

EXPLICACIONES CIENTÍFICAS: PROPUESTAS PARA LA ENSEÑANZA DEL LENGUAJE ACADÉMICO

Alejandra Meneses
Pontificia Universidad Católica de Chile
amenesea@uc.cl

Evelyn Hugo
Pontificia Universidad Católica de Chile

Maximiliano Montenegro
Pontificia Universidad Católica de Chile

Andrea Valenzuela
Pontificia Universidad Católica de Chile

Marcela Ruiz
Universidad Alberto Hurtado

RESUMEN

Este estudio explora el efecto de dos propuestas de enseñanza explícita del lenguaje académico para la producción de explicaciones. Participaron 179 estudiantes chilenos de 4° grado y cuatro profesoras. La diferencia entre ambas propuestas de enseñanza radica en la integración o no de los recursos léxico-gramaticales característicos del registro académico en las fases discursivas configuradoras de la explicación científica. Cada estudiante produjo una explicación inicial y una final para cada unidad. Los resultados muestran que existen más recursos con diferencias significativas al realizar las comparaciones entre las explicaciones en la unidad integrada que en la no integrada así como un mayor número de correlaciones positivas. Esta investigación destaca la relevancia de una enseñanza a través de la cual se enseñan explícitamente y de manera integrada recursos de lenguaje académico relevantes para la producción de géneros escolares.

PALABRAS CLAVES: explicación científica, lenguaje académico, enseñanza

ABSTRACT

This study explores the explicit academic language teaching effect on written scientific explanation. Two proposals for science unit intervention focusing on written scientific explanation was applied to four different fourth grade Chilean classrooms, one of them including explicit teaching of academic language resources integration at lexico-grammatical level in the different organizational phases of the written scientific explanation. 179 students wrote a scientific explanation at the beginning and at the end of each unit. A significant larger number of academic language resources as well as of significant correlations in the students' productions after the explicit teaching of embedded resources intervention was found. This study gives preliminary evidence of the relevance of the explicit teaching of academic language to help student master written academic genres.

KEY WORDS: scientific explanation, academic language, instruction

INTRODUCCIÓN*

Si bien existen investigaciones sobre las explicaciones producidas por estudiantes en edades escolares sobre temas de conocimiento general (Berman 2008, Berman y Ravid 2009, Aravena *et al.* 2016), son escasas las investigaciones que se han realizado sobre este tipo de producciones para el aprendizaje en un área disciplinar. A partir de una concepción de la escritura como herramienta epistémica, en particular, para el aprendizaje de las ciencias (Fang, 2014, Prain y Hand, 2016), en este estudio se analizan los efectos de dos propuestas para la enseñanza explícita de recursos de lenguaje académico utilizados en las explicaciones científicas escritas por estudiantes chilenos de 4° grado.

En la actualidad, la investigación sobre enseñanza de las ciencias promueve no solo el desarrollo de actividades de experimentación sino también el aprendizaje de prácticas científicas que se configuran mediante modos de razonamiento de base causal y lenguajes específicos relevantes para la construcción del conocimiento en ciencias (Windschitl *et al.* 2008, Fang 2014, National Research Council 2012, Prain y Hand 2016). Por lo tanto, el desarrollo de una alfabetización disciplinar y de un lenguaje específico de las ciencias favorecerá el aprendizaje de esta área disciplinar, dado el mayor grado de abstracción de los procesos que se busca comprender, así como de la mayor complejidad lingüística implicada en el dominio del discurso científico (Fang 2004, de Oliveira y Lan 2014, Ávalos *et al.* 2017). De este modo, avanzar en la evaluación del efecto de propuestas de enseñanza del lenguaje para el aprendizaje en ciencias en la educación básica permitirá promover el desarrollo de un lenguaje académico específico desde la primaria con el fin de asentar las bases para la educación secundaria y terciaria.

1. LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

1.1. *La explicación científica como género discursivo disciplinar*

Desde una aproximación disciplinar, la explicación es considerada una práctica científica que demanda a los estudiantes un razonamiento de base causal sustentado en evidencias (McNeill y Krajcik 2012, Zembal-Saul *et al.* 2013, De Andrade *et al.* 2017). Como plantean De Andrade *et al.* (2017), si bien existe consenso sobre la necesidad de promover la construcción de explicaciones científicas por parte de los

* Esta investigación es financiada por CONICYT, FONDECYT REGULAR 1150238.

Los autores agradecen a Nicolás Bedrossian, Diego Torrealba, María Loreto González, Trinidad Arellano, Alejandra Ceza, Paolo Llancaleo, Mónica Parra, Dominga Miranda y Manuela Díaz por el trabajo en la intervención y en el modelo de desarrollo profesional de los docentes. También a todo el equipo que trabajó en la transcripción y codificación de las explicaciones y a los profesores y estudiantes que participaron y creyeron en este proyecto.

estudiantes, no hay un acuerdo sobre un marco que especifique qué se entiende por explicación científica. Para este estudio, se ha definido explicación científica como un género discursivo cuyo propósito es explicitar los mecanismos subyacentes de tipo causal que provocan un determinado proceso científico y presentar evidencias que permiten sustentar esa relación causal entre los mecanismos identificados (McNeill y Krajcik 2012, Zembal-Saul *et al.* 2013, De Andrade *et al.* 2017). Por lo tanto, desde el punto de vista científico, se espera que los estudiantes sean capaces de dar cuenta de manera adecuada y precisar los conceptos científicos involucrados en un determinado proceso, así como de las relaciones lógicas de tipo causal entre dichos conceptos con el fin de dar a conocer cómo o por qué se produce un proceso científico.

Desde el punto de vista discursivo, los estudiantes requieren aprender las fases organizacionales a través de las cuales se configura una explicación científica como género. Siguiendo los principios de la lingüística sistémico funcional, Brisk (2015) amplía el concepto de explicación pues no solo considera las de tipo causal sino también la *secuencial* (patrón lineal de procesos que configuran un proceso más complejo), *cíclica* (secuencia iterativa de fases que conforman un proceso), *de sistemas* (interacción entre componentes que permiten el funcionamiento de un mecanismo) y *factorial* (factores que contribuyen en un determinado proceso). Para la explicación causal, distingue dos fases discursivas clave: identificación del fenómeno y secuencia en que se plantean las relaciones de causa-efecto. Por su parte, Ávalos *et al.* (2017) operacionalizan las fases organizacionales para diferenciar entre explicaciones con alto y bajo puntaje en ciencias. Para ello, clasifican las introducciones y conclusiones producidas por estudiantes estadounidenses de 3° grado. Encuentran que en las explicaciones con mejores puntajes en la introducción no solo se menciona directamente la respuesta a la pregunta científica de la tarea, sino que también se realizan preguntas retóricas para involucrar al lector. En cambio, en las explicaciones con bajo desempeño se construye una introducción desde un escenario ficcional. En cuanto a las conclusiones, los estudiantes con mejor desempeño realizan una síntesis del proceso explicado volviendo al efecto introducido en la tarea; en cambio, los estudiantes con bajo desempeño formulan una conclusión no directamente relacionada con el proceso científico.

Si bien estos estudios describen las fases discursivas de la explicación científica, no identifican ni analizan la evidencia, como una fase específica de este género, que la diferencia de una explicación de conocimiento general. A partir de las propuestas de enseñanza de la explicación desde el área de ciencias, la evidencia —entendida como los datos científicos que apoyan una afirmación— es una fase clave que demuestra el dominio disciplinar puesto que los estudiantes deben ser capaces de incorporar datos científicos apropiados que apoyen satisfactoriamente las causas que permiten explicar los efectos de un determinado proceso (McNeill y Krajcik 2012, Zembal-Saul *et al.* 2013).

Por lo tanto, para este estudio se integran y adaptan tanto los aportes provenientes de la enseñanza de las ciencias como de la lingüística sistémico funcional y se propone que las fases discursivas del género explicación científica son: *afirmación* en la que se identifica el proceso científico y se introducen las ideas de tipo causal para dar a conocer cómo o por qué se produce un fenómeno y la *evidencia* en la que se presentan datos científicos apropiados para apoyar la idea propuesta.

1.2. Recursos de lenguaje académico

En la construcción de explicaciones científicas, los estudiantes ponen en funcionamiento recursos discursivos y léxico-gramaticales propios del lenguaje académico para empaquetar proposiciones que den cuenta eficazmente de las causas que originan determinados fenómenos científicos (Seah *et al.* 2011, Brisk 2015, Ávalos *et al.* 2017). Por lo tanto, para los estudiantes de primaria, la construcción de explicaciones científicas conlleva no solo desafíos conceptuales sino también lingüísticos.

En la actualidad, se han logrado relevantes avances en inglés y en español con respecto a la operacionalización y la evaluación del lenguaje académico utilizado para el aprendizaje en contextos escolares (Uccelli, Barr *et al.* 2015, Uccelli, Phillips Galloway *et al.* 2015, Meneses *et al.* 2018). El lenguaje académico se ha definido como aquellas habilidades lingüísticas utilizadas a través de las distintas disciplinas escolares y que corresponden tanto a recursos discursivos como léxico-gramaticales (nominalizaciones, conectores lógicos, vocabulario metalingüístico, entre otros) frecuentes en textos escolares y en evaluaciones, pero poco frecuentes en interacciones cotidianas (Uccelli, Barr *et al.* 2015, Meneses *et al.* 2018). Asimismo, se ha determinado, para el español, que el dominio de estas habilidades clave del lenguaje académico (habilidades receptivas) predice la comprensión lectora de textos expositivos (Meneses *et al.* 2018) y la calidad de argumentaciones y explicaciones de conocimiento general (Figuroa *et al.* 2018). Sin embargo, no se ha avanzado aún en determinar los recursos de lenguaje académico (habilidades productivas) utilizados por los estudiantes en explicaciones científicas ni se han propuesto en español intervenciones que ofrezcan andamiajes explícitos en el aprendizaje de estos recursos para la construcción de explicaciones. Investigaciones de este tipo permitirán expandir el constructo de habilidades clave para el uso del lenguaje académico (Uccelli, Barr *et al.* 2015, Uccelli, Phillips Galloway *et al.* 2015, Meneses *et al.* 2018) y comprender el aporte de estos recursos transdisciplinarios al aprendizaje disciplinar.

Por su parte, la investigación sobre explicaciones científicas ha descrito algunos de los recursos recurrentes del lenguaje científico que conllevan retos para los estudiantes de primaria: *tecnicidad* (uso de vocabulario académico disciplinar con significados específicos), *abstracción* (temas sobre procesos y fenómenos científicos, uso de nominalizaciones para condensar y empaquetar procesos), *causalidad* (uso de

oraciones complejas con nexos causales) *densidad informativa* (número de palabras con contenido o vocabulario académico transdisciplinar y disciplinar en relación con el total de palabras de los textos, así como uso de adjetivos y adverbios para dar información específica y precisa sobre procesos y participantes), *objetividad* (construcción de un discurso sin marcas del sujeto enunciador o co-enunciador) y *conexión* (uso de conectores y de organizadores de información para guiar al lector a través del texto) (Fang 2004, Fang y Schleppegrell 2008, Seah *et al.* 2011, Fang 2014, Brisk 2015, Ávalos *et al.* 2017).

1.3. *Propuestas para la enseñanza del lenguaje académico*

Existen pocos estudios que evalúen las intervenciones cuyo propósito central sea la enseñanza de la producción de explicaciones científicas a estudiantes de primaria en clases de ciencias (Chambliss *et al.* 2003, Purcell-Gates *et al.* 2007, Lee *et al.* 2009, Seah *et al.* 2011, de Oliveira y Lan 2014, Fang 2014) y, en español, las experiencias de intervención de ese tipo son casi inexistentes. La investigación en inglés no ha mostrado resultados consistentes acerca de los efectos de las intervenciones en ciencias. En efecto, Purcell-Gates *et al.* (2007) encontraron que los estudiantes de primaria se beneficiaron con el aprendizaje de la lectura y escritura de géneros científicos específicos. Sin embargo, no detectaron efectos de la enseñanza explícita de recursos léxico-gramaticales en la comprensión y producción de los géneros estudiados. Por tanto, surgen preguntas sobre las decisiones tomadas acerca de la cantidad y los tipos de recursos enseñados explícitamente según el género discursivo y acerca de la secuencia de aprendizaje para favorecer la producción de los géneros seleccionados. Por su parte, Chambliss *et al.* (2003) investigaron los patrones discursivos utilizados por estudiantes de cuarto grado en la producción de explicaciones científicas después de utilizar una unidad didáctica de enseñanza explícita sobre las fases discursivas y el contenido científico de las explicaciones relacionadas con los efectos de los contaminantes. Los resultados mostraron que los estudiantes incorporaban secuencias narrativas en sus producciones científicas, así como recursos a través de los cuales se involucraban directamente en sus textos (80% de los estudiantes). Solo un 45% de los estudiantes fue capaz de utilizar explícitamente un modelo científico para explicar el fenómeno.

La intervención desarrollada por Lee *et al.* (2009) no solo se focalizó en el aprendizaje de los contenidos científicos sino también en la enseñanza explícita de los recursos léxico-gramaticales y discursivos. Las explicaciones científicas de los estudiantes fueron analizadas con dos rúbricas para captar el dominio del contenido y el manejo de los recursos (convenciones, organización y voz). Los estudiantes de 3° grado mostraron un avance significativo tanto en los contenidos como en las formas de lenguaje utilizadas. El incremento se hizo aún más significativo al determinar el efecto acumulado durante los tres años de intervención, lo que sugiere

que los profesores que se mantuvieron y se apropiaron de las prácticas de enseñanza promovieron más efectivamente dichos aprendizajes en sus estudiantes. Sin embargo, la rúbrica utilizada en este estudio sobre los recursos no distingue entre el dominio de la organización discursiva y los recursos léxico-gramaticales por lo que no se puede tener información desagregada acerca de los logros de los estudiantes en estas dos dimensiones. Ávalos *et al.* (2017) realizaron un análisis secundario de los datos de la intervención realizada por Lee *et al.* (2009) y encontraron que los estudiantes que habían obtenido altos puntajes en la rúbrica de contenidos y formas, no solo utilizaban un vocabulario científico técnico sino que también lo combinaban con otros recursos tales como patrones de progresión de la información de tipo zig-zag, uso de voz pasiva y nexos causales. La intervención de Lee *et al.* (2009) incorporaba la enseñanza explícita de vocabulario al inicio de cada unidad; sin embargo, no mencionaba explícitamente los otros recursos léxico-gramaticales requeridos para el aprendizaje de la explicación científica.

De Oliveria y Lan (2014) propusieron incorporar la pedagogía de los géneros discursivos, desarrollada por Rose y Martin (2012), para enseñar a los estudiantes los recursos léxico-gramaticales y discursivos para la construcción de géneros científicos. Este estudio de caso centrado en el avance de un estudiante bilingüe de 4° grado destaca los beneficios de la pedagogía del género, puesto que el estudiante no solo fue capaz de usar de manera precisa más vocabulario técnico y académico sino que también fue capaz de producir reportes científicos más extensos, con una variedad de construcciones sintácticas y con el uso de conectores para relacionar las ideas. La propuesta de la pedagogía del género (Rose y Martin 2012) se caracteriza por iniciar el ciclo de aprendizaje de un género discursivo con la deconstrucción de este para luego avanzar a la construcción conjunta entre docente y estudiantes y finalizar con la producción independiente por parte de los estudiantes.

En síntesis, si bien las propuestas para la enseñanza de explicaciones científicas destacan la importancia del trabajo con las fases discursivas del género, solo algunas investigaciones cualitativas han destacado la relevancia de una enseñanza explícita orientada a la incorporación de los recursos léxico-gramaticales en la construcción del género discursivo. Además, la investigación cuantitativa se ha enfocado menos todavía en determinar la efectividad de una intervención en que se integre la enseñanza explícita de los recursos del lenguaje académico con el aprendizaje de la organización discursiva del género a partir de la deconstrucción, construcción conjunta y producción independiente.

2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO

Esta investigación tiene como propósito explorar los efectos de dos propuestas de enseñanza explícita de lenguaje académico para la producción de explicaciones

científicas. En la primera propuesta, las actividades de aprendizaje de los recursos léxico-gramaticales del registro académico se realizaron antes de la enseñanza de las fases discursivas de la explicación. En cambio, en la segunda propuesta, se integraron las actividades de enseñanza de los recursos léxico-gramaticales a las fases discursivas, siguiendo los postulados de la pedagogía del género (Rose y Martin 2012). Los efectos de estas dos propuestas se midieron a través de la comparación de la extensión de los textos y de la frecuencia de un repertorio de recursos de lenguaje académico utilizados por estudiantes de 4° grado en explicaciones científicas producidas al inicio y al final de cada unidad didáctica.

Dos preguntas guían esta investigación:

- (1) ¿Existen diferencias significativas en los recursos de lenguaje académico utilizados por los estudiantes de 4° grado al comparar las explicaciones iniciales y finales en cada una de las propuestas de enseñanza (lenguaje académico no integrado y el integrado a la explicación científica)?
- (2) ¿Existen asociaciones entre los recursos de lenguaje académico diferentes para cada propuesta de enseñanza sobre la construcción de las explicaciones científicas (lenguaje académico no integrado y el integrado a la explicación científica)?

La primera pregunta de investigación permitirá determinar los efectos de cada propuesta de enseñanza en las explicaciones científicas producidas por los estudiantes a partir de la identificación de los recursos de lenguaje académico con diferencias significativas. En cambio, la segunda pregunta ayudará a comprender si la unidad didáctica en la que se integra la enseñanza explícita de los recursos de lenguaje académico no solo favorece un mayor número de relaciones entre los recursos, sino que facilita también que estas relaciones se den de manera más consistente.

3. MÉTODO

Este trabajo forma parte de un estudio más amplio, cuyo objetivo principal es mejorar los aprendizajes en ciencias de estudiantes chilenos de 4° grado que asisten a escuelas ubicadas en contextos vulnerables. Los mecanismos centrales de la intervención son tres: (1) foco en las prácticas científicas, (2) lectura y escritura epistémicas y (3) enseñanza explícita del lenguaje académico. Este proyecto ha utilizado como metodología el enfoque de investigación basada en diseño (*design-based research*) que se caracteriza por la construcción colaborativa de la intervención entre investigadores y profesores del sistema escolar para asegurar la adecuación y la sustentabilidad de esta (Collins *et al.* 2005, Anderson y Shattuck

2012). En este artículo se da cuenta del primer año de intervención y de los resultados obtenidos después de diseñar y someter a prueba dos unidades didácticas para enseñar a producir explicaciones científicas: lenguaje académico integrado o no integrado en la construcción de explicaciones científicas.

3.1. *Participantes*

En este estudio participaron 179 estudiantes chilenos de 4° grado de colegios particulares subvencionados ubicados en Santiago y pertenecientes a grupos socioeconómicos (GSE) medio y medio-bajo según lo establecido por la Agencia de Calidad de Educación (2013). Dos colegios corresponden a GSE medio; esto quiere decir que las madres tienen una escolaridad promedio entre 11 y 12 años y un salario mensual para el hogar entre US\$689 y US\$1159. Además, se contempla que entre 43,01% y 64% de los estudiantes está en condición de vulnerabilidad social. Por su parte, en el colegio con GSE medio-bajo, la escolaridad de la madre promedio es entre 9 y 10 años, el salario mensual del hogar varía entre US\$437 y US\$688 y entre 64,01% y 81% de los estudiantes se encuentra en condición de vulnerabilidad social. En cuanto al género, 48% de los estudiantes corresponde al género masculino (86 hombres) mientras que un 52% corresponde al género femenino (93 mujeres).

Las cuatro profesoras encargadas de implementar las unidades didácticas para la construcción de explicaciones científicas son las docentes habituales que imparten las clases de ciencias en los respectivos colegios. La edad promedio de las docentes es de 48 años y con un promedio de 23 años de experiencia. La intervención contempla un modelo de desarrollo profesional docente conformado por un taller de verano de 15 horas. En esta instancia, las docentes observaron como el equipo de investigadores modeló algunas de las actividades de la intervención con un grupo de estudiantes de 4° grado y participaron en las sesiones de discusión y de mejora de las actividades. Además, durante la intervención, el equipo de docentes e investigadores se reunió tres veces por unidad con el fin de monitorear los progresos y las dificultades en la implementación.

3.2. *Unidades didácticas: el lenguaje académico no integrado vs integrado*

En el contexto de la intervención del lenguaje académico, se diseñó una secuencia de aprendizaje sobre la construcción de explicaciones científicas que contempla tres fases en la que participan estudiantes y docente. La fase 1 tiene por objetivo activar los conocimientos previos de los estudiantes (modelos iniciales) y construir el conocimiento clave necesario para comprender el proceso científico. Para la fase 2, se establece como objetivo la construcción del razonamiento científico a partir de una actividad que promueve la comprensión de los estudiantes sobre las relaciones causa-efecto que explican el proceso. En la fase 3, la docente enseña

explícitamente a los estudiantes las fases discursivas de la explicación científica, así como los recursos del lenguaje académico relevantes para la producción de esta.

Para la fase 3, se intentó para la primera unidad enseñar explícitamente los recursos de lenguaje académico relevantes en los niveles de palabra y oración. Así, se diseñaron actividades de vocabulario académico transdisciplinar (*sistema, función, interactuar, conectar*, entre otras), nominalización (*movimiento, dureza, conexión, interacción, elasticidad, relajación*, entre otras), oraciones complejas (que incluyen conectores como *debido a, porque, ya que, cuando*, entre otros) y reescritura de textos en lenguaje académico. Posteriormente, se propusieron actividades para el aprendizaje de las fases discursivas que configuran la explicación científica (*pregunta científica, afirmación y evidencia*). Los estudiantes utilizaron la estructura de la explicación científica en tres temas científicos más conocidos para luego avanzar a escribir su explicación científica sobre la pregunta de la unidad. Finalmente, los estudiantes realizaron una actividad de revisión entre pares usando una pauta de evaluación que contemplaba tanto los recursos de lenguaje académico léxico-gramatical como los discursivos para finalizar con la reescritura de la explicación científica. Por lo tanto, para los fines de este estudio se ha decidido denominar a esta unidad didáctica como propuesta de *lenguaje académico no integrado*.

A partir de la implementación y las discusiones entre docentes e investigadores, se decidió para la segunda unidad, diseñar una propuesta de enseñanza de *lenguaje académico integrado*. Esta decisión se tomó dada la gran complejidad de la tarea, puesto que para la construcción de la explicación científica es necesario desplegar no solo las ideas sobre el proceso científico sino también los recursos del lenguaje académico específicos en un género discursivo disciplinar. A partir de la propuesta de la pedagogía del género (Rose y Martin, 2012, Brisk, 2015), se descompuso el género explicación científica en tres fases discursiva: *pregunta científica, afirmación y evidencia*. Para cada fase discursiva, se identificaron y se enseñaron explícitamente los recursos relevantes para el lenguaje académico. De este modo, en la pregunta científica, se enseñó a los estudiantes a identificar el proceso y evento que se debe explicar (*¿cómo cambia una materia de estado sólido a líquido?*), para luego, en la afirmación, nombrar ese proceso (*cambia*) y ese evento o fenómeno (*una materia de estado sólido a líquido*) identificados (*Una materia cambia de estado sólido a líquido...*). Posteriormente, se les enseñó a los estudiantes un repertorio de nexos causales (*porque, debido a, ya que, puesto que*) para que pudieran conectar el proceso y evento con una idea formulada por ellos. Se profundizó sobre qué ideas logran efectivamente explicar cómo se produce el efecto. Luego, se introdujo la evidencia como una fase discursiva clave para la construcción de este género científico. La evidencia es entendida como la fase en que se introducen datos científicos apropiados para apoyar la afirmación. De este modo, se ejercitó con los estudiantes la identificación de datos que podían o no ser evidencias científicas utilizando para ello dos criterios: fuente del dato y relación con la idea. Se les enseñó también un repertorio de marcadores

de la fuente para introducir la evidencia (*basado en, apoyado en, a partir de, entre otros*) Por último, se proporcionó a los estudiantes los pasos para escribir la explicación científica. Cada estudiante produjo una explicación, usando un formato con las fases discursiva marcadas. Luego, revisó su explicación, utilizando una pauta de cotejo, e identificó los aspectos que debía mejorar para producir una explicación final sin apoyos.

3.3. Tareas

Cada estudiante produjo cuatro explicaciones científicas: una al inicio y otra al final de cada una de las dos unidades didácticas implementadas. Las explicaciones producidas por los estudiantes forman parte de las mediciones para determinar el efecto de la intervención. Para la unidad 1 sobre el movimiento del sistema músculo-esquelético, la consigna para la producción de la explicación científica fue *Contesta a la siguiente pregunta a partir de lo que sabes y has aprendido: ¿Cómo se junta el brazo con el antebrazo?* Para la unidad 2 sobre el cambio de estado de la materia, la pregunta científica propuesta fue: *¿Cómo cambia una materia de estado sólido a líquido?*

3.4. Corpus

El corpus total analizado en este artículo corresponde a 610 explicaciones científicas, 305 correspondientes a la unidad 1 y 305 a la unidad 2. En el cuadro 1 se presenta el corpus total de las explicaciones científicas producidas por los estudiantes de 4° grado. No se incluyeron en este análisis explicaciones científicas producidas solo con código visual (0,3% del corpus). Como se observa en el cuadro 1, existe un total de 64 casos sin respuesta las que en su mayoría se debe a la ausencia del estudiante el día en que se trabajó la explicación o bien el estudiante no produjo una explicación por lo que la respuesta estaba en blanco.

Cuadro 1: Corpus de explicaciones científicas producidas por estudiantes de 4° grado

	Unidad 1		Unidad 2		Total
	N=169		N=169		
	Explicación inicial	Explicación final	Explicación inicial	Explicación final	
Explicaciones verbales	160	145	150	155	610
Explicaciones visuales	0	0	2	0	2
Sin respuesta	9	24	17	14	64
Total	169	169	169	169	676

3.5. Codificación

Todas las explicaciones fueron digitalizadas y los errores ortográficos corregidos

con el fin de evitar sesgo de codificación (Uccelli *et al.* 2013, Olinghouse y Wilson 2013). Además, las explicaciones fueron transcritas utilizando el sistema CHAT (MacWhinney 2000). Posteriormente, las producciones de los estudiantes se segmentaron en cláusulas, unidad estructural en la que un sintagma nominal establece una relación de subordinación con un sintagma verbal (Meneses, Hugo, Acevedo y Ávila 2017). Para asegurar la confiabilidad de la segmentación, dos codificadores segmentaron un 20% de las explicaciones y se calculó el índice Cohen de Kappa (Bakerman & Gottman 1997). Se obtuvo un índice de .84 lo que demuestra la confiabilidad del proceso.

A partir de la investigación previa sobre habilidades clave de lenguaje académico medidas receptivamente (Uccelli, Barr *et al.* 2015, Uccelli, Phillips Galloway *et al.* 2015, Meneses *et al.* 2018), se identificaron los recursos de lenguaje académico utilizados por los estudiantes en las producciones textuales. Para la selección de recursos, se empleó tanto lo reportado por investigaciones previas sobre recursos específicos utilizados en explicaciones científicas como en explicaciones de conocimiento general. Se creó una lista de palabras a partir del corpus total (949 palabras distintas de un total de 12856 palabras) y se clasificaron los recursos específicos del lenguaje académico. Los listados de recursos fueron desambiguados y revisados por dos expertos. Por ejemplo, para identificar si la palabra “calor” se refería a un término científico o cotidiano, se identificaron las apariciones en el corpus y se clasificaron según el significado en el contexto de aparición. Posteriormente, para cada recurso se calculó la frecuencia de aparición usando CLAN (*Computerized Language Analysis*) (MacWhinney, 2000) y cada medición se normalizó dividiendo por el total de palabras de cada producción textual.

Los recursos de lenguaje académico identificados son los siguientes:

- (1) *Vocabulario académico transdisciplinar*. Se definió como términos de uso frecuente en los textos académicos de distintas disciplinas tales como ciencias, ciencias sociales y matemáticas; son palabras que sirven para comprender los conceptos específicos del área disciplinar. Para identificar el vocabulario académico común entre disciplinas se siguieron las definiciones operativas propuestas por Crosson *et al.* (2012) y Olinghouse y Wilson (2013). Dos expertos codificaron las palabras y generaron una lista de vocabulario transdisciplinar con términos tales como *aumentar*, *componente*, *conectar*, *interactuar*, *sistema*, *transformar*, entre otros.
- (2) *Vocabulario académico científico*. Si bien no es un recurso del lenguaje académico transdisciplinar, se consideró un recurso relevante dado que la propuesta de enseñanza estaba focalizada en un género discursivo científico. Se creó una lista con los términos específicos del área de ciencias (Crosson *et al.* 2012), que daban cuenta del dominio técnico de esta área disciplinar (Brisk 2015, Fang 2004, Ávalos *et al.* 2017). Se codificó como vocabulario

- científico solo el léxico científico pertinente y relacionado con los temas (anatomía del brazo y estados de la materia): *articulación, antebrazo, calor, ligamento, líquido, materia, sólido, temperatura*, entre otros términos.
- (3) *Vocabulario académico metadiscursivo*. Corresponde a los términos que refieren al lenguaje o a las fases discursivas propias de la explicación y de las actividades realizadas para obtener la información para la construcción de esta (Astington y Olson 1990, Myhill y Jones 2015). Se codificaron como vocabulario metadiscursivo palabras como *afirmar, comprobar, demostrar, evidencia*, entre otras.
 - (4) *Nominalizaciones*. Se define como la transformación gramatical de un verbo o adjetivo en un sustantivo que denota un proceso o una cualidad respectivamente. Las nominalizaciones son un recurso de lenguaje académico usado con frecuencia en textos escolares (Fang y Schleppegrell 2008, Chamorro *et al.* 2013, Ávalos *et al.* 2017). En el corpus se identificaron como nominalizaciones palabras como *calentamiento, contracción, conexión, elasticidad*, entre otras.
 - (5) *Nexos causales*. Se definen como piezas lingüísticas que expresan una relación de causalidad (Fang 2004, Ávalos *et al.* 2017, Crossley *et al.* 2011, Crosson *et al.* 2012). Se consideraron nexos causales expresiones que operan tanto al interior de una cláusula, entre cláusulas y entre oraciones. Se codificaron como nexos causales debido a, gracias a, porque, ya que, entre otros.
 - (6) *Conectores*. Son las marcas lingüísticas que establecen relaciones lógicas y de organización de la información que otorgan cohesión al texto y que no son de tipo causal (Halliday y Hasan 1976, Calsamiglia y Tusón 2002, Crossley *et al.* 2011, Crosson *et al.* 2012, Ávalos *et al.* 2017). Se ha utilizado una definición amplia de los conectores para captar las marcas lingüísticas que manejan los estudiantes en la construcción de explicaciones. Se codificaron como conectores expresiones tales como *por ejemplo, pero, o sea*, entre otras.
 - (7) *Marcador de fuente o de evidencialidad*. Se codificaron como marcadores de fuente expresiones tales como *a partir de, apoyado, basado en, de acuerdo a*, entre otros (Chafe y Nichols 1986, Calsamiglia y Tusón 2002, Ainkenvald 2004). A través de estas marcas los estudiantes introducen la fuente de la que provienen los datos científicos.
 - (8) *Marcador epistémico*. Se definieron como expresiones lingüísticas que manifiestan el grado de certeza sobre una determinada proposición (Berman *et al.* 2002, Berman 2004, Uccelli *et al.* 2013). Se codificaron como marcador epistémico ciertamente, *opino, creo, imposible*, entre otros.
 - (9) *Postura enunciativa involucrada*. Se define como las expresiones que dan cuenta de la presencia del sujeto enunciator o del co-enunciator en la producción textual. Por lo tanto, se espera que la proporción de expresiones sobre postura involucrada disminuya al comparar las explicaciones iniciales con las finales, dado que los estudiantes deberían ir aprendiendo la

construcción de un discurso objetivo y sin marcas explícitas del sujeto que enuncia (Fang 2004, Brisk 2015, Ávalos *et al.* 2017). Se codificó como postura involucrada expresiones en primera o segunda persona singular o plural tales como *aprendí, aprendimos, comprobamos, nosotros, podrías, tú*, entre otras.

- (10) *Lenguaje dependiente de contexto*. Se operacionalizó como expresiones que refieren al contexto comunicativo inmediato y que solo pueden ser interpretadas en dicho entorno físico (Dickinson 2001, Henrichs 2010). Se codificó como lenguaje dependiente del contexto expresiones tales como *ahí, ahora, allí, arriba, así, algo, atrás, cosa*. Se espera que en las explicaciones científicas los estudiantes construyan un discurso no dependiente del contexto de comunicación en el que ha sido producido.

Además, se calcularon mediciones léxico-gramaticales y de extensión para comprender los efectos de las propuestas didácticas para lo cual se usaron las mediciones automáticas de CLAN. Las siguientes mediciones no son específicas del lenguaje académico, pero se utilizan con frecuencia para comprender los desempeños en la escritura de los estudiantes (Crosson *et al.* 2012).

- (1) *Longitud*. Se calculó como el número total de palabras en cada producción textual (Crossley *et al.* 2011). Esta medición es considerada con frecuencia en las investigaciones sobre escritura como un indicador de calidad de la escritura.
- (2) *Cláusulas*. Se contó el total de cláusulas de cada una de las producciones (Uccelli *et al.* 2013). El número de cláusulas es considerada también como una medida de longitud.
- (3) *Complejidad sintáctica*. Se determinó el número de palabras por cláusula. Esta medición se asocia a la calidad de textos expositivos (Beers y Nagy 2009, Brisk 2015, Meneses *et al.* 2012).
- (4) *Diversidad léxica*. Se operacionalizó como palabras distintas utilizadas en una producción textual (Crossley *et al.* 2011, Crosson *et al.* 2012, Olinghouse y Wilson 2013, Gómez *et al.* 2016, Aravena y Quiroga 2018). Se midió a través de la proporción de palabras distintas (*types*) en el total de palabras de cada producción (*tokens*), controlando por la longitud de los textos. No fue posible utilizar VocD porque para obtener esta medición se necesita tener al menos 50 palabras distintas por producción. Se calculó, entonces, CTTR (*corrected type/token ratio*) (Malvern *et al.* 2004, Gómez *et al.* 2016).

3.6. *Análisis*

Para determinar los efectos de las dos propuestas de enseñanza de lenguaje académico (no integrado vs integrado), se calcularon medidas estadísticas descriptivas para cada uno de los recursos de lenguaje académico y de extensión del texto producido

por los estudiantes para las explicaciones iniciales y finales. Con respecto a los recursos, se presentan los promedios de la proporción de aparición en relación con el total de palabras de cada explicación científica. Para realizar las comparaciones, se realizaron pruebas *t* para grupos relacionados con el fin de identificar los recursos en los que hubo una diferencia significativa entre la explicación inicial y final según la propuesta de enseñanza utilizada (lenguaje académico no integrado vs. integrado). Además, se calcularon correlaciones tipo Pearson entre los recursos analizados, según el momento de la producción (inicial vs. final) y según la unidad (lenguaje académico no integrado vs. integrado) con el fin de comprender con cuál propuesta de enseñanza se promovieron mayor cantidad de correlaciones significativas.

4. RESULTADOS

4.1. Recursos de lenguaje académico en explicaciones científicas según propuesta de enseñanza

Para responder a la primera pregunta de investigación sobre las diferencias en los recursos de lenguaje académico utilizados por los estudiantes de 4° grado en explicaciones iniciales y finales para cada una de las propuestas de enseñanza, se aplicaron las pruebas *t*. En el cuadro 2, se observan los resultados del análisis.

Cuadro 2. Recursos de lenguaje académico en explicaciones científicas según tipo de unidad didáctica

	Unidad 1				Unidad 2			
	LA no integrado		<i>t</i>	<i>p</i>	LA integrado		<i>t</i>	<i>p</i>
	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL		
	Media (DE)	Media (DE)			Media (DE)	Media (DE)		
Longitud (nro.palabras)	16.0 (9.0)	22.5 (13.0)	5.57	.000***	17.5 (8.4)	29.0 (15.5)	8.62	.000***
Cláusulas	2.9 (1.8)	3.2 (2.3)	1.60	.113	3.2 (1.7)	3.5 (2.4)	1.55	.124
Complejidad sintáctica	6.2 (2.7)	8.2 (3.5)	5.09	.000***	6.0 (2.3)	10.0 (4.7)	8.50	.000***
CTTR (div. léxica)	1.6 (.32)	1.7 (.37)	3.33	.001**	1.7 (.34)	2.0 (.34)	8.80	.000***
% voc. transdisciplinar	.07 (.07)	.08 (.08)	1.41	.162	.13 (.08)	.17 (.06)	4.90	.000***
% voc. científico	.17 (.09)	.25 (.08)	8.33	.000***	.18 (.13)	.24 (.09)	4.33	.000***
% voc. metadiscursivo	.00 (.02)	.01 (.04)	2.79	.006**	.00 (.01)	.03 (.05)	6.00	.000***
% nominalización	.01 (.04)	.00 (.03)	-79	.430	.00 (.01)	.04 (.05)	9.21	.000***
% nexos causales	.01 (.02)	.02 (.04)	3.74	.000***	.01 (.03)	.03 (.03)	5.60	.000***
% conectores	.01 (.02)	.01 (.02)	-40	.687	.02 (.04)	.00 (.01)	-4.07	.000***
% marcador fuente	.00 (.00)	.00 (.00)	-24	.814	.00 (.00)	.01 (.02)	7.07	.000***
% marcador epistémico	.01 (.02)	.00 (.01)	-98	.330	.00 (.02)	.00 (.01)	-1.18	.238
% post. en. involucrada	.03 (.05)	.01 (.03)	-3.73	.000***	.02 (.05)	.02 (.03)	-.82	.415
% lenguaje dependiente	.01 (.04)	.00 (.01)	-3.43	.001**	.01 (.03)	.00 (.01)	-3.46	.000***

Nota. **p*<.05, ***p*<.01, ****p*<.001

En el cuadro 2, se puede observar que, en las explicaciones producidas en la unidad 1 (lenguaje académico no integrado), existen diferencias significativas con un incremento positivo en *vocabulario académico científico*, *vocabulario metadiscursivo*, *uso de nexos causales* y con una disminución significativa del involucramiento del sujeto enunciador en las explicaciones (*postura enunciativa involucrada*) y menor cantidad de *lenguaje dependiente del contexto*. Además, las producciones aumentan significativamente en *longitud* (cantidad de palabras), *complejidad sintáctica* y en *diversidad léxica* (CTTR). En cambio, en la unidad 2 (lenguaje académico integrado), se observa una mayor cantidad de recursos de lenguaje académico en que se incrementa positiva y significativamente su uso. En efecto, además de los identificados en la unidad 1, aumentaron significativamente el uso de *vocabulario académico transdisciplinar*, *nominalización* y *marcador de fuente*. De esta manera, después de la propuesta de lenguaje académico integrado se detectó un aumento en la mayoría de recursos de lenguaje académico analizados.

En cuanto a la disminución significativa, se encontró que hubo una diferencia significativa en los *conectores* y el *lenguaje dependiente de contexto* y no así para la *postura involucrada*. Cualitativamente, se puede observar que, si bien los estudiantes siguen utilizando marcas de primera y segunda persona singular y plural en las explicaciones finales en la segunda unidad, estas no se encuentran en la idea propuesta para explicar el fenómeno, sino más bien en la evidencia, lo que da cuenta de un mayor grado del dominio de la explicación científica (*Una materia cambia de estado sólido a líquido por ganar o perder calor. También se puede llamar traspaso o transferencia de calor. Apoyados en nuestros experimentos comprobamos que un cuerpo sí puede ganar o perder calor y cambia de estado*). En cuanto a las mediciones generales, se encontró que la *longitud*, la *complejidad sintáctica* y la *diversidad léxica* aumentaron significativamente también en la segunda unidad.

4.2. Relaciones entre recursos de lenguaje académico en explicaciones científicas

Para responder a la segunda pregunta de investigación sobre las asociaciones entre recursos de lenguaje académico promovidos por cada unidad didáctica (no integrado vs integrado), se calcularon las correlaciones entre recursos por unidad según el momento de producción (inicial y final). En el cuadro 3 se presentan los resultados de la unidad 1 (lenguaje académico no integrado).

Cuadro 3: Correlaciones estadísticamente significativas entre los recursos de lenguaje académico en las explicaciones al inicio y al final de la unidad 1 (no integrado). La mitad inferior corresponde a la inicial y la superior, a la final.

MEDICIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1 Longitud		,85***		,67***		-,36***	,41***	,19*		-,23**	,37***	,26**			
2 Cláusulas	,87***		-,48***	,67***	,30***	-,52***	,48***					,35***	,18*	,19*	,21*
3 Palabras/cláusulas		-,37***			-,33***	,43***	-,22*				-,21*				-,22**
4 CTTR	,76***	,70***				-,38***	,61***	,62***				,36***		,25**	,31***
5 Voc. transdisciplinar			-,24**				-,25**								
6 Voc. científico	-,23**	-,32***	,24**		-,25**	-,41***		-,38***				-,26**		-,26**	-,21*
7 Voc. metadiscursivo												,22**		,20*	,30***
8 Nominalización				-,17*	,32***										
9 Nexo causal															
10 Conector	,32***	,35***		,35***								,19*			,22**
11 Marcador fuente	,23**			,23**											
12 Marcador epistémico															,26**
13 Postura involucrada		,18*		,22**	,24**	-,30***						,25**		,26***	
14 Lenguaje dependiente			-,17*				-,21**								

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

En el cuadro 3 se observan las correlaciones que son significativamente distintas de cero para la unidad 1, donde la mitad inferior corresponde a las explicaciones iniciales y la superior, a las explicaciones finales. Lo primero que se observa es un aumento desde 26 a 38 correlaciones estadísticamente significativas, lo que revela que los estudiantes no solo incluyeron más recursos de lenguaje académico, como mostramos en la comparación entre unidades, sino que también su uso simultáneo fue más consistente. En efecto, al comparar la explicación final con la inicial, hay un aumento relevante entre el *vocabulario metadiscursivo* y la *longitud* (de 0,00 a 0,41), la *postura involucrada* (de 0,00 a 0,30), el *marcador epistémico* (de 0,00 a 0,20), los *conectores* (de 0,00 a 0,22), *diversidad léxica* (de 0,09 a 0,61) y la *cláusula* (de 0,12 a 0,48). Estos resultados muestran que los estudiantes después de la enseñanza explícita de recursos de lenguaje académico son capaces de incorporar un mayor número de términos metadiscursivos, los que se correlacionan con un uso mayor de *conectores* y *marcadores epistémicos*.

El uso de *vocabulario científico* aumenta su correlación con la *complejidad sintáctica*, pero disminuye su correlación con otros recursos como *vocabulario metadiscursivo*, *conectores* y *marcador epistémico*, lo que da cuenta de una mayor densidad conceptual de las explicaciones producidas al final de la unidad.

En el cuadro 4, se presentan las correlaciones entre los recursos de lenguaje académico de las explicaciones iniciales y finales de la unidad 2 (lenguaje académico integrado).

Cuadro 4: Correlaciones estadísticamente significativas entre los recursos de lenguaje académico en las explicaciones al inicio y al final de la unidad 2 (integrado). La mitad inferior corresponde a la inicial y la superior, a la final.

MEDICIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 Longitud		,83***		,62***		-,39***,28***	-,23**	-,17*						
2 Cláusulas	,86***		-,53***,53***			-,44***,26**	-,27**						,26**	
3 Palabras/cláusulas		-,34***		,20*	,26**		-,30***						-,29***	
4 CTTR	,83***,67***	,22**				-,38***,38***	,24*						,22*	
5 Voc. transdisciplinar	-,16*			-,17*	,28**	-,34***		,24**		-,24**	-,32***	-,48***		
6 Voc. científico		-,18*	,29**		-,23**	-,36***		,31***	-,25**				-,38***	
7 Voc. metadiscursivo											,45***		,33***	
8 Nominalización											,33***			
9 Nexo causal					,20*									-,24**
10 Conector					,17*	-,24**								,17*,27**
11 Marcador fuente														
12 Marcador epistémico														,57***,26**
13 Postura involucrada		,22**		,19*	-,20*	-,20*						,68***		,24**
14 Lenguaje dependiente						-,19*	,41***							

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

El cuadro 4 muestra las correlaciones entre las mediciones que son significativamente distintas de cero para la unidad 2, donde la mitad inferior corresponde a las explicaciones iniciales y la superior, a las explicaciones finales. Nuevamente se observa un aumento de las correlaciones significativas al comparar las explicaciones iniciales y finales: de 20 iniciales se alcanzan 39 en las finales. Si tomamos en consideración que la unidad 2 es sucesiva a la unidad 1, es interesante observar que las correlaciones que aparecen en las explicaciones iniciales de la unidad 2 no corresponden exactamente a las que aparecen en las explicaciones finales de la unidad 1, ni en valor ni en cantidad. Este resultado podría vincularse con el cambio de tema entre unidades; por lo tanto, los estudiantes todavía no tienen un dominio conceptual apropiado que les permita desplegar los recursos de lenguaje académico aprendidos en la unidad 1. Es por eso que no sería posible enseñar la estructura del género discursivo científico, si no se enseña también el proceso científico en relación con los recursos de lenguaje académico relevantes para explicarlo.

Al comparar en el cuadro 4 las explicaciones iniciales y finales de la unidad 2, se observa que, al igual que en el caso de la unidad 1, los cambios mayores ocurren para las correlaciones que incluyen *vocabulario metadiscursivo* con *diversidad léxica*, *cláusula*, *longitud* y *postura involucrada*, aunque en esta unidad aparecen nuevas y mayores correlaciones entre *nominalizaciones* y *marcador de fuente* y *vocabulario transdisciplinar* así como entre *nexo causal* y *vocabulario transdisciplinar* y *científico*.

El uso simultáneo de *vocabulario transdisciplinar* con *vocabulario científico* aumenta en relación a los resultados de las explicaciones finales de la unidad 1. Así

aumenta también el uso de *vocabulario transdisciplinar* con respecto a las *nominalizaciones* y los *nexos causales*, el uso de los *marcadores de fuente* con respecto al *vocabulario metadiscursivo* y a las *nominalizaciones*. Asimismo, la *postura enunciativa involucrada* correlaciona negativamente con las otras mediciones salvo con *marcador epistémico*, lo que revela que los estudiantes son capaces de construir explicaciones con un discurso científico más objetivo semejante a las prácticas discursivas de la disciplina.

Es relevante observar que el aumento de la correlación positiva en la unidad 2 en el uso conjunto de los *marcadores epistémicos* con la *postura involucrada*, podría deberse a que el cambio de sólido a líquido es un fenómeno que ha sido más experimentado por los estudiantes y, por lo tanto, sus explicaciones tienden a ser más experienciales y a dejar, entonces, una mayor número de marcas del sujeto enunciator (*Una materia cambia de estado sólido a líquido debido al calor o temperatura del medio ambiente y por los experimentos y textos científicos de las clases podemos saber eso y gracias a los videos que hemos visto, si en un vaso de plumavit tenemos un hielo y en uno de plástico tenemos otro hielo en el que se va derretir*).

Dos patrones de asociaciones se encontraron solo en las explicaciones finales de la unidad 2. El primero, la correlación positiva entre los *nexos causales* con el *vocabulario transdisciplinar* ($r=,24$) y con el vocabulario científico ($r=,31$). El segundo patrón encontrado es la correlación positiva entre los *marcadores de la fuente* con el *vocabulario metadiscursivo* ($r=,45$) y con la *nominalización* ($r=,33$). En el cuadro 5, se puede observar una explicación final de la unidad 1 y de la unidad 2 para comprender el aumento en las correlaciones significativas entre recursos de lenguaje académico encontrados solo en las explicaciones finales de la unidad 2. Los ejemplos seleccionados entre unidades corresponden a un mismo estudiante.

Cuadro 5: Ejemplos de los patrones de cambio de la asociación entre los recursos de lenguaje académico detectados en las explicaciones finales de la unidad 2

Asociaciones	Explicación final Unidad 1	Explicación final Unidad 2
Nexo causal, vocabulario transdisciplinar y vocabulario científico	El brazo con el antebrazo se junta con el hueso, ligamento, tendón, músculo uno y músculo dos.	Una materia cambia de estado sólido a líquido <u>gracias a</u> diferencias de temperatura , cuando un <i> cuerpo pierde o gana calor</i> .
Marcador de fuente, vocabulario metadiscursivo y nominalización	El brazo se junta con el antebrazo por los huesos y los ligamentos. Los músculos se unen a los huesos por los tendones y así permite el [movimiento] del codo.	Una materia cambia de estado sólido a líquido por ganar o perder calor. también se puede llamar [traspaso] o [transferencia] de calor, <u>apoyados en</u> nuestros experimentos <u>comprobamos</u> que un cuerpo sí puede ganar o perder calor y cambia de estado.

Nota. Se identifican los recursos del siguiente modo: nexo causal, vocabulario transdisciplinar, vocabulario científico, marcador de fuente, vocabulario metadiscursivo, [nominalización]

Estos resultados muestran que los estudiantes al final de la unidad 2 usan más y de manera más consistente los recursos de lenguaje académico en sus explicaciones. Asimismo, son capaces de producir explicaciones más extensas e incluir *vocabulario transdisciplinar, científico y metadiscursivo* como lo hicieron en la unidad 1. Además, en la medida en que incorporan una evidencia en sus explicaciones, utilizan *marcador de fuente, vocabulario metadiscursivo* junto a *nominalizaciones*. En resumen, se puede afirmar que la enseñanza explícita de los recursos de lenguaje académicos en la unidad 2 agrega mayor complejidad y consistencia a las explicaciones finales de los estudiantes, lo que les permite progresar desde oraciones breves con alta incorporación de vocabulario científico a oraciones más complejas y extensas que les permiten expresar sus ideas científicas en forma más conectada, precisa y con mayor número de términos metadiscursivos.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación ha explorado la efectividad de dos propuestas de enseñanza explícita del lenguaje académico para la producción de explicaciones científicas en el contexto de una intervención para facilitar el aprendizaje de la escritura académica en la clase de ciencias en educación primaria. Los resultados destacan que la unidad didáctica que integra los recursos léxico-gramaticales de lenguaje académico a las fases discursivas que configuran la explicación científica presenta un mayor avance en el dominio de los recursos por parte de los estudiantes. Asimismo, se demuestra que en la unidad didáctica de lenguaje académico integrado, las explicaciones finales de los estudiantes muestran mayor complejidad y consistencia en el uso de los recursos de lenguaje como lo demuestran las correlaciones. Por lo tanto, como señala Ávalos *et al.* (2017), los estudiantes no solo son capaces de producir explicaciones más extensas y con más vocabulario científico, transdisciplinar y metadiscursivo, sino que son capaces de integrar otros recursos léxico-gramaticales en sus explicaciones, lo que da cuenta de un discurso en el que los estudiantes establecen relaciones lógicas entre los conceptos científicos para explicar un determinado proceso.

Para determinar la efectividad de las propuestas de enseñanza, una de las limitaciones de este estudio es no contar con datos que permitan comparar entre unidades didácticas con y sin lenguaje integrado sobre un mismo proceso científico y en momentos similares de implementación. Esto permitiría comprender mejor si los efectos encontrados en los avances de la unidad 2 se deben a la integración de los recursos de lenguaje académico o bien al efecto acumulado por haber sido expuestos a dos unidades cuyo objetivo de aprendizaje principal era la construcción de explicaciones científicas. Futuras investigaciones podrán abordar el estudio de la efectividad de las propuestas de enseñanza controlando por tema y por momento de la intervención.

Este estudio contribuye, con evidencia empírica en español, al campo de la alfabetización disciplinar y al desarrollo del lenguaje académico en edades escolares, puesto que evalúa propuestas de enseñanza de recursos léxico-gramaticales y discursivos relevantes para la producción de explicaciones científicas. A través de esta investigación se destaca que los estudiantes, para demostrar la comprensión de procesos científicos, no solo requieren del entendimiento de los conceptos científicos sino también de un lenguaje académico disciplinar y específico para desplegar esas ideas y un dominio de la organización discursiva de la explicación para dar a conocer de manera científica cómo se produce un fenómeno. Por lo tanto, las habilidades de lenguaje académico, el dominio de un género disciplinar y el conocimiento de los conceptos específicos se relacionan entre sí, lo que muestra que los estudiantes son capaces ya no solo de replicar ideas, sino de producir sus ideas dentro del aula de ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Calidad de la Educación. 2013. [En línea]. *Metodología de construcción de grupos socioeconómicos: Pruebas SIMCE 2012*. Disponible en <http://archivos.agenciaeducacion.cl/Metodologia-de-Construccion-de-Grupos-Socio-economicos-SIMCE-2012.pdf> [Consulta: 05 de febrero de 2018].
- Anderson, Terry y Julie Shattuck. 2012. Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher* 41, 1. 16-25.
- Ainkensvald, Alexandra. 2004. *Evidentiality*. Oxford: Oxford University Press.
- Aravena, Soledad, Riva Quiroga, Javiera Figueroa y Evelyn Hugo. 2016. Organización discursiva de dos géneros en estudiantes de tres niveles de escolaridad y diferentes grupos sociales. *Revista Signos* 49, 91. 168-191.
- Aravena, Soledad y Riva Quiroga. 2018. Desarrollo de la complejidad léxica en dos géneros escritos por estudiantes de distintos grupos socioeconómicos. *Onomázein* 42, 1-25.
- Astington, Janet y David Olson. 1990. Metacognitive and metalinguistic language: Learning to talk about thought. *Applied Psychology* 39, 1. 77-87.
- Ávalos, Mary A., Margarita Gómez Zisselsberger, Mileidis Gort y Walter G. Secada. 2017. "Hey! Today I will tell you about the water cycle!": Variations of language and organizational features in third-grade science explanation writing. *The Elementary School Journal* 118, 1. 149-176.
- Bakerman, Roger y John M. Gottman. (1997). Assessing observer agreement. En Roger Bakerman y John M. Gottman. (eds.), *Observing interaction: An introduction to sequential analysis*, 56-80. New York, NJ: Cambridge University Press.
- Beers, Scott y Williams Nagy. 2009. Syntactic complexity as a predictor of adolescent

- writing quality: Which measures? Which genre? *Reading and Writing* 22, 2. 185-200.
- Berman, Ruth. 2008. The psycholinguistics of developing text construction. *Journal of Child Language* 35. 735-771.
- Berman, Ruth. 2004. Introduction: Developing discourse stance in different text types and languages. *Journal of Pragmatics* 37, 105–124.
- Berman, Ruth, Hrafnhildur Ragnarsdóttir y Sven Strömqvist. 2002. Discourse stance: Written and spoken language. *Written Language and Literacy* 5, 2. 253-287.
- Berman, Ruth y Dorit Ravid. 2009. Becoming a literate language user. Oral and written text construction across adolescence. En David Olson y Nancy Torrance (eds.), *The Cambridge handbook of literacy*, 92-11. New York, NJ: Cambridge University Press.
- Brisk, María Estela. 2015. *Engaging students in academic literacies. Genre-based pedagogy for K-5 classroom*. New York, NJ: Routledge.
- Calsamiglia, Helena y Ámparo Tusón. 2002. La textura discursiva. En Helena Calsamiglia y Ámparo Tusón (eds.), *Las cosas del decir: Manual de análisis del discurso*, 217-250. Barcelona: Ariel.
- Chafe, Wallace y Johanna Nichols. (eds.). 1986. *Evidentiality: The linguistic encoding of epistemology*. Norwood, NJ: Ablex.
- Chambliss, Marilyn, Lea Christenson y Carolyn Parker. 2003. Fourth graders composing scientific explanations about the effects of pollutants. Writing to understand. *Written Communication* 20, 4. 426-454.
- Chamorro, Diana, Norma Barletta y Jorge Mizuno. 2013. El lenguaje para enseñar y aprender las Ciencias Naturales: Un caso de oportunidades perdidas para la formación. *Revista Signos* 46, 81. 3-28.
- Collins, Allan, Diana Joseph y Katerine Bielaczyc. 2005. Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *The Journal of the Learning Sciences* 13, 1. 15-42.
- Crossley, Scott, Jennifer Weston, Susan Sullivan y Danielle McNamara. 2011. The development of writing proficiency as a function of grade level: a linguistic analysis. *Written Communication* 28, 3. 282-311.
- Crosson, Amy, Lindsay Matsumura, Richard Correnti y Anna Arlotta-Guerrero. 2012. The quality of writing tasks and students' use of academic language in Spanish. *The Elementary School Journal* 112, 3. 469-496.
- de Oliveira, Luciana y Shu-Wen Lan. 2014. Writing science in an upper elementary classroom: A genre-based approach to teaching English language learners. *Journal of Second Language Writing* 25, 23-39.
- De Andrade, Vanessa, Sofia Freire y Mónica Baptista. 2017. Constructing Scientific Explanations: A system of analysis for students' explanations. *Research in Science Education*. Publicación on-line primero. doi: 10.1007/s11165-017-9648-9

- Dickinson, David. 2001. Large-group and free-play times: Conversational settings supporting language and literacy development. En David Dickinson y Patton Tabors (eds.), *Beginning literacy with language*, 223-255. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishers.
- Fang, Zhihui. 2004. Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science Education* 89, 2. 335-347.
- Fang, Zhihui. 2014. Writing a report: A study of preadolescents' use of informational language. *Linguistics and the Human Sciences* 10, 2. 103-131.
- Fang, Zhihui y Mary Schleppegrell. 2008. *Reading in secondary content areas: A language-based pedagogy*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Figuroa, Javiera, Alejandra Meneses y Eugenio Chandía. 2018. Academic language and the quality of written arguments and explanations of Chilean 8th graders. *Reading and Writing* 31, 3. 703-723.
- Gómez, Gabriela, Carmen Sotomayor, Percy Bedwell, Ana María Domínguez y Elvira Jéldrez. 2016. Analysis of lexical quality and its relation to writing quality for 4th grade, primary school students in Chile. *Reading and Writing* 29, 7. 1317-1336.
- Halliday, Michael A.K. y Ruqaiya Hasan. 1976. *Cohesion in English*. London, UK: Longman.
- Henrichs, Lotte. 2010. *Academic language in early childhood interactions. A longitudinal study of 3- to 6-year-old Dutch monolingual children*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.
- Lee, Okhee, Jaime Maerten-Rivera, Randalla Penfield, Kathryn LeRoy y Walter Secada. 2009. Science achievement of English language learners in urban elementary schools: Results of a first-year professional development intervention. *Journal of Research in Science Teaching* 45, 31-52.
- MacWhinney, Brian. 2000. *The CHILDES Project: tools for analyzing talk*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Malvern, David, Brian Richards, Ngoni Chipere, y Pilar Durán. 2004. *Lexical diversity and language development: Quantification and assessment*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- McNeill, Katherine y Joseph Krajcik. 2012. *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in Science. The claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing*. Boston, MA: Pearson Education.
- Meneses, Alejandra, Evelyn Hugo, Daniela Acevedo y Natalia Ávila. 2017. *Gramática para profesores. Consideraciones metalingüísticas para el aprendizaje*. Santiago, Chile: Ediciones UC.
- Meneses, Alejandra, Paola Ucelli, María Verónica Santelices, Marcela Ruiz, Daniela Acevedo y Javiera Figuroa. 2018. Academic language as a predictor of reading comprehension in monolingual Spanish-speaking readers: Evidence from Chilean early adolescents. *Reading Research Quarterly* 53, 2. 223-247.

- Meneses, Alejandra, Maili Ow y Ricardo Benítez. 2012. Complejidad sintáctica: ¿modalidad comunicativa o tipo textual? Estudio de casos de producciones textuales de estudiantes de 5° básico. *Onomázein* 25, 1. 65-93.
- Myhill, Debra y Susan Jones. 2015. Conceptualizing metalinguistic understanding in writing/Conceptualización de la competencia metalingüística en la escritura. *Cultura y Educación* 27, 4. 839-867.
- National Research Council. 2012. *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Olinghouse, Natalia y Joshua Wilson. 2013. The relationship between vocabulary and writing quality in three genres. *Reading and Writing* 26, 1. 45-65.
- Prain, Vaughan y Brian Hand. 2016. Coming to know more through and from writing. *Educational Researcher* 45, 7. 430-434.
- Purcell-Gates, Victoria, Nell Duke y Joseph Martineau. 2007. Learning to read and write genre-specific texts: Roles of authentic experience and explicit teaching. *Reading Research Quarterly* 42. 8-45.
- Rose, David y Jim Martin. 2012. *Learning to write, reading to learn. Genre, knowledge and pedagogy in the Sydney School*. Sheffield: Equinox Publishing.
- Uccelli, Paola, Christina Dobbs y Jessica Scott. 2013. Mastering academic language: Organization and stance in the persuasive writing of high school students. *Written Communication* 30, 36. 1077-1109.
- Uccelli, Paola, Chris Barr, Christina Dobbs, Emily Phillips Galloway, Alejandra Meneses y Emilio Sánchez. 2015. Core academic language skills: An expanded operational construct and a novel instrument to chart school-relevant language proficiency in preadolescent and adolescent learners. *Applied Psycholinguistics* 36, 5. 1077-1109.
- Uccelli, Paola, Emily Phillips Galloway, Chris Barr, Alejandra Meneses y Christina Dobbs. 2015. Beyond vocabulary: Exploring cross-disciplinary academic-language proficiency and its association with reading comprehension. *Reading Research Quarterly* 50, 3. 337-356.
- Seah, Lay Hoon, David Clarke y Christina Hart. 2011. Understanding students' language use about expansion through analyzing their lexicogrammatical resources. *Science Education* 95. 852-876.
- Windschitl, Mark, Jessica Thompson y Melissa Braaten. 2008. Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education* 92, 5. 941-967.
- Zemba-Saul, Carla, Katherine McNeill y Kimber Hershberger. 2013. *What's your evidence? Engaging K-5 students in constructing explanations in Science*. Boston, MA: Pearson Education.

ALEJANDRA MENESES

Es Profesora Asociada de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Es Magíster en Lingüística por la PUC y Doctora en Lingüística por la PUCV. Se dedica a la lingüística educacional y es parte del grupo de investigación Factoría Ideas. Su investigación se enfoca en el desarrollo del lenguaje académico en edades escolares y su relación con la comprensión lectora y el aprendizaje en las disciplinas, específicamente, en Ciencias.

EVELYN HUGO

Es Profesora Asistente adjunto de la Facultad de Letras de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Es Magíster en Lingüística, profesora de Castellano y licenciada en Letras por la PUC. Se dedica a la lingüística educacional y es parte del grupo de investigación Factoría Ideas. Es autora de “Gramática para profesores. Consideraciones metalingüísticas para el aprendizaje” y de varios artículos sobre el desarrollo de la escritura y su aprendizaje.

MAXIMILIANO MONTENEGRO

Es Licenciado y Doctor en Física de la Universidad de Chile. Doctor en Educación de The Ohio State University, OH, USA. Actualmente es Profesor Asistente del departamento de didáctica de la Pontificia Universidad Católica de Chile y miembro del grupo interdisciplinario de investigación Factoría Ideas. Su investigación está contextualizada en el aprendizaje en Ciencias y está focalizada en medir la coherencia curricular, la evaluación en ciencias y la interacción de aula.

ANDREA VALENZUELA

Es Profesora Asistente adjunto de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Es Magíster en Educación con mención en Evaluación de los aprendizajes de la PUC. Es parte del grupo de investigación Factoría Ideas. Su foco es la medición y los análisis estadísticos aplicados al campo de la Educación.

MARCELA RUIZ

Es Doctora en Lingüística. Está interesada en el uso del lenguaje desde una perspectiva social, pragmática y situada en contextos educacionales y políticos. En contextos educativos, ha abordado la construcción de explicaciones históricas, la interacción en clases de ciencia, textos escolares de ciencia. En contextos políticos, ha indagado sobre la representación y transformación de la violencia política en archivos de derechos humanos desde el Análisis del discurso y empleando una perspectiva teórico-metodológica interdisciplinaria.