 Dimensión económica

Como se comentó anteriormente, los daños sufridos por el paso del huracán Alex rebasaron los 20 millones de pesos. Estos daños corresponden a más de 7 mil millones para el sector social (vivienda, salud, educación e infraestructura hidráulica), 13 mil millones para la infraestructura económica (carreteras, generación de electricidad) y 700 millones para el sector productivo

(agricultura, ganadería, comercio y servicios) y medio ambiente (Mendoza, Méndez y Mercada, 2019).

Debido a este fenómeno meteorológico, carreteras y avenidas fueron dañadas afectando severamente a la industria de manera directa e indirecta. El sector de servicios, especialmente el de generación y distribución de electricidad, así como los servicios de agua y gas fueron los más afectados. No obstante, la recuperación económica del Estado ocurrió de manera rápida, dentro de los primeros 5 meses después del huracán Alex, alcanzando hasta un 95% de la capacidad productiva dañada (Mendoza, Méndez y Mercado, 2019).

Los daños causados por las inundaciones en el RSC derivan principalmente por el desarrollo urbanístico el cual ha adaptado al río a la ciudad y no a la inversa. Un ejemplo de esto lo podemos encontrar en la construcción de las avenidas Morones Prieto y Constitución las cuales son ejes que permiten el traslado de oriente a poniente cruzando toda el AMM, así como la rectificación del RSC dentro de la ciudad. Al alterar la sinuosidad del canal y rectificarla se le ha dado la oportunidad a la corriente de agua de adquirir mayores velocidades durante su recorrido en este sector (Esparza, Valdés, Cantú, De la Mora, 2014) y en consecuencia el aumento de riesgos en esta zona durante una fuerte carga pluvial.

6.5.5 Dimensión política

En el aspecto político, las decisiones sobre cómo manejar tanto el lecho del RSC como el recurso hídrico ha girado en torno a favor de nuestra sociedad, ya sea por salud, seguridad o recreacional. Las iniciativas políticas con mayor importancia comenzaron a realizarse a mitad de siglo XX con la rectificación del lecho y la extracción de agua de los mantos freáticos. Más adelante en el tiempo, y por destacar un evento, entre los años 2000 y 2003 el municipio de Monterrey cedió una concesión a particulares (Casas, 2018) para la creación de canchas privadas de fútbol y otros deportes, a las cuales para ingresar había un costo.

Actualmente, la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo León en conjunto con SOSAC, una organización civil, y la ciudadanía han puesto marcha un plan de “limpieza selectiva” sobre 700 metros del lecho. Esto, como una prueba piloto para reconocer los costos en capital humano y de infraestructura, así como las necesidades reales que este lecho requiere. A través de esta iniciativa, se busca generar una conciencia social sobre el tema y se invita a la ciudadanía a participar para generar, lo que a mi parecer es un sentido de lugar sobre este sitio. Gracias a esta

intervención, el Secretario de Desarrollo Sustentable de Nuevo León, el Ing. Manuel Vital, “no tiene sentido remover el 100% porque el beneficio que se tendría, si se removiera todo, es solamente un 10%. Es marginal. El costo es altísimo, el efecto es tremendo, y el beneficio hidráulico es insignificante” (Río Santa Catarina: ¿Limpieza, restauración ecológica o despojo?, 2019).

Favorecer el escenario en donde el lecho del RSC se regenere ecológicamente requiere necesariamente de las atenciones políticas del estado; el destino de fondos para su conservación y el cambio de paradigma sobre el uso de suelo serían grandes indicios de un cambio de mentalidad y forma de desarrollo para la ciudad.

6.5.6 ¿Qué hacer al respecto?

La construcción de cualquier inmobiliario ha sido restringida por parte de la CONAGUA (Padilla, 2018) por lo que ni la creación de un parque temático ni la autorización para instalar canchas deportivas ha sido posible, al menos dentro de un marco legal. En este aspecto, me parece que bien se podrían llevar a cabo la instalación de canchas de soccer o béisbol para su uso gratuito por parte de la ciudadanía, siempre y cuando sean de “terracería” y materiales biodegradables como el uso de madera para elaborar los marcos de las porterías. En décadas anteriores, estos espacios brindaban una oportunidad a la población para practicar deporte, después del paso del huracán Alex y debido a las restricciones de CONAGUA, parte de la población se ha mostrado inconforme por esta situación y argumentan que, desde entonces, los jóvenes ahora están siendo abandonados en el ocio y encontrando otras oportunidades para su desarrollo, distantes de lo que esperaríamos de un buen ciudadano. Ante esto, me parece apropiado permitir que este tipo de prácticas se puedan llevar a cabo en las zonas del lecho en donde sea posible, pues no todo el RSC se encuentra poblado por árboles o ha mostrado el mismo ritmo de regeneración ecológica. Considerar esta oportunidad para el desarrollo social y cultural debería ser tomada en cuenta después de considerar las condiciones del área, es decir que no implique la degradación del ecosistema que aquí se encuentra.

Definitivamente, el mejor plan de acción será aquel que considere tanto la dimensión ambiental como la social, política y económica. El ecosistema que podemos encontrar en el río, incluso el río mismo o bien el lecho, desde mi perspectiva, ya no pueden ser consideradas como un área completamente natural, ya ha sido modificado por mucho tiempo y debemos tomar

acciones desde esta óptica, como un ecosistema urbano, modificado por el hombre. Atendiendo esto, me parece importante que tomemos en cuenta las medidas que el Estado a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable en conjunto con otras organizaciones y la ciudadanía misma en el cual se tiene como objetivo promover la participación de la ciudadanía y la generación de un sentido de pertenencia y lugar.

7. METODOLOGÍA

Es importante recordar que en este trabajo se entiende a “argumentar” como el diálogo que existe entre un locutor y su interlocutor o audiencia, en donde el primero supone clarificar o convencer al segundo, o en su defecto, oponerse o llegar a un consenso sobre una idea con apoyo de datos y justificaciones que permitan avalar la veracidad de lo que se dice. A partir de la CSC, se espera que los estudiantes expongan sus posturas en cuanto las acciones que se deberían (o no) realizar sobre el lecho del río, justificando sus respuestas a partir de datos y conocimientos biológicos. En tanto la argumentación es una acción en la que se expresan opiniones y se asumen posiciones, se ha visto que es fortalecida por escenarios en donde los estudiantes se confrontan a temáticas sociales, posicionándolos como sujetos involucrados en el problema.

Este trabajo de investigación cualitativa se enfocó en explorar la capacidad de los estudiantes para elaborar argumentos, así como la calidad de los argumentos al inicio, durante y al finalizar la secuencia didáctica. Para ello, se presentaron cuatro actividades pensadas especialmente para generar insumos de análisis. Dos en donde los estudiantes realizaron producciones textuales: “Carta al alcalde” y “Carta al Gobernador” (al inicio y final de la secuencia didáctica) y dos actividades intermedias en las que los estudiantes argumentaron oralmente: “Construyendo una definición” y “Debate”. De la primera y última actividad se recuperaron los textos y de las actividades intermedias las grabaciones de clase, esto con el fin de construir la información que permitió analizar la estructura y calidad de los argumentos presentados. A partir de esta información, es decir la cantidad y calidad de los argumentos es que se evaluó la pertinencia de las actividades y el desempeño del docente.

7.1 Diseño de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica que se diseñó para este proyecto plantea una cuestión sociocientífica (CSC) representada por el dilema de intervenir sobre el lecho del río Santa Catarina (RSC). En breve, el dilema radica entre los intereses de instancias particulares y públicas que han visto, en el lecho del río, un espacio que pudiera ser aprovechado para la construcción de parques recreativos o vías de tránsito; en contraparte, ciudadanía y expertos en materia de ecología y biodiversidad se oponen a la intervención de cualquier índole sobre el lecho de este río, pues presenta una regeneración ecológica interesante. En este sitio se han registrado más de 1000 especies de flora y

fauna, de ahí más de 70 especies corresponden a aves entre regionales y migratorias, además que, si bien en la actualidad acarrea poca agua, ha sido escenario de desastres debido a altas descargas pluviales durante la temporada de huracanes (Guerrero, 2009). Así mismo, existen posturas entre ambos extremos, como, por ejemplo, aquellas personas que proponen, únicamente, realizar podas selectivas o incluso, deforestar el lecho del río. Esto último también es debatible ya que la ciudad de Monterrey presenta un déficit en el arbolado urbano y la vegetación que aquí se ha desarrollado representa una ganancia en este aspecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se decidió diseñar una secuencia didáctica enmarcada en los ejes de “Diversidad, Continuidad y Cambio”, bajo el tema de “Biodiversidad”; y “Sistemas”, con el tema de “Ecosistemas”, propuestos por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en su plan de estudios (2017) para el sexto grado de primaria. Como propuesta de aprendizaje esperado, los alumnos deberán de ser capaces de argumentar acerca del impacto que tienen la actividad humana en los ecosistemas y, por lo tanto, sobre la biodiversidad.

En aras de promover las prácticas argumentativas en clase de ciencias, distintos autores han mencionado la importancia de presentar problemas contextualizados, abiertos a discusión y sin una resolución definitiva aparente (Larraín, 2009; Motokane, 2015; Campaner & De Longhi, 2007). Bajo esta razón, la secuencia didáctica que se presentó propone un problema sociocientífico contemporáneo y regional que compete al dilema de incidir o no sobre el lecho del RSC ubicado en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM). Durante la secuencia didáctica, se buscó que los aprendices tuvieran la oportunidad de reconocer las características que presenta el RSC y su relevancia para la sociedad regiomontana, la importancia del ecosistema y biodiversidad que presenta el río actualmente, así como su valor por los servicios ambientales que puede ofrecer y las consecuencias ambientales que pueden devenir de la intervención humana sobre el RSC.

Para la planeación de esta secuencia didáctica se consideraron las etapas de la propuesta de Sanmartí (1997) en donde se reconocen 4 tipos de actividades: exploración, introducción de conceptos, síntesis y aplicación. Adicionalmente, para el diseño de esta intervención se tuvo en cuenta el modelo de Secuencias Didácticas Investigativas, propuesta por el grupo LINCE (Motokane, 2015) el cual propone enfatizar en las cuestiones sociocientíficas, como medio o plataforma para promover la argumentación. Este enfoque permite que la dinámica y el contenido de la clase de ciencias resulte relevante para los estudiantes y se involucren en el diálogo y la

resolución del conflicto. Es decir, se espera que, a través de estos escenarios, los estudiantes tengan la oportunidad de hacer uso del conocimiento disciplinar para expresar o discutir sus argumentos.

Dentro de las características del modelo propuesto por el grupo LINCE (Motokane, 2015) encontramos el planteamiento de problemas claros y explícitos, así como ofrecer datos concretos que puedan ser utilizados como base para la generación de conclusiones; la participación activa de los alumnos, el uso de textos auxiliares y otros materiales de apoyo como videos que permitan complementar las ideas que los alumnos han atendido dentro del aula y de esta manera enriquecer sus opiniones o generar un posicionamiento sobre el problema en cuestión.

En esta intervención se buscó que los estudiantes argumentaran en torno a una CSC local relacionado al desarrollo urbano y su impacto ambiental. El problema fue representado por el dilema de incidir o no sobre el lecho del RSC; de los estudiantes se espera que presenten propuestas sobre el proceder en el lecho de este río.

Durante la secuencia no se explicó ni enseñó explícitamente qué es un argumento ni que modelo o tipo de estructura en las respuestas se esperaba. La intención de la intervención se enfocó en abrir espacios para la discusión colectiva.

7.2 Descripción de la secuencia didáctica

La secuencia consistió en 9 actividades las cuales fueron desarrolladas en 12 horas clase de 40 minutos cada una. A continuación, se expone una breve descripción de estas actividades:

1. **Carta al alcalde.** En esta actividad se les indica a los estudiantes que redacten una propuesta sobre qué acciones realizar en un río de temporada. Para ello, se les entrego una ficha de trabajo que colocaba en contexto a los estudiantes, es decir, se ubicaban como ciudadanos de una localidad hipotética la cual se caracteriza por presentar un río de temporada el cual cruza toda la ciudad. Los estudiantes deben redactar una propuesta sobre qué acciones realizar sobre este río de temporada con la intención de persuadir al alcalde de dicha localidad. La actividad tuvo una duración aproximada de 20 minutos.
2. **El muro.** Esta actividad tiene la intención de que los estudiantes mencionen cosas que se pueden encontrar en un río. Con ayuda de un pliego de papel Kraft, el docente dibuja un muro de ladrillos, que a manera de analogía representaba un río y cada ladrillo alguno de sus componentes. Los estudiantes ofrecieron datos concisos como distintos animales,

plantas y factores abióticos como basura, el agua misma o el hecho de que existiera una corriente. Con los datos generados en clase, los estudiantes elaboraron un mapa mental en la siguiente actividad. Los estudiantes desarrollaron sus organizadores gráficos en casa y llegaron a clase con el material listo. La actividad se desarrolló justo después de “Carta al alcalde” y tuvo una duración de 20 minutos.

3. **Mapa mental.** Con los datos derivados de la actividad anterior “El muro”, los estudiantes, de manera individual, crean un mapa mental u organizador gráfico sobre la conformación de un río. Posteriormente, tenían que escribir un texto explicando su organizador gráfico. Esta actividad buscaba concretar, de manera individual, la idea de “río” para su posterior discusión. La actividad fue realizada como una tarea con el objetivo de contar con material para la siguiente actividad.
4. **Construyendo una definición.** Para esta actividad los estudiantes se reunieron en parejas para compartir sus organizadores gráficos y sus explicaciones sobre la idea de “río”. Con apoyo de una ficha de trabajo, los niños y niñas reconocían las similitudes y diferencias en sus ideas para llegar a un acuerdo y proponer a la clase una definición por equipo. Una vez que se contó con todas las definiciones, se discutieron en clase para determinar cuál podría ser la mejor definición. La duración de esta actividad se prolongó a dos sesiones de 40 minutos.
5. **Leyendo sobre ríos.** En este momento de la intervención se hizo uso de una ficha de trabajo la cual solicitaba, en un momento pre y post lectura, que los estudiantes explicaran las implicaciones que tenían los ríos con la vida silvestre y los asentamientos humanos. La actividad, como se hace referencia, involucraba la observación de una serie de imágenes y la lectura de un artículo sustraído de la enciclopedia virtual de *National Geographic*. Estas imágenes y lecturas atendían algunas de las características de los ríos como sus estructuras (lecho, corriente, canal), los orígenes de los ríos, importancia para la vida silvestre, y algunas implicaciones para la actividad humana. Esta fue la actividad más complicada a desarrollar con los estudiantes, en primer lugar, porque la palabra “implicación” les resultaba difícil de comprender, en segundo lugar, la lectura no fue una actividad bien aceptada y en tercer lugar no realizaban explicaciones, si no que describían las características de los ríos. En atención a esto se dedicó una sesión especial para reconocer las diferencias entre definir, describir y explicar. La suma total de sesiones para esta

actividad, “leyendo sobre ríos”, tuvo una duración de 3 sesiones de 40 minutos y la sesión extraordinaria sobre definición, descripción y explicación, 30 minutos.

6. **El Río Santa Catarina.** Conocer RSC resultaba relevante. Para ello, se preparó una presentación que contenía una serie de imágenes satelitales e históricas sobre el RSC, las cuales suponían contextualizar a los estudiantes ante este río y las problemáticas que representa. Con estas imágenes los estudiantes pudieron conocer las características del RSC, los usos que se le dio en algún momento y los escenarios desastrosos que se presentaron durante algunos huracanes como el Gilberto y el Alex. Para cumplir con esta actividad fueron necesarias 2 sesiones de 40 minutos. En esta actividad los estudiantes tuvieron la oportunidad de comentar lo que podían observar en las imágenes y lo que suponía que estaba ocurriendo, así mismo hubo espacio para que los estudiantes compartieran sus experiencias personales, como, por ejemplo, hablar de las historias que su familia le ha contados sobre el RSC y los desastres que aquí han ocurrido. Al finalizar con esta actividad, los estudiantes respondieron a una ficha de trabajo la cual solicitaba que argumentaran a favor o en contra de dos premisas: “El RSC no ha cambiado en 250 años” y “El río Santa Catarina no debería ser considerado un río”.
7. **Biodiversidad y Ecología.** Se ofreció a los estudiantes una exposición por parte del profesor acerca de la biodiversidad localizada en el RSC y algunas ideas sobre ecología como nicho ecológico y cascada trófica. En esta actividad los estudiantes se limitaron a ser espectadores de la intervención. Esta sesión presentó una duración de 40 minutos, una sesión clase.
8. **Debate.** En esta sesión, los estudiantes tuvieron la oportunidad de debatir acerca de qué hacer con el RSC. La sesión fue un debate abierto guiada por la pregunta “¿Cuál es tu propuesta acerca de que hacer sobre el río?”. Mientras una parte del grupo proponía la creación de un par vial para resolver el problema de tráfico que enfrenta la ZMM, otro sector del grupo defendía la idea de limitar la intervención en el río a campañas de limpieza. Aunado a esto, los estudiantes compartieron sus opiniones y discutieron la viabilidad de trasladar a los organismos (plantas y animales) del RSC a otro sitio. Esta actividad tuvo una duración aproximada de 50 minutos.
9. **Carta al Gobernador.** En esta sesión, los estudiantes produjeron un texto dirigido al Gobernador del Estado, en donde proponen las acciones que consideran se debieran realizar

sobre el RSC. Esta sesión representa la última actividad de toda la secuencia didáctica y tuvo una duración aproximada de 30 minutos.

7.3 Selección de las producciones a analizar

La secuencia didáctica se implementó durante los meses de mayo y junio correspondientes al quinto bimestre escolar, en la ciudad de Monterrey, N.L., en una institución educativa privada de modelo bilingüe, es decir, la mayoría de las clases se imparten en el idioma inglés, incluyendo la materia de Ciencias en donde se desarrolla este proyecto. Sin embargo, y bajo el supuesto de que no todos los participantes presentan el mismo dominio sobre la lengua inglesa, en distintos momentos los estudiantes y el docente contaron con la oportunidad de comunicarse en español.

En este proyecto participaron 58 estudiantes de tres grupos de sexto grado de primaria para la materia de Ciencias. No obstante, teniendo en cuenta el tiempo disponible para el análisis, el volumen de información y la complejidad que reviste analizar argumentos se decidió seleccionar uno de los grupos. Para esto se tuvo en cuenta que, durante la implementación se evidenció que los grupos no tuvieron el mismo cumplimiento y asistencia. Por esto, se seleccionó un solo grupo conformado por 22 estudiantes de sexto grado cuyas edades oscilaban entre los 12 y 13 años. Luego, de este grupo de 22 estudiantes solamente 15 concluyeron el curso y de estos se seleccionaron seis (6) teniendo en cuenta que ellos participaron y entregaron en tiempo y forma todas las actividades propuestas (Tabla 1). Las producciones de dichos estudiantes constituyeron el corpus de análisis. Como se verá más adelante, estos estudiantes entregaron las actividades que son el medio para conocer sus procesos de argumentación: “Carta al alcalde”, “Construyendo una definición”, el “Debate” y la “Carta al Gobernador”.

Tabla 1

Tabla de completación de actividades. En rojo se señalan los estudiantes con 2 o más actividades faltantes, en amarillo con una actividad faltante y en verde quienes entregaron todas.

Código	C15Y	C14X	C13X	C12X	C11X	C10X	C9X	C8X	C7Y	C6Y	C5X	C4Y	C3Y	C2X	C1X
Carta al alcalde	X	X	Y	X	Y	X	X	X	X	X	X	Y	X	X	X
Mapa mental		X	X	X	X	X	X			X		X	X		
Construyendo una definición	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Sobre ríos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
El RSC	X	X	Y	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ficha debate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Debate	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Carta al Gobernador		X	Y	X	Y	X	X	X	X	X	X	Y	X	X	X

7.4 Recopilación de datos

En primer lugar, para la recuperación de los datos, se compilaron todas las producciones escritas de los estudiantes, ya fuera el documento original o una fotocopia. Toda la información se digitalizó y almacenó en un repositorio virtual. De esta información digital se rescataron las audiograbaciones que fueron posibles realizar durante clase u obtener por parte de los estudiantes cuando se les invitaba a discutir en parejas. La mayoría de las audiograbaciones de lo ocurrido en clase corresponden a sesiones en donde el docente se encuentra dando instrucción sobre las actividades que se estaban realizando y participaciones ocasionales por parte de los estudiantes. De este material se fijó la atención en los episodios donde los estudiantes comparten sus ideas y comienzan a argumentar. Uno de estos episodios forma parte de la información que se buscará analizar y corresponde a la sesión “Construyendo una definición” en la que los estudiantes tuvieron la oportunidad de compartir sus ideas sobre el río con el fin de llegar a un acuerdo para establecer una definición para la idea de “río”, el otro episodio lo conforma la sesión de “Debate”, aquí los estudiantes discutieron sus ideas sobre la gestión del RSC.

Para poder seleccionar el material de análisis adecuado se desarrolló una descripción de los episodios de aula, usando los audios y planeaciones de clase, de acuerdo con la metodología establecida por Amaral & Mortimer (2006). Esto episodios (Anexo 1) permitieron seleccionar los momentos de la clase en que los estudiantes tuvieran la oportunidad de argumentar y se llevaron a cabo las transcripciones de estos episodios localizados (en negrita en el Anexo 1).

7.5 Construcción de la información

La construcción de la información surge de un total de 12 producciones textuales derivadas de las actividades “Carta al alcalde” y “Carta al Gobernador”, cinco transcripciones conversacionales correspondientes a la actividad “Construyendo una definición”, y una a la sesión de debate. De esta información se identificaron los argumentos utilizando el patrón argumentativo de Toulmin (2003) o TAP por sus siglas en inglés, con el cual fue posible caracterizar los componentes de los argumentos a partir del análisis anatómico del argumento.

El uso del TAP presenta la facilidad de reconocer la presencia de los componentes que estructuran un argumento. Su uso ha sido extendido entre diversos investigadores quienes han empleado TAP como una herramienta para analizar el discurso argumentativo al permitir el reconocimiento de estos componentes. Sin embargo, el empleo de esta herramienta se ve comprometida por la ambigüedad que pueden presentar la diferencia entre los componentes. Con

la intención de superar este problema, es importante definir concretamente lo que se espera que cada componente represente dentro del argumento de cada estudiante, así como tomar en cuenta el contexto en el que se desarrolla la argumentación.

En nuestro caso las **conclusiones** corresponderán a las declaraciones que se realizan puntualmente sobre una pregunta u otra opinión, atienden directamente el problema; los **datos** son todos los hechos que apelan por la conclusión, es decir que dan paso a esta; por **garantía** se entenderán aquellas razones que justifiquen o establezcan una relación entre los datos y la conclusión. Los **respaldos** atienden a hechos categóricos que justifican la garantía y poseen valor cultural o científico; las **excepciones** compelen a declaraciones que constriñen el valor de la conclusión, ponen en juego su validez; y los **calificativos modales** que son expresiones que se utilizan para explicitar la fuerza que posee el argumento en su conjunto.

Una vez identificados los componentes de los argumentos, se pasó a clasificar cada argumento en base a su calidad, para ello utilizamos el instrumento que propone Erduran et al. (2004) el cual ha sido desarrollado para determinar la calidad de los argumentos con base en la presencia de excepciones o contraargumentos (Tabla 2). Estos autores emplearon dicho instrumento para evaluar la argumentación dialógica que se presentaba entre los estudiantes de dicho proyecto. La elección de este modelo, además de estar sustentadas en experiencias previas, radica en que fue empleado en un grupo de edad similar, entre 12 y 14 años, al grupo que fue parte de este estudio.

Tabla 2

Instrumento de análisis para evaluar la calidad del argumento. Tomada y traducida de Erduran et al. (2004).

Nivel 1	La argumentación consiste en argumentos que compelen a simples declaraciones contra otra declaración o contradecación.
Nivel 2	La argumentación presenta argumentos consistiendo en una declaración contra otra declaración ya sea con datos, garantías u otros respaldos, pero no presenta excepciones.
Nivel 3	La argumentación posee argumentos con una serie de declaraciones o contradecaciones ya sea con datos, garantías o respaldos con una excepción ocasional débil.

Nivel 4	La argumentación presenta argumentos con una declaración y un excepción clara e identificable. Tal argumento puede presentar más de una declaración o contradecación.
Nivel 5	La argumentación muestra un argumento extenso con más de una excepción.

7.5 Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se estudiaron los argumentos de cada uno de los seis estudiantes diferenciando los argumentos que se encuentran en cada momento de la secuencia (al comienzo, durante y al final). Las producciones textuales y grabaciones de clase se transcribieron y por doble codificación ciega, en donde el director de esta tesis actuó como segundo codificador, se realizó el análisis anatómico del argumento, cuando hubo desacuerdos se discutieron hasta llegar a un consenso, todo esto con la intención de darle consistencia al análisis. Posteriormente, se identificaron los elementos que conforman un argumento de acuerdo con el modelo de Toulmin (1968). En la Tabla 3 se condensa el proceso por el que ocurre cada una de las actividades en los tres momentos de la secuencia didáctica.

Tabla 3

La recolección de la información se llevo a cabo tomando las producciones y grabaciones de clase de las actividades que se presentan en la siguiente tabla. Posterior al análisis anatómico del argumento, este fue clasificado según su calidad.

	Producciones de los estudiantes			
	ANTES	DURANTE		DESPUÉS
Actividad Analizada	Carta al alcalde	Construyendo una definición	Debate	Carta al Gobernador
Información analizada	Propuesta escrita en ficha de trabajo.	Transcripciones de las grabaciones en clase	Transcripciones de las grabaciones en clase	Propuesta escrita en ficha de trabajo
¿Cómo se analiza?	Análisis anatómico del argumento – TAP. Clasificación del nivel de calidad según el instrumento de Erduran et al. (2004)	Análisis anatómico del argumento – TAP. Clasificación del nivel de calidad según el instrumento de Erduran et al. (2004)	Análisis anatómico del argumento – TAP. Clasificación del nivel de calidad según el instrumento de Erduran et al. (2004).	Análisis anatómico del argumento – TAP. Clasificación del nivel de calidad según el instrumento de Erduran et al. (2004)

Para fines investigativos se recuperaron dos productos textuales que correspondían al momento inicial (Carta al alcalde) y al momento final de la intervención (Carta al Gobernador), y entre estos dos momentos (durante) se realizó la transcripción de los episodios en la sesión “Construyendo una definición, así como la de “Debate” donde los estudiantes sostuvieron una discusión grupal. Esta selección se orientó a la búsqueda de intervenciones en donde los estudiantes defendieran, propusieran o discutieran sus ideas. En la Figura 2 se resume de manera gráfica la ruta metodológica que se ha adoptado en este trabajo.

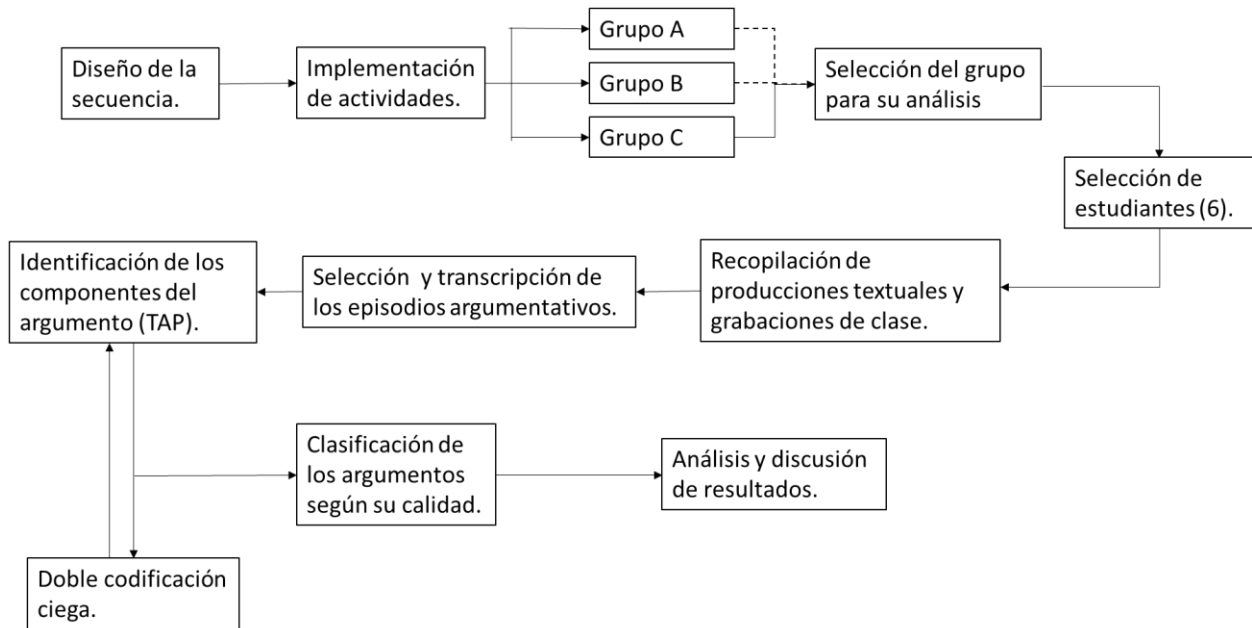


Figura 2. Ruta metodológica. Elaboración propia.

7.6 Análisis anatómico del argumento

En la primera fase del análisis, a razón de identificar los componentes presentes en los argumentos de los estudiantes, se hizo uso del TAP. Para ello, se contemplaron las producciones escritas y transcripciones de clase, ambos insumos serán desplegados utilizando esta herramienta. Para ello, se identificarán los componentes del argumento (Tabla 3) representados en las premisas, proposiciones, datos y hechos a los que los estudiantes aluden (Cuadro 1). A manera de ejemplo se presenta el siguiente texto que concierne a la carta al Gobernador por parte de la alumna C14X.

Buenas tardes Bronco, I'm C14X and I have one proposal to do with the river. I will say we need to leave the river alone and clean it with getting some trash and cutting out and getting rid of dead plants. I say this because if we construct a highway in the river it could maybe solve the traffic problem in Monterrey but we also need to think about consequences like where are going to live the flora and fauna, with which money we are going to construct it, and also with the highway it can increase the pollution problem since a new highway it will make more cars come, and more cars more pollution. I will suggest the cleaning service should be provided from people who are in jail so it will be communitary service. I personally think we should leave the animals alone because they are already acostumbrados a su habitat and human beings should not all the time be involved in animals because they have their own life and we need to let them live in peace.

Cuadro 1. Texto elaborado por estudiante C14X para la actividad “Carta al Gobernador”. Elaboración propia.

Tabla 3

Guía. Cada color en el texto del Cuadro 1 representa el tipo de componente argumentativo presentado en esta tabla.

Conclusión	Garantía	Dato
Contraargumento	Respaldo	Cualificativo modal

Posteriormente, se compararon las observaciones y respaldados por las ideas de Toulmin se distinguió una garantía de un respaldo, un dato de una conclusión y un argumento de un contraargumento dentro de cada producción textual. De esta manera, la producción textual será desplegada en el TAP (Figuras 3 y 4) y permitirá la comparación de argumentos en los distintos

momentos de la secuencia. En este caso, solamente se despliega el argumento en dos patrones, el primero (Figura 3) responde a la propuesta central de la estudiante mientras que en la segunda (Figura 4) se muestra el argumento que corresponde a la excepción del primer argumento, es decir, construir una carretera.

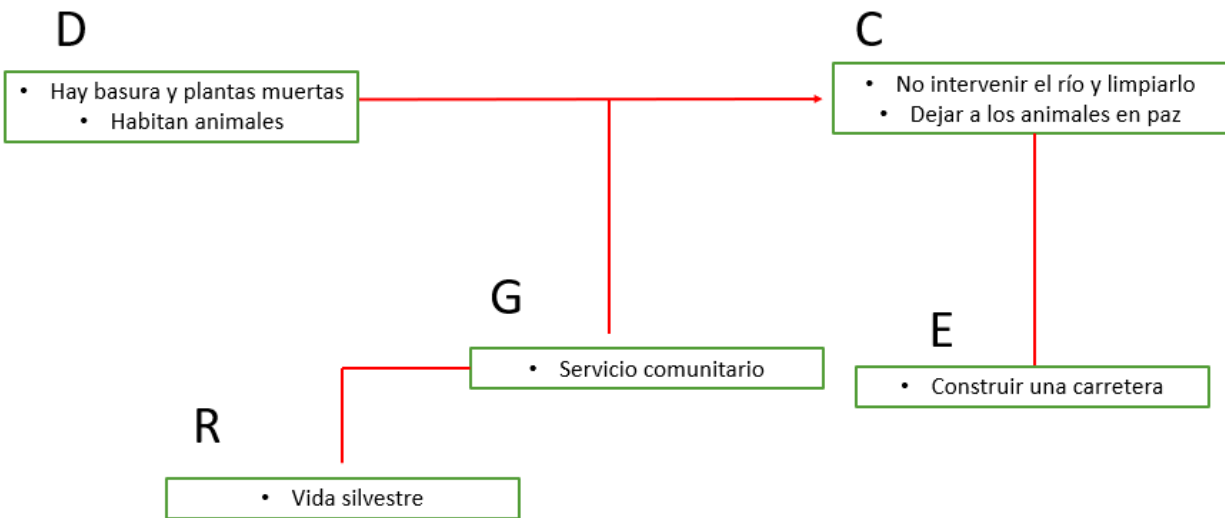


Figura 3. Argumento desplegado en el modelo argumentativo de Toulmin. Fuente: Elaboración propia

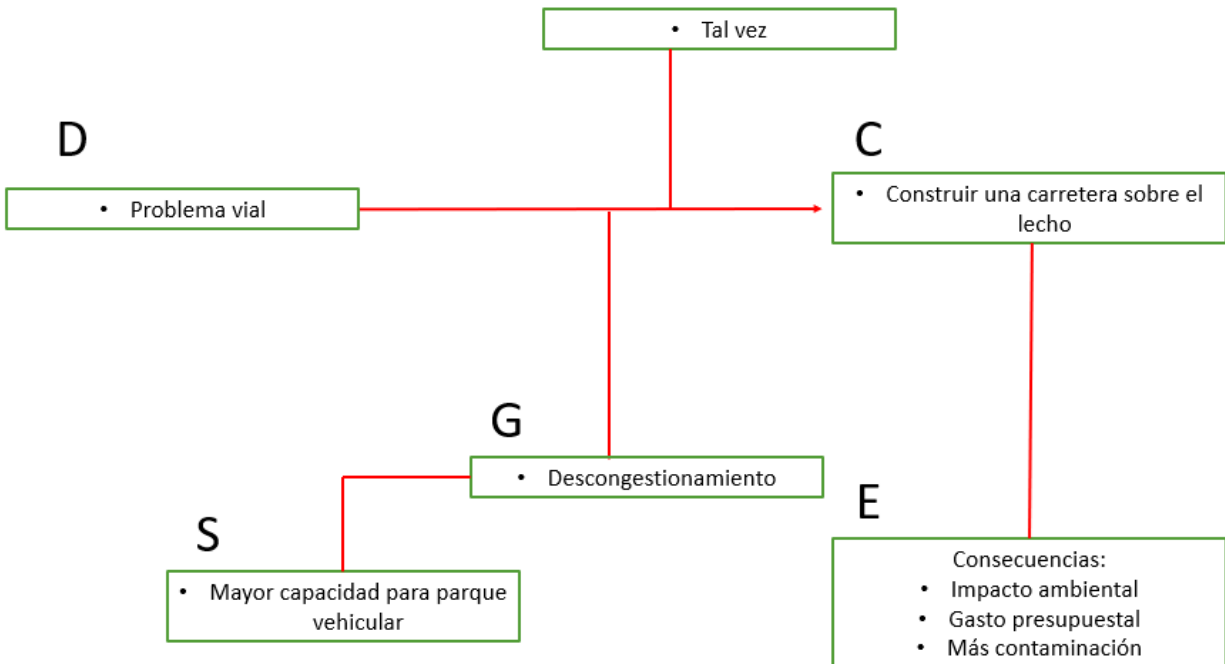


Figura 4. Argumento desplegado en el modelo argumentativo de Toulmin. Fuente: Elaboración propia

8. RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación se obtuvieron luego de analizar los argumentos de los seis estudiantes seleccionados. Para dicho análisis se siguió la metodología propuesta por Erduran y colaboradores (2004). Así, se delimitaron los argumentos, se identificaron sus componentes y, con base en ello, se clasificaron. Este proceso se siguió para cada una de las actividades. A continuación, en la Tabla 4 se presentan un ejemplo de argumento de los niveles 1, 2, 3 y 4 elaborados por los estudiantes durante la sesión de “Debate”.

Tabla 4

Ejemplos de argumentos por niveles de calidad según Erduran et al. (2009)

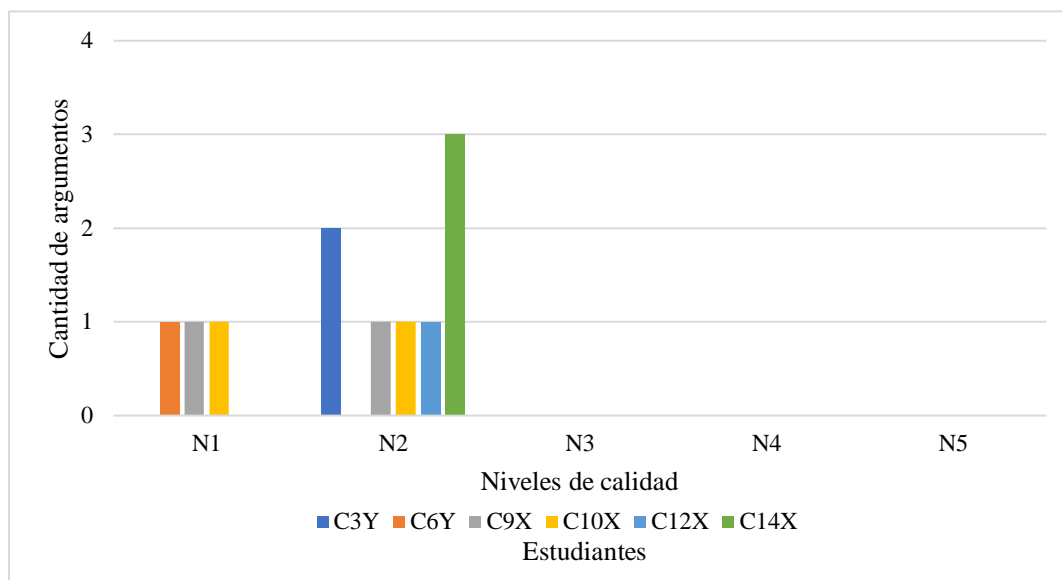
Nivel 1 <i>Declaraciones simples</i>	No queremos construir si no que queremos limpiar el río <i>(declaración simple)</i>
Nivel 2 <i>Declaraciones con datos y/o garantías. Sin excepciones contraargumentos.</i>	Yo creo que lo mejor sería limpiar el área y mover todas las plantas y animales quizá a un lugar más protegido y hacer el río más ancho y profundo el río <i>(conjunto de declaraciones)</i> para que pueda pasar más agua <i>(dato)</i> y sea menos posibilidad que se inunda también la ciudad <i>(garantía)</i>
Nivel 3 <i>Argumentos con excepciones débiles.</i>	Yo creo que también deberían dejarlo como esta solo que de vez en cuando limpiar partes (Inaudible) y luego un poco creo que es bueno mover los animales <i>(declaración)</i> porque puede que no tengan las mismas condiciones puede que no haya la misma <i>(inaudible)</i> . <i>(excepción débil)</i>
Nivel 4 <i>Argumento con excepción clara.</i>	Yo lo que haría es dejarlo como está. Si acaso algunos <i>(inaudible)</i> para que pueda estar bien <i>(declaración)</i> . Pero no se me hace tan buena idea moverlos de lugar <i>(excepción)</i> ya que no creo que haya otro río o algún otro hábitat con las mismas condiciones que <i>(ilegible)</i> <i>(dato)</i> y eso podría crear bastante problema <i>(garantía)</i>

En total se analizaron cuatro actividades: “Carta al alcalde”, “Construyendo una definición”, “Debate” y “Carta al Gobernador”. De las cuatro actividades analizadas, dos fueron orales y dos fueron escritas. Para el caso de las actividades orales se analizaron las transcripciones

identificando la participación de los estudiantes seleccionados. En adelante se presentan tablas y gráficas que muestran los resultados obtenidos.

En relación con la actividad “Carta al alcalde” se puede constatar que la mayoría de los argumentos enunciados por los estudiantes corresponden a un nivel 2 de acuerdo con la clasificación en niveles propuesta por Erduran et al. (2004). Se encontró que en dicho nivel la estudiante C14X realizó la mayor cantidad de argumentos -siendo tres-, seguido por C3Y con dos argumentos, mientras que C9X, C10X y C12X formularon solo un argumento en este nivel. Por otra parte, en el nivel 1 se encontró que los estudiantes C6Y, C9X y C10X elaboraron un argumento. En los niveles superiores (3, 4 y 5) no se encontraron argumentos por parte de los estudiantes (Gráfica 1).

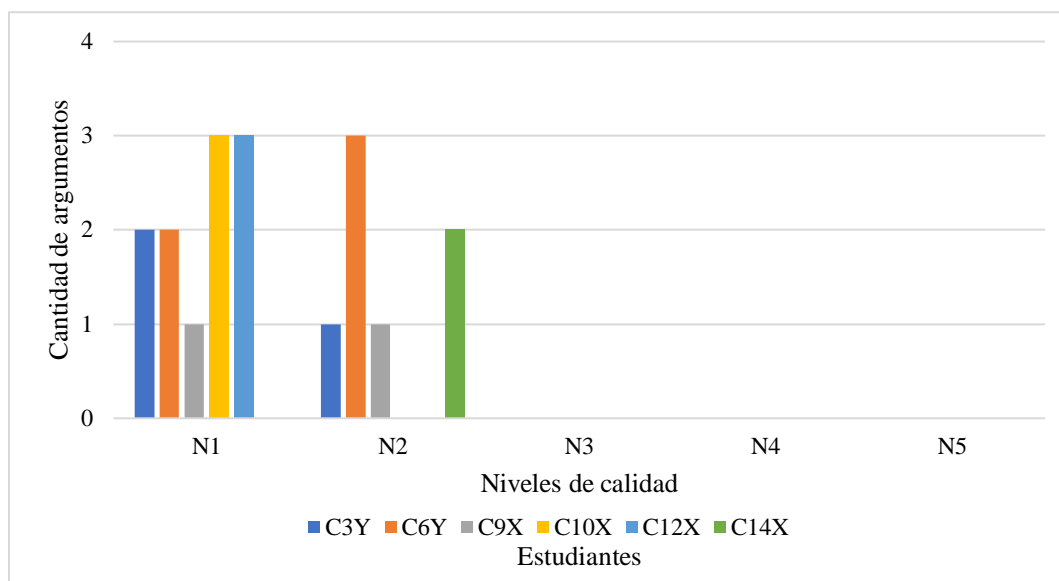
Tomando en cuenta el total de argumentos expuestos por los estudiantes, C14X lidera el grupo con tres, seguida por C3Y, C9X y C10X con un total de dos argumentos. Al final de la lista tenemos a C6Y y C12X con solo un argumento cada uno.



En la actividad “Construyendo una definición” la tendencia es ligeramente distinta. Los argumentos de nivel 1, es decir, aquellos que solamente involucran la elaboración de argumentos que incluyen solo declaraciones simples son los más recurrentes con un total de 11 argumentos. Aquí, los estudiantes C10X y C12X formularon hasta tres argumentos de este tipo, seguidos por C3Y y C6Y con dos argumentos cada uno y, por último, la estudiante C9X con un solo argumento

en este nivel. En relación con el nivel 2 se puede constatar que el estudiante C6Y elaboró tres argumentos de dicho nivel, seguido por C14X quien formuló dos argumentos de nivel 2. Enseguida, tenemos a los estudiantes C3Y y C9X con un argumento de este nivel el cual se caracteriza por la presencia, ya sea de datos, garantías o respaldos, sin presentar excepciones. Nuevamente, niveles superiores de argumentación (3, 4 y 5) no se encuentran presentes (Gráfica 2).

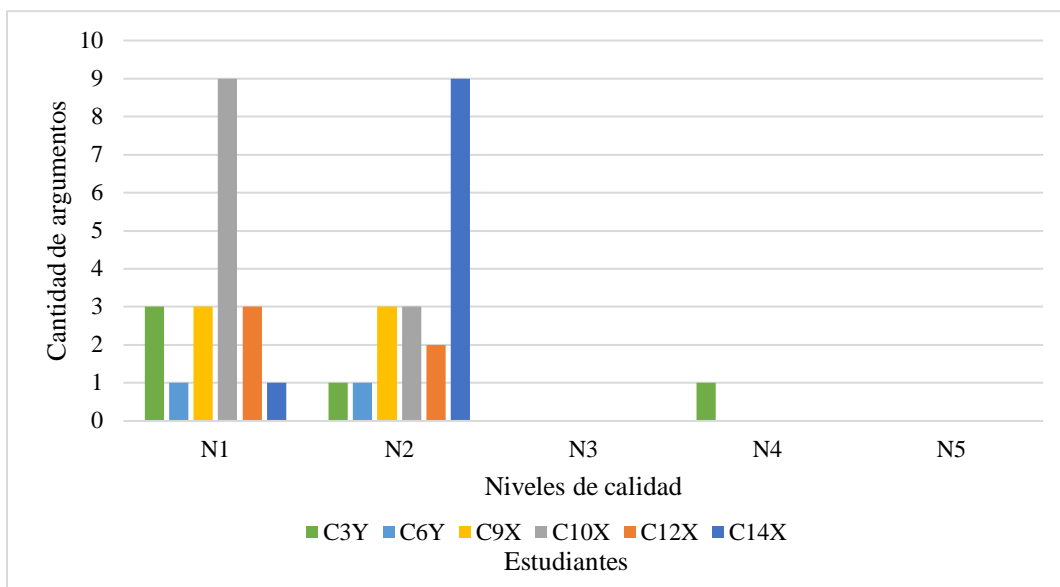
Durante la actividad de “Construyendo una definición”, la mayoría de los argumentos detectados corresponden al estudiante C6Y con un total de cinco, seguido por los estudiantes C3Y, C10X y C12X con tres y al final, con dos argumentos cada uno, C9X y C14X (Gráfica 2).



Gráfica 2. Nivel de calidad de los argumentos presentados durante la actividad “Construyendo una definición”.

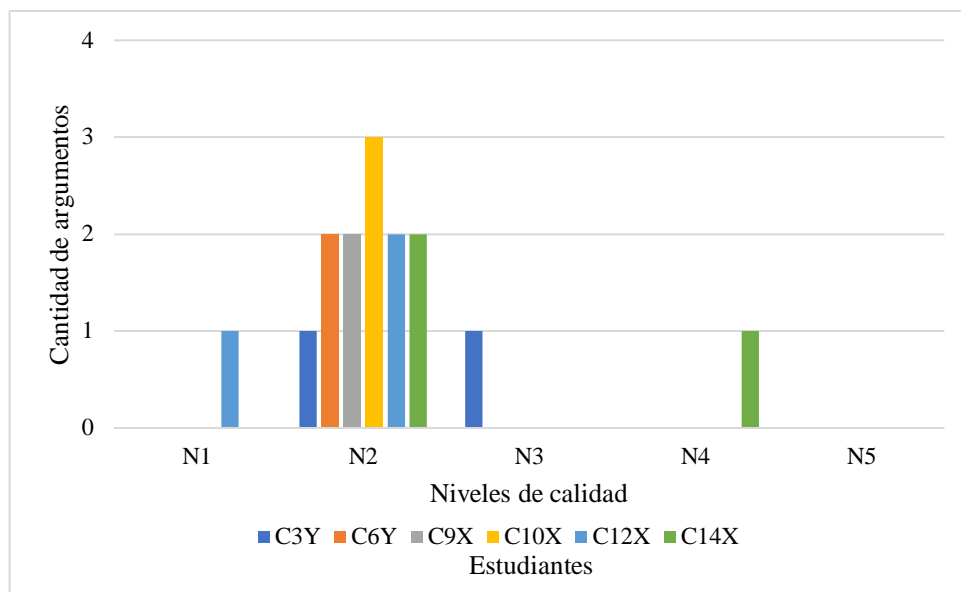
Durante la actividad “Debate” se manifestaron 20 argumentos en nivel 1, 19 argumentos en el nivel 2 y uno de nivel 4 (Gráfica 3). De los 20 argumentos en nivel 1, C10X proporciona nueve argumentos, seguida por C3Y, C9X y C12X con tres argumentos de este tipo, y uno por parte de C6Y y uno elaborado por C14X. En lo que compete al nivel 2 de argumentación, es C14X quien presenta el mayor número de argumentos con un total de nueve, seguida por C9X y C10X con tres argumentos, mientras que C12X presenta solo dos argumentos. Por último, encontramos que los estudiantes C3Y y C6Y solamente manifestaron un argumento en este nivel. En contraste con esto, C3Y fue el único estudiante que logró manifestar un argumento en nivel 4 presentando una excepción clara (Gráfica 3).

En esta ocasión, es C10X quien presenta un mayor número de argumentos con 12, seguida por C14X quien presentó 10 argumentos. Continuando de manera descendente tenemos a C9X con seis, C12X y C3Y con cinco y finalmente C6Y quien solo presento dos argumentos. Cabe mencionar que esta es la actividad en donde se manifiestan el mayor número de argumentos, seguramente por la naturaleza propia de la actividad.



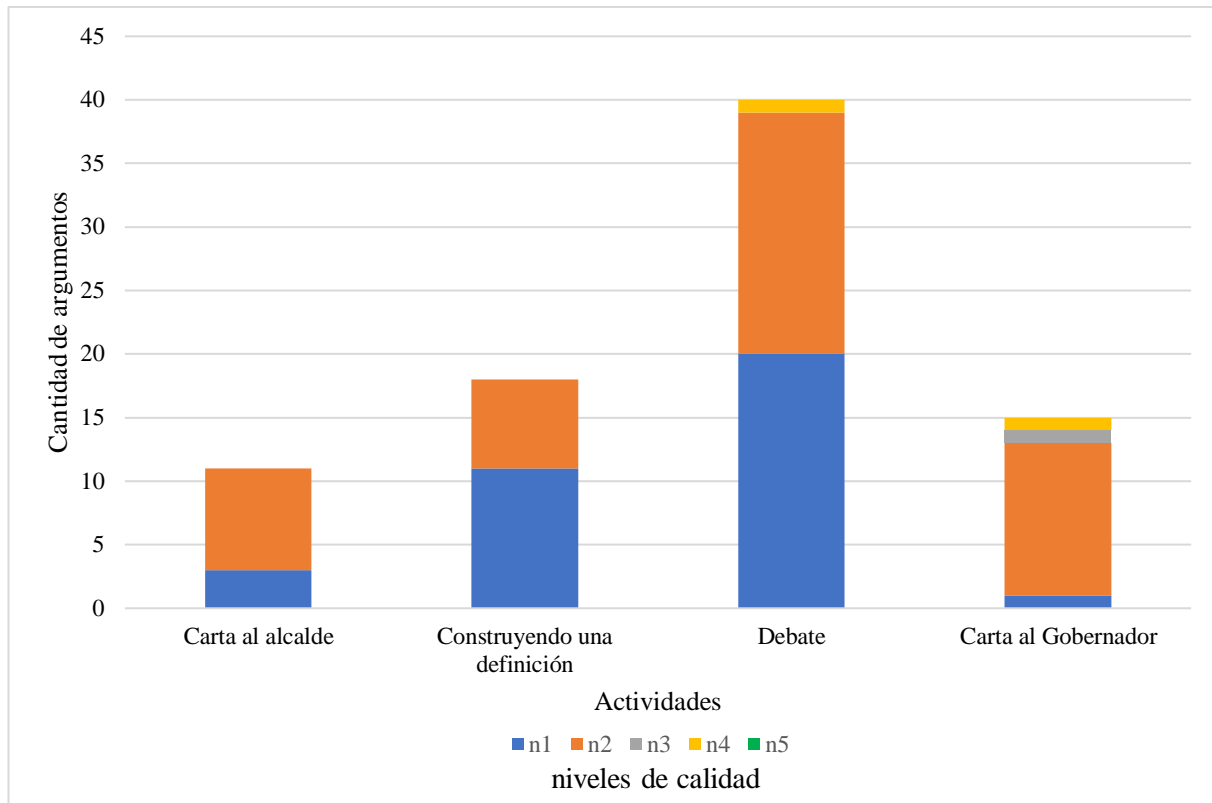
Gráfica 3. Nivel de calidad en los argumentos presentados durante la actividad “Debate”.

En relación con la última actividad, “Carta al Gobernador” (Gráfica 4), los estudiantes presentan una mayor tendencia a ofrecer argumentos del nivel 2, siendo 12 el número de argumentos presentes en este nivel. Aquí, C10X presentó tres argumentos, seguida por los estudiantes C6Y, C9X, C12X y C14X con dos argumentos. Al final de la lista encontramos que C3Y solamente presentó un argumento en este nivel. En relación con el resto de los argumentos tenemos un argumento en el primer nivel, elaborado por la estudiante C12X, mientras que podemos encontrar un argumento proporcionado por el estudiante C3Y en un nivel 3, por su parte la estudiante C14X fue capaz de presentar un argumento en el nivel 4 lo cual implica la presencia de una excepción clara e identificable.



Gráfica 4. Argumentos en la actividad “Carta al Gobernador”.

Realizando una comparación en cuanto a la cantidad y nivel de argumentación (Gráfica 5) alcanzado por los estudiantes en las distintas actividades es posible observar que en la actividad en que se expresaron más argumentos fue en el “Debate”. En esta se registró un total de 40 argumentos siendo la mayoría de estos del nivel 1 (20 argumentos) y del nivel 2 (19 argumentos). Adicionalmente se encontró un argumento del nivel 4. En segundo lugar, en la actividad de “Construyendo una definición”, se encontraron 18 argumentos, distribuidos de la siguiente manera: nivel 1 (11 argumentos), nivel 2 (7 argumentos). Por otro parte, en las actividades de “Carta al alcalde” y “Carta al Gobernador”, presentaron un total de 11 y 15 argumentos, respectivamente. Se evidencia que en la “Carta al Gobernador” apareció un argumento de nivel 4 y nivel 3. En esta actividad cabe señalar que la mayoría de los argumentos se mantienen en un nivel 2 (Gráfica 5).



Gráfica 5. Comparativa de presencia de argumentos entre actividades.

Hasta aquí se han descrito los resultados en cuanto a cantidad y nivel de los argumentos identificados en cada actividad y se ha ofrecido una comparación de lo observado entre las actividades. En la siguiente sección, se plantea una discusión más detallada de los hallazgos de este trabajo.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de los resultados que se presentan en este trabajo podemos reconocer que el progreso en la calidad de los argumentos de los estudiantes no es evidente pues la mayoría de los argumentos a lo largo de la secuencia se mantuvieron en un nivel 2, según el instrumento de Erduran et al. (2004). Es decir, los argumentos constan de conclusiones que incluyen la presencia de datos, garantías o respaldos, pero no de excepciones. Cabe mencionar que en actividades como el “Debate” y “Carta al Gobernador” se encontraron niveles de argumentación más altos, uno del nivel 3 y dos del nivel 4, argumentos que se destacan por contar con la presencia de alguna excepción. Estos son resultados similares a los reportados por Capkinoglu, et al. (2019), quienes trabajaron con estudiantes de primero de secundaria en donde los estudiantes fueron expuestos a distintas CSC y en donde la mayoría de los argumentos provistos por los estudiantes se ubican en el nivel 2. En contraste con nuestro trabajo, los autores también reportan la presencia de más argumentos en los niveles superiores (3, 4 y 5) en los cuales se observa la existencia de alguna excepción débil (3), es decir poco relacionada a la conclusión, datos o garantías del argumento en cuestión; excepción clara, relacionada directamente con alguno de los componentes del argumento (4) o bien el argumento presenta más de una excepción clara (5).

Esto puede darse por algunas características en el diseño de la secuencia didáctica. Primeramente, una de ellas relacionada al tipo de estrategias que se implementaron. En el trabajo presentado por Capkinoglu et al. 2019, donde participaron estudiantes de séptimo grado, recibieron un entrenamiento especial sobre argumentación por un periodo de dos semanas previas a la implementación de las actividades de la misma investigación, en donde de manera explícita se exponen los elementos que conforman un argumento, es decir se ofreció una estructura (TAP) que apoyó el razonamiento de los estudiantes al momento de elaborar sus propios argumentos.

Esto resulta relevante si consideramos que los estudiantes de estas edades no acostumbran a reconocer el valor de las pruebas y expresar las relaciones que existen entre los datos y las declaraciones, en otras palabras, las garantías (Koleza, Metaxas & Poli, 2018). Es decir, aparentemente no reconocen la importancia de expresar datos y garantías, enfocándose solamente a elaborar declaraciones. Al ofrecerles una estructura como puede ser el TAP, se pueden favorecer los esfuerzos para que se reconozcan ciertas deficiencias en sus argumentos como la ausencia de datos o garantías, e intenten estructurarlos de manera más apropiada como lo han reportado

Erduran y colaboradores (2004) quienes orientaron a un grupo de profesores para que, de manera explícita, presentaran actividades y esquemas que apoyaran la producción de argumentos por parte de los estudiantes.

En el presente trabajo, nos enfocamos en proponer actividades que invitaran a los estudiantes a expresar argumentos en relación con una CSC. Es decir, se enfatizó en el planteamiento de un contexto argumentativo más que en la estructura del argumento. En relación con esto, Motokane (2015) ha evidenciado que la presentación y discusión de CSC en el aula de clases son pertinentes para crear un ambiente que promueva la argumentación entre los estudiantes. Para el autor, la creación de este tipo de escenarios permite la interacción entre los estudiantes en función del problema que deben resolver, invitándolos a una participación activa en donde las ideas de los alumnos puedan ser expuestas con libertad y que estas puedan estar sujetas a disputas o acuerdos.

Lo anterior, a pesar de alentar a los estudiantes a participar, por sí mismo no parece, al menos en nuestro trabajo, habilitarlos a generar argumentos más complejos, es decir que incluyan además de datos y garantías basados en el conocimiento científico, en un evento más deseable, excepciones. La relevancia de incluir excepciones en un argumento reside en la importancia que autores como Erduran et al. (2004) y Capkinoglu et al. (2019) otorgan a este componente. Los autores indican que la presencia de excepciones son señales de un argumento de alta calidad debido a que quien argumenta muestra una comprensión de las debilidades de su argumento o uno ajeno, esto implica que los estudiantes reconozcan la validez de los datos o garantías que acompañan lo argumentado.

Adicionalmente, la calidad y número de argumentos pueden ser influenciados por el tema abordado en el aula y el tipo de actividades que se implementan, es decir el contexto de discusión en el que se sitúan los estudiantes. En términos de investigación vale la pena seguir ahondando en esto porque el contexto del proceso argumentativo parece ser importante para generar interés y facilitar el entendimiento del tema que se discutirá, como lo han sugerido Capkinoglu et al. (2019), quienes encontraron diferencias en los niveles de argumentación presentados para cuatro tipos de CSC distintas, sugiriendo que la relevancia del tema y la familiaridad que tengan los estudiantes con este resulta crítico para el desarrollo de argumentos de mejor calidad. En este sentido, Molinatti, Girault y Hammond (2010) proponen que tópicos con los cuales los estudiantes se

pueden relacionar más personalmente implican un mayor involucramiento por parte de los estudiantes. Si esto se combina con la estructura del argumento podrían darse mayores avances en las habilidades argumentativas de los estudiantes.

Para ello y de manera complementaria resultaría útil dedicar al menos una actividad en donde se muestren los componentes que conforman un argumento haciendo uso del patrón argumentativo de Toulmin (2003) como andamiaje (Kuhn & Udell, 2003), que los lleve a internalizar y usar este patrón para complementar sus argumentos sin dejar pasar la importancia que tiene el profesor en este proceso, como lo han reportado Erduran et al. (2004) y Lazarou (2009). Este último ha señalado que, para los estudiantes, tener una conciencia sobre la estructura del argumento, resulta crucial en la expresión de argumentos válidos y más completos. Entonces, puede decirse que un paso a seguir en el diseño de una secuencia didáctica que procure las habilidades argumentativas sería incluir la presentación de la estructura del argumento.

El segundo aspecto que vale la pena revisar concierne a la preparación que posee el maestro para implementar secuencias o actividades que buscan promover la argumentación en los estudiantes. En el caso de nuestro trabajo, resulta importante que el docente posea las herramientas suficientes tanto para preparar las actividades como para poder evaluar los argumentos de una manera práctica. En trabajos como el de Erduran, Simon y Osborne (2004) se incluye un entrenamiento especial para los maestros participantes en donde son asesorados y recomiendan preguntas que tienen como objetivo orientar a los estudiantes a elaborar argumentos más completos, que pasen de ser simples declaraciones para incluir datos y garantías que permitan conocer las razones por las cuales un estudiante declara algo.

En este sentido, queda evidenciada la importancia de una preparación previa del docente, en donde este sea capaz de reconocer tanto la estructura de un argumento como los medios para promover la argumentación en el salón de clase, estrategias que le permitan tener un dominio sobre la situación en el aula. Actividades de diálogo como las sesiones de debate requieren de una orientación apropiada por parte del docente. Dado que los estudiantes pueden no estar habituados a este tipo de dinámicas en donde se ven obligados a dialogar de manera ordenada y en la disposición de escuchar al resto de los compañeros. La orientación del profesor resulta crítica a la hora de promover la argumentación entre los alumnos. Es importante que este sea capaz de formular las preguntas apropiadas que estimulen la discusión como, por ejemplo: “¿De dónde has

obtenido esa información?”, “¿Cómo lo sabes?”, o “¿Cuáles son tus razones?” como lo sugieren Erduran et al. (2004). Esto mediado por el tipo de actividad que se implementa. De actividades como “El muro” los alumnos solamente tienen oportunidad de ofrecer datos concretos y las preguntas que realizó el docente eran preguntas cerradas que se contestaban con “sí” o “no”, por ejemplo “¿están de acuerdo?” sin solicitar las razones de sus respuestas. Esto se refleja en la concurrencia de argumentos del nivel uno los cuales consisten en declaraciones simples. Se reconoce entonces que las intervenciones del docente pueden apoyar de manera estratégica a los estudiantes en la construcción de argumentos y vale la pena que los docentes tomen conciencia del tipo de preguntas que plantean a los estudiantes y con qué finalidad las planteamos

En relación con las actividades de discusión oral más que escritas, podemos observar que la actividad de “Debate” fue aquella en donde se generaron la mayor cantidad de argumentos, seguida por la actividad “Construyendo una definición”. En relación con esto, cabe mencionar que estas fueron actividades que explícitamente colocaban a los estudiantes en una situación de discusión con su compañero, dándose a conocer de manera clara la existencia de más de una posición con respecto a la propia. Aparentemente presentar una sesión de debate sobre una CSC resulta estimulante y atractivo para la participación de los estudiantes. A diferencia del resto de las actividades, al implementar la CSC durante el debate, expresar y defender ideas se vuelve un acto natural durante la práctica. A pesar de que no se contó con una sesión que enseñara explícitamente a argumentar o la estructura del argumento los estudiantes eran capaces de realizar declaraciones sustentadas por datos provistos durante la intervención o bien obtenidos de otros medios de información, o desde su experiencia personal.

En un momento de la actividad destinada a consensuar la definición, los estudiantes debían discutir sobre las ideas que compartían y las que no acerca de lo que es un río. La razón de esto era que tuvieran oportunidad de debatir cual idea sobre río, entre las dos que se presentaban por pareja, podría resultar más conveniente, o bien se llegara a un primer consenso en relación con la idea que se tiene de “río”. Se esperaba que los estudiantes dieran razones para defender su propuesta, sin embargo, en los registros generados se puede apreciar que se remiten a compartir sus ideas sin presentar objeciones. Esto se puede ver a la luz de que los chicos y chicas no están habituados a participar en actividades que involucren el debate, es decir, la discusión sobre un problema abierto. Por otro lado, la actividad pudo no ser la más conveniente para promover la

práctica argumentativa que si bien la consigna era discutir en parejas las concepciones que se tienen de río, este no era un tema polémico de resolución abierta, una de las características de las que se ve favorecida la argumentación dentro del salón de clases (Motokane, 2015).

A diferencia de las actividades orales, en las actividades escritas encontramos un menor número de argumentos, esto posiblemente debido a que los estudiantes no se sitúan en un escenario que se presta a la discusión o bien debido a que la consigna de dichas actividades se remitía a realizar una propuesta. En actividades como “Carta al alcalde” y “Carta al Gobernador” los estudiantes no establecían un diálogo directo con otra persona y esto podría limitar la expresión de argumentos por lo que se sugiere la implementación de actividades del tipo oral que inviten a la discusión en forma grupal o incluso, en grupos pequeños. Sin embargo, se ha reportado que las actividades que involucren la escritura apoyan a los estudiantes al hacer tangibles sus propios argumentos y reconocer sus debilidades y fortalezas con apoyo de la discusión oral (Chen, Hand, & Park, 2016). Esto sugiere que la intervención diseñada para nuestro trabajo podría mejorar si se incluyen de manera integrada tanto producciones orales como escritas en lugar de presentarlas como actividades separadas.

Un tercer aspecto en la secuencia implementada se relaciona con la duración de la secuencia fue relativamente corta con una duración de seis semanas aproximadamente. Dentro de la secuencia se incluyeron múltiples actividades con la intención de que los estudiantes fueran introducidos al tema, en donde buscaran información a modo de que se pudieran familiarizar con los fenómenos que rodean la CSC como por ejemplo los hábitats que se relacionan con el río, las especies que aquí interactúan y las cuestiones sociales que influyen en el RSC. Que los estudiantes apropien toda esta información requiere de tiempo para que pueda ser incorporada en su argumentación. A razón de esto, probablemente se requieran periodos de implementación más largos para que estos procesos de reconocimiento se den y poder apreciar un cambio en las habilidades de argumentación de los estudiantes como las implementadas por Lazarou en un periodo de 5 meses, hasta aquellas como las de Erduran, Simon y Osborne (2004) con duración de un ciclo escolar completo. En contraste con estos trabajos, Venville y Dawson (2009), encontraron un progreso en los argumentos de un grupo de estudiantes de 14 y 15 años después de una sesión en donde se instruyó sobre el modelo de Toulmin (TAP) y dos sesiones de discusión, cada una de

50 minutos. Esta diferencia puede ser el resultado de trabajar con niños de mayor edad y la enseñanza del TAP por parte del docente.

En atención a lo comentado hasta ahora, parece importante tener en cuenta distintos aspectos antes de implementar una secuencia didáctica que se enfoque en las habilidades argumentativas de los estudiantes. En primer lugar, parece relevante presentar a los estudiantes las componentes del argumento y como estos se relacionan entre sí. Para ello la introducción al TAP y el uso de marcos de escritura que sean de utilidad para los estudiantes como modelos que apoyen su razonamiento al momento de escribir o expresar un argumento. Seguidamente, podemos destacar la presentación de escenarios que inviten a los estudiantes a discutir acerca de una cuestión sociocientífica que sea relevante para ellos. En ese sentido se pueden elegir situaciones que se vivan en la proximidad de la comunidad, cuya resolución quede abierta distintas posibilidades para que los estudiantes puedan evaluar sus argumentos a partir de la evidencia y conocimiento científico disponible, así como su relación con las dimensiones sociales y culturales que rodean a la cuestión. Un tercer aspecto se remite a la formación docente pues es indispensable que el maestro o maestra cuente con una preparación sobre la comprensión de la argumentación, es decir, que posea conocimiento sobre su estructura, así como las estrategias adecuadas para promover la argumentación y orientar las discusiones entre los alumnos y las herramientas para poder evaluarlos. Por otro lado, y como una cuarta reflexión acerca de las limitaciones de este trabajo sería recomendable trabajar con tiempos más prolongados para la implementación de secuencias que promueven la argumentación. Esto en función de procurar que los estudiantes tengan la oportunidad de integrar los conocimientos apropiados para la resolución de determinado conflicto, para ello es importante que los estudiantes, además de conocer la estructura del argumento tengan la oportunidad de incorporar dichos conocimientos para la producción de sus argumentos.

A manera de reflexión personal sobre la práctica docente

Con respecto a mi práctica docente identifico tres elementos clave:

- 1) *La tensión entre las habilidades del docente y su capacidad para promover las habilidades argumentativas entre los estudiantes.* Es decir, colocarse al frente de un aula con la intención de promover las habilidades argumentativas requiere de una preparación en cuanto a las estrategias que procuren una participación ordenada, atenta y hasta cierto punto dirigida por parte de los estudiantes, especialmente durante un debate. Es importante que el docente tenga

claro cual es el rol que debe de desempeñar y cómo hacerlo, en otras palabras, como se moderan y promueven las discusiones entre los estudiantes. Este tipo de actividades no son tan frecuentes en el salón de clases por lo que los alumnos no están familiarizados con este tipo de dinámicas y esto se ve reflejado con ciertas acciones como la participación simultanea de los estudiantes y la falta de atención al escuchar al otro. Por parte del docente también hay una serie de habilidades que deben ser desarrolladas y que involucran la gestión de estas discusiones.

- 2) *La tensión entre conocimiento disciplinar y la práctica argumentativa.* Como docente existe un interés de poner el conocimiento disciplinar como eje sobre el que se vaya desarrollando la argumentación, sin embargo, resulta indeseable que en este intento se polarice la CSC abordada, dejando afuera los aspectos sociales que puedan aportar los estudiantes; o bien, que en la intención de cubrir con los contenidos biológicos se restrinjan las actividades de discusión. Cómo interactuar con esta tensión es una incógnita que me deja este trabajo.
- 3) *La necesidad de que los estudiantes conozcan la estructura del argumento y que de esta manera puedan evaluar sus argumentos.* A la luz de la calidad de los argumentos presentados por los estudiantes, me queda la certeza de que presentar el TAP puede apoyar la construcción de argumentos por parte de los estudiantes. Así mismo, plantear actividades en donde los estudiantes tengan la oportunidad de reconocer la importancia y función de cada uno de sus componentes.

10. CONCLUSIONES

A partir de este trabajo cuya propuesta radica en la presentación de una CSC local enfocándonos en las habilidades argumentativas por parte de los estudiantes podemos percatarnos que:

- a. Los niños de esta edad si tienen la capacidad de desarrollar habilidades argumentativas y al parecer las actividades orales son más convenientes que las escritas para promover la argumentación. Sin embargo, conjugar ambas actividades, orales y escritas, podrían favorecer el desarrollo de las habilidades argumentativas. Probablemente en otras edades y mientras sea un proceso constante las actividades escritas puedan reflejar la capacidad que posee un sujeto para elaborar argumentos.
- b. Es recomendable que se implementen actividades que enseñen a los estudiantes la estructura del argumento, permitiendo que los estudiantes se apoyen en esta estructura como andamiaje para su razonamiento y con esto puedan elaborar argumentos más completos y de mejor calidad.
- c. Las CSC parecen presentar un contexto apropiado para que los estudiantes argumenten y logran tender un puente entre los conocimientos científicos y la sociedad haciendo que los niños y niñas pongan en juego dichas relaciones. En este aspecto es importante que dichas CSC resulten relevantes y dentro de un contexto próximo para los estudiantes.
- d. Se requiere un tiempo mayor para implementar este tipo de secuencias. La incorporación de conocimientos, así como el reconocimiento de la estructura del argumento son actividades que toman un tiempo considerable por parte de los estudiantes y, generalmente, requiere que se verifique el logro de cierta comprensión para seguir adelante con el proceso.
- e. La evaluación del desarrollo de habilidades de argumentación en el aula de ciencias es un desafío para los docentes, formadores de procesos e investigadores porque no existen mecanismos simples para dar cuenta de los progresos de los estudiantes.

Es importante reconocer que el estudio que aquí se reporta tuvo un carácter exploratorio. Los aspectos que valen la pena seguir investigando son las habilidades que debe de desarrollar el

docente para llevar a cabo intervenciones que tienen como foco la argumentación, incluyendo las estrategias que promueven el uso de las habilidades argumentativas. En este sentido, si bien los estudiantes son capaces de argumentar, una apropiada aproximación a esta práctica, orientada por el docente y las actividades implementadas, debería devenir en un mejor desempeño por parte de los estudiantes.

Sostengo que promover el desarrollo de prácticas argumentativas en el aula es crucial para la formación ciudadana. En tanto los aprendices vayan sumando experiencias en actividades que promuevan a la argumentación, estos irán desarrollando las habilidades necesarias para participar como ciudadanos críticos e informados en su contexto social, ambiental y tecnológico.

Finalmente, me permito invitar a otros docentes de biología a seguir explorando las posibilidades que la materia nos ofrece para incursionar en el mundo de la argumentación y aprovechar la oportunidad que representa para ofrecerle a los estudiantes otra manera de incursionar en el mundo de la ciencia dentro del salón de clases.

11. REFERENCIAS

- Aguilar, I., Sisto, N., Ramírez, A. (2015). Agua para Monterrey: Logros, retos y oportunidades para Nuevo León y México. Tecnológico de Monterrey, SADM. Editorial APP.
- Alanís, G. (2005). El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. *Ciencia UANL*. VII (1). pp.20-32
- Amaral, E.M.R. & Mortimer, E.F. (2006). Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: F. Dos Santos., & I. Greca. (Eds.). *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias*. (pp. 239-296). Ijuí: Editora Unijuí.
- Archila, P. A. (2013). La Argumentación y sus aportes a la enseñanza bilingüe de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 403-423.
- Balgopal, M. y Wallace, A. (2009). Decisions and dilemmas: Using writing to learn activities to increase ecological literacy, *Journal of Environmental Education*, 40(3): 13-26.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Blancas, J. L., y Guerra, M. T. (2019). Contenido conceptual y argumentación: análisis de la representación del modelo de partículas en un libro de texto de secundaria. *XV Congreso Nacional de Investigación Educativa COMIE-2019*.
- Campaner, G., & De Longhi, A. L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456.
- Cavazos, Israel. Monterrey: voces del viento. UANL. México, 2010. Extraído el 26 de junio de 2019 de: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020120803/1020120803.PDF>
- Chamizo Guerrero, J. A. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25(1), 133-146.

- Foong, C. C., & Daniel, E. G. (2010). Assessing students' arguments made in socio-scientific contexts: The considerations of structural complexity and the depth of content knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 1120-1127.
- Chen, Y. C., Hand, B., & Park, S. (2016). Examining elementary students' development of oral and written argumentation practices through argument-based inquiry. *Science & Education*, 25(3-4), 277-320.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). *Supporting and promoting argumentation discourse in science education*.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.
- Erduran, S., Ardac, D., & Yakmaci-Guzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of pre-service secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1-14.
- Esparza, L., Valdés, C., Cantú, P., De la Mora, G. (2014). Historia de las crisis del agua en el área metropolitana de Monterrey (AMM), previa a la llegada de las grandes represas (1597-1955). *Ciencia UANL*. 17(67). Extraído el 26 de junio de 2019, de: <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=1716>
- Evagorou, M., Jimenez-Aleixandre, M. P., & Osborne, J. (2012). 'Should we kill the grey squirrels?' A study exploring students' justifications and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428.
- Faize, F. A., Husain, W., & Nisar, F. (2018). A Critical Review of Scientific Argumentation in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 475-483. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80353>
- Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey. Plan Hídrico Nuevo León 2050. Recuperado de: <http://famm.mx/wp-content/uploads/2018/10/Plan-Hi%CC%81drico-NL-2050.pdf>

- González, F., Cantú, C., Uvalle, J., Herrera, B. (2018). Situación actual de la fauna silvestre en las cuencas de Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (50).
Extraído de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v9n50/2007-1132-remcf-9-50-223.pdf>
- Guerrero Aguilar, A. (2009). Historia de las lluvias y el río Santa Catarina [Entrada en blog].
Recuperado de <http://sierra-madre-oriental.blogspot.com/2015/08/historia-de-las-lluvias-y-el-río-santa.html>
- Guerrero, G. J., & Peñaloza, G. (2019). Matemos al bicho: la huerta escolar como escenario educativo para la argumentación y la toma de decisiones. *Bio-grafía*, 11(22).
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Jiménez-Aleixandre M., Erduran S. (2007) Argumentation in Science Education: An Overview. En: Erduran S., Jiménez-Aleixandre M.P. (eds) *Argumentation in Science Education*. Science & Technology Education Library, vol 35. Springer, Dordrecht
- Koleza, E., Metaxas, N., & Poli, K. (2017). Primary and secondary students' argumentation competence: A case study.
- Kuhn, D. (1993). Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education* 77(3), 319-337
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child development*, 74(5), 1245-1260.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Larraín, A. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. *Estudios públicos*, 116(4), 167-193.

- Lazarou, D. (2009). Learning to TAP: An effort to scaffold students' argumentation in science. *CONTEMPORARY SCIENCE EDUCATION RESEARCH: SCIENTIFIC LITERACY AND*, 43.
- Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instrument in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993–1017.
- Marraud, H. (2015). *¿Es logic@? Análisis y evaluación de argumentos*. Ed. Cátedra.
- Mendoza, D., Méndez, A., y Mercado, A. (2019). Costos económicos del huracán Alex en Nuevo León, México. *Revista Problemas del Desarrollo*. 198 (50). pp. 3. Extraído de: <https://probdes.iiec.unam.mx/index.php/pde/article/view/67469>
- Molinatti, G., Girault, Y., & Hammond, C. (2010). High school students debate the use of embryonic stem cells: The influence of context on decision-making. *International Journal of Science Education*, 32(16), 2235-2251.
- Motokane, M. (2015). Secuencias didácticas investigativas y argumentación en la enseñanza de la ecología. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(spe), 115-138.
- Naturalista, CONABIO <http://www.naturalista.mx>
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553–576.
- Osborne, J. (2002). Science for citizenship. *The Challenges for Science. Education for the Twenty-First Century. Pontifical Academy of Sciences, Scripta Varia* 104, 126-139
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação*, 21(2), 307-327.
- Plantín, C., & Muñoz, N. I. (2011). *El Hacer Argumentativo*. Editorial Biblos. Buenos Aires, Argentina.
- Ramos, M., Sánchez, W. y Huapaya, E. (2014). Argumentación lógica como herramienta para la formación ciudadana en estudiantes de 3ro de secundaria: una propuesta didáctica. En: *Acta*

- Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 1235-1241). México, DF: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa
- Revel Chion, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P., & Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra).
- Ruiz, E. (2018, febrero 23). Río Santa Catarina será gran parque. ABC Noticias. Recuperado de: <https://www.abcnoticias.mx/buscan-reinventar-rio-santa-catarina/100628>
- Sánchez, L., González, J., García, A. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1), 11-28.
- Sanmartí, N. (1997). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. *Guía praxis para el profesorado de la ESO. Ciencias de la naturaleza. Contenidos, actividades y recursos*, 9-42.
- Santa Olalla Mariscal, G. (2010). *La competencia argumentativa en estudiantes sordos de educación secundaria obligatoria*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca
- Sardá Jorge, A., & Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Secretaría de Desarrollo Social. (2010). Huracán Alex en Nuevo León, la memoria. Riesgos, testimonios y acción social. Gobierno del Estado. Recuperado de: http://www.nl.gob.mx/sites/default/files/4-huracan_alex_en_nuevo_leon_la_memoria_riesgos_testimonios_y_accion_social_v2.pdf
- Secretaría de Sustentabilidad, UANL. (s.f.). Monitoreo de la Calidad del Aire en el Área Metropolitana de Monterrey. Universidad Autónoma de Nuevo León. Extraído el 29 de junio del 2019, de: <http://sds.uanl.mx/el-deterioro-de-la-calidad-del-aire-del-area-metropolitana-de-monterrey-es-responsabilidad-de-todos/>
- Siegel, H. (1995). Why should educators care about argumentation? *Informal Logic*, 17(2), 159-176.

- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235–260.
- Songsil, W., Pongsophon, P., Boonsoong, B., & Clarke, A. (2019). Developing scientific argumentation strategies using revised argument-driven inquiry (rADI) in science classrooms in Thailand. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), 1-22.
- Toulmin, S. E. (2003). *Los usos de la argumentación*. Ediciones Península.
- Tsai, C. Y. (2018). The effect of online argumentation of socio-scientific issues on students' scientific competencies and sustainability attitudes. *Computers & Education*, 116, 14-27.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.009>.
- Van Eemeren, F. H., & Grootendorst, R. (1999). *Developments in argumentation theory* (pp. pp-43). Na
- Vargas, J. (2019, enero 28). Migran pelícanos por invierno [Archivo de video]. Recuperado de: <http://www.info7.mx/locales/migran-pelicanos-por-invierno/2422699>
- Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952-977.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. En: *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7-38). Springer, Dordrecht.

ANEXO 1

Actividad	Sesión	Episodio	Tiempo	Consigna	Descripción
Propuesta al alcalde	1	instrucciones	00:00 - 06:00	Escribir una propuesta sobre la gestión de un río en un escenario hipotético.	El docente ofrece instrucciones. Los estudiantes redactan su propuesta (texto)
		Producción textual	06:01 - 18:00		
El muro		instrucciones	18:01 - 20:34	Proponer algo que se encuentre en un río (What can we found in a river?)	En un pliego de papel kraft, el maestro ha dibujado un muro hecho de ladrillos. Comenta que, como cualquier muro, los sistemas están conformados por distintos elementos, y de la misma manera un río puede estar conformado por varios elementos.
		Participación de los estudiantes	20:35 - 41:50		

					ser lo más específicos con sus respuestas. En ocasiones el docente busca problematizar la propuesta de los estudiantes con pregunta del tipo "¿podemos encontrar... ?" o "¿Están de acuerdo, por qué?"
		Cierre	41:51 - 43:24	Registrar lo propuesto en clase y seguir indicaciones para continuar con la siguiente actividad (mapa mental)	Los estudiantes deben comenzar a elaborar su organizador gráfico para continuar en la siguiente clase.
Mapa mental	2	instrucciones	N/A	Crear un mapa mental sobre la composición de un río y redactar su interpretación	Cada estudiante, con apoyo de las propuestas durante la actividad "el muro", elabora un mapa mental en donde supone describir cómo está compuesto un río. Incluye una interpretación del organizador gráfico.
Construyendo una definición	3	Instrucciones	N/A	En parejas, los estudiantes comparten sus ideas y establecerán su definición de río a partir del mapa mental u	En una ficha de trabajo, los estudiantes registran sus ideas, por equipos.

				organizador gráfico que hayan elaborado	
		desarrollo	N/A	En parejas, los estudiantes comparten sus ideas y establecerán su definición de río	Las conversaciones han sido registradas en audio.
			00:00 - 26:00	Los estudiantes comparten sus ideas	El docente y los alumnos repasan las ideas expuestas por cada uno de los equipos. El docente problematiza algunas de las ideas preguntando si hay estudiantes que no estén de acuerdo con dicha definición y porqué.
			00:00 - 13:50		El maestro comienza la clase comentando como se espera que los estudiantes participen en un documento de Excel en donde votarán por la mejor definición, la cual ha sido, por todos los participantes, compartida en este mismo documento. Además de votar por su definición, los

					estudiantes dejan sus razones en un comentario en <i>Google Classroom</i> .
		Visita al arroyo	13:51 - 21:00	observar y comparar	Visitamos el arroyo para apreciar los cambios después de la lluvia. Se pudieron corroborar algunas de las características de los ríos, expresadas en clase.
		Conversación	00:00 - 07:40	El docente presenta la idea de alfabetización científica	El maestro y los estudiantes comparten ideas sobre alfabetización científica.
		cierre	07:41 - 11:02	Concluir la definición de río	Se retoman las definiciones y el docente pregunta a los estudiantes si están de acuerdo con determinadas características adjudicadas a los ríos (en sus definiciones)
Leyendo sobre ríos	4	instrucciones	11:03 - 12:03	Preparar el material digital para comenzar a trabajar en la ficha de trabajo: explicar cuáles son las implicaciones de los ríos en la vida silvestre y los asentamientos humanos (pre)	El maestro introduce a la clase mencionando la importancia de revisar la información que ya existe sobre lo que se presume saber. Se recopilan las acciones realizadas hasta el momento (se preguntaron,

					observaron, compararon, concluyeron, compartieron ideas)
			12:04 - 14:05		Habilitan la ficha de trabajo. Se dan indicaciones: explicar cuáles son las implicaciones que tienen los ríos hacia la vida silvestre y los asentamientos humanos
			14:06 - 22:00		El maestro solicita un ejemplo de las implicaciones sobre la ciencia. El docente solicita a los estudiantes recuerden todo lo que sepan sobre los ríos y que hayan aprendido en otras materias como geografía o historia. Termina la grabación
	5	Bienvenida	02:55 - 03:15		El maestro llega al salón, hay bullicio, es abordado por estudiantes, platican un poco.
		Instrucciones 1	03:16 - 06:20	Observar las imágenes provistas y reunirse en equipos	El docente comienza la clase compartiendo las indicaciones para que los estudiantes puedan ingresar a la ficha de trabajo a través de la plataforma digital y en su momento

					puedan desarrollar la actividad designada.
		Desarrollo	06:21 - 09:30	Discutir sobre las imágenes y de que tratará la lectura	Las conversaciones han sido registradas en audio. Los estudiantes conversan sobre lo que pueden observar en las imágenes.
		Instrucciones 2	09:31 - 11:05	Por equipos, organizarse para hacer lectura de un artículo (NatGeo)	Los estudiantes suponen repartirse la lectura.
		Desarrollo	11:05 - 12:03	lectura	Los estudiantes suponen realizar la lectura.
			N/D	Explicar cuáles pueden ser las implicaciones de los ríos en la vida silvestre y los asentamientos humanos (post)	Los estudiantes escriben su respuesta en la ficha de trabajo.
Definición, Explicación y Descripción	6	plenaria	00:00 - 29:20	Atender la clase	En esta sesión el docente comparte una plenaria sobre las palabras definición, explicación y descripción. Esto a la luz de que los estudiantes, a los ojos del docente, no realizaban correctamente la actividad "Leyendo sobre ríos", pues en vez de explicar las

					implicaciones, describían las características que presentan los ríos.
Leyendo sobre ríos	7	instrucciones	00:00 - 51:21	Revisar el progreso de algunos trabajos	El docente da la bienvenida al grupo y solicita la autorización de una estudiante para poder compartir su trabajo y poder reflexionar acerca lo que están haciendo con la ficha de trabajo y lo que debían de hacer (explicar). Se revisan varios trabajos y las imágenes de la página web. Esto con la intención de que los estudiantes relacionen las ideas de clases y las plasmen en su ficha de trabajo.
El RSC	8	instrucciones	00:00 - 03:30	Preparar el material digital para comenzar a trabajar	Con el uso de herramientas digitales los estudiantes abren un archivo pdf con imágenes sobre el RSC.
		desarrollo	03:31 - 41:04	Observar y comentar lo que se observa	Moderados por el docente, los estudiantes comparten sus apreciaciones sobre las imágenes, en ocasiones comparten experiencias personales relacionadas con el RSC,

				por lo general historias de sus familiares.
		cierre	41:04 - 42:04	Se invita a continuar observando las imágenes. El docente cierra clase sugiriendo a los estudiantes continuar observando la presentación. La clase continuara en la próxima sesión.
9		recapitulación	00:00 - 02:40	Estudiantes retoman archivo digital Se retoma el archivo digital en donde nos quedamos la última vez.
		Desarrollo	02:41 - 31:00	Observar y comentar lo que se observa Con la orientación del docente, los estudiantes observan las imágenes del documento y discuten que es lo que ocurre en cada imagen. Los estudiantes realizan comentarios relacionados con sus experiencias previas (personales).
		instrucciones	31:01 - 34:20	Argumentar a favor o en contra de un par de premisas: “El río no ha cambiado en 250 años” y “El río Santa Catarina no debería ser considerado como un río” En una ficha de trabajo, los estudiantes deberán argumentar a favor o en contra. El docente les explica cómo deben de trabajar con dicha ficha.

		cierre	39:03 - 40:28	Completar la ficha de trabajo	Se espera que los estudiantes vayan desarrollando la ficha de trabajo para mediarla en clase.
Biodiversidad y Ecología	10	Plenaria	0:00 - 39:21	Plenaria	El docente comparte plenaria sobre biodiversidad y ecología del río Santa Catarina. Comparte idea de "cascada trófica", "nicho ecológico" y algunas de las especies que habitan en el río.
Debate	11	Instrucciones	00:00 - 04:14	Tomar su lugar y esperar el inicio del debate.	El docente llega a clase, da indicaciones a los alumnos para videogravar la sesión y solicita la atención del grupo para iniciar con la actividad.
		Desarrollo	04:15 - 51:00	Debatir sobre cuál es la mejor acción por realizar sobre el río Santa Catarina.	Los estudiantes sostienen un debate en donde comparten las razones por las cuales determinadas propuestas resultan mejores que otras en cuanto a las acciones a llevar a cabo sobre el río Santa Catarina.
Carta al gobernador	12	Producción textual	N/D	Elaborar una propuesta sobre la gestión del río Santa Catarina	Los estudiantes elaboran un texto en donde proponen acciones para realizar en el río Santa Catarina

