



Enseñanza de la Geología en contexto local: Desarrollo de talleres para comprender riesgos geológicos en la comuna de Chonchi

Fernando Danilo Gómez Leiva

Profesor Guía: Dr. Mauricio Espinoza Vargas

Profesores Comisión: Dra. Fernanda Álvarez Amado, Msc. Abraham González Martínez.

Resumen

La exposición de las personas a peligros geológicos depende de variables globales y locales, que se pueden informar a segmentos importantes de la población a través de la educación formal. La colaboración de un geólogo puede contribuir a situar el tema.

El objetivo del estudio es la creación de una experiencia educativa que aborde los riesgos geológicos de Chonchi para estudiantes de enseñanza media, en la asignatura “Ciencias para la Ciudadanía”. La planificación e implementación de esta experiencia se desarrolló junto a la docente de asignatura. Así, los estudiantes realizaron tres talleres prácticos en que analizaron y evaluaron el riesgo sísmico, de tsunami y de remoción en masa, desarrollando metodologías individuales y grupales, basadas en la integración de conocimientos previos e información nueva mediante exposiciones, experimentos y análisis de fuentes históricas y audiovisuales.

Si bien, la forma de abordar aspectos complejos de la geología es un asunto a mejorar, el logro por parte de los estudiantes en las actividades evaluadas superó el 75%, manifestando motivación e interés en cómo se presentaron los contenidos. Esto, sumado a la percepción positiva de la docente y la concordancia con otras investigaciones, respaldan la relevancia de este tipo de involucramiento en la educación formal.

Palabras Claves:

Riesgos geológicos, Chonchi, multidisciplinar, enseñanza de la geología

1 Introducción

En Chile existe gran diversidad de condiciones geomorfológicas, climáticas y geológicas, cuyas particularidades locales determinan cuáles son los peligros más susceptibles para determinadas comunidades y su territorio.

La socialización de los estudios de estos eventos muchas veces recae en los medios de comunicación formales o informales. Como ejemplo, el año 2021 se realizó una nota en televisión que encendió las alarmas de la población, haciendo referencia a un estudio sobre yacimientos de hidratos de metano asociados a una cadena de volcanes submarinos cerca del punto triple de placas, presentándolo como una exposición a peligros geológicos de origen volcánico y tsunami para los habitantes del archipiélago de Chiloé (Núñez, 2021). En casos como el mencionado, no se considera el hecho de que la gran mayoría de los habitantes de Chiloé se encuentran a cientos de kilómetros en sitios donde la geografía protege las zonas costeras ante un posible tsunami. Por otro lado, se reconocen insuficientes oportunidades para revertir este tipo de desinformación, donde el rol de los establecimientos educacionales es fundamental para generar una población crítica que puedan analizar las evidencias presentadas.

Para el desarrollo de este trabajo nos enfocaremos en el contexto educativo formal, donde la información en torno a los riesgos geológicos es presentada a través del Currículum Nacional, el cual considera panoramas generales en diversas asignaturas del plan de estudio de distintos niveles de enseñanza. Lo anterior permite un abordaje de temas de la Geología que utilice los conocimientos didácticos y metodológicos de la pedagogía para diseñar estrategias efectivas de enseñanza aprendizaje. Por otro lado, es altamente deseable que exista un involucramiento de profesionales geocientistas que dominen del contenido disciplinar de la Geología para profundizar en los rasgos particulares de una zona geográfica determinada.

Dentro del Plan de Estudio de la formación diferenciada de 3° medio, en la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía, se incluye en su Programa de Estudio un Objetivo de Aprendizaje (OA) que propone analizar riesgos geológicos (MINEDUC, 2019). Dicho OA puede abordarse multidisciplinariamente a través del trabajo conjunto entre el docente de asignatura y un geólogo. De este modo, se visibiliza el rol de la Geología como una disciplina que educa sobre los riesgos geológicos de mayor susceptibilidad para un territorio específico, que en este caso es la comuna de Chonchi, provincia de Chiloé (Figura 1)

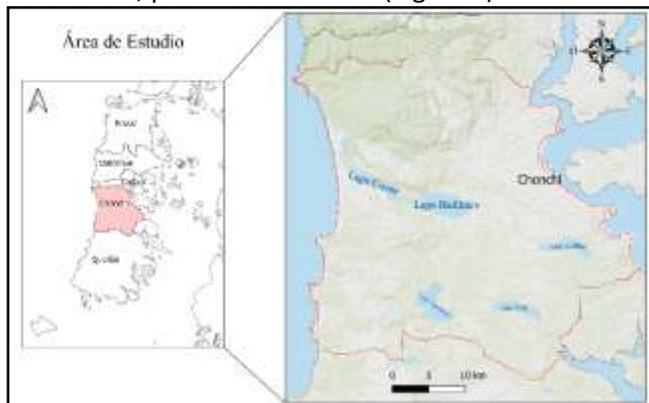


Figura 1. Ubicación del área de estudio dentro de la isla grande de Chiloé.

Objetivo General:

Desarrollar una experiencia educativa para analizar de manera situada los riesgos geológicos de mayor susceptibilidad en la comuna de Chonchi, mediante la experimentación y trabajo grupal de estudiantes de enseñanza media.

Objetivos Específicos:

Identificar, por parte de los estudiantes, los riesgos geológicos de mayor susceptibilidad en el área urbana y rural de la comuna de Chonchi (sismos, tsunamis, inundaciones y remociones en masa)

Desarrollar aprendizajes significativos en torno a riesgo geológico en estudiantes de enseñanza media de la comuna de Chonchi

Evaluar el logro de los aprendizajes desarrollados en el contexto educativo de la comuna de Chonchi.

2 Marco Geológico o Definición del Problema

El escenario climático que enfrentamos implica que “los fenómenos meteorológicos extremos, cada vez más frecuentes e intensos, ya tienen repercusiones en todas las regiones de la Tierra. El aumento de las temperaturas agudizará aún más estos peligros” (Naciones Unidas, 2023). Lo anterior incrementa la probabilidad de ocurrencia e intensidad de eventos como remociones en masa, inundaciones, incendios forestales, derretimiento glaciar, entre otros peligros de origen natural o antrópico. En cualquier caso, serán las características propias de cada localidad las que determinen el nivel de riesgo asociado a estos eventos. Es en este contexto que la enseñanza de riesgos geológicos situada en un determinado contexto geográfico y humano adquiere gran valor, siendo posible abordarla desde la educación formal.

En Chile la enseñanza de la geología en las escuelas y liceos depende de las Bases Curriculares que determinan las habilidades, contenidos y actitudes a trabajar en todas las asignaturas y niveles que componen la enseñanza formal, y se encuentra diseminada en distintos programas de estudio de carácter genérico que tienden a plantear tareas que muchas veces no se posicionan en el entorno en que se educa. Según Ausubel (1976) en Díaz (2003) “durante el aprendizaje significativo el aprendiz relaciona de manera sustancial la nueva información con sus conocimientos y experiencias previas”, lo que en términos geológicos se traduce en un fuerte condicionamiento por el contexto territorial, significando esto un desafío para la docencia.

Por otro lado, la formación y ejercicio profesional de un geólogo permiten que este cuente con

conocimiento especializado que se puede situar en el espacio geográfico que habitan las comunidades educativas, permitiendo identificar de forma específica, entre otros, los riesgos geológicos asociados a dicha región. Por ello es pertinente propiciar una relación entre geocientistas y profesionales de la educación. Es más, han sido los jóvenes quienes han planteado que para abordar las temáticas ambientales es necesaria una educación interdisciplinar que se adapte a las realidades locales (Naciones Unidas, 2023).

Para proponer la pertinencia del involucramiento profesional de geólogos en la educación formal consideraremos la Unidad 1 del módulo “Seguridad, prevención y autocuidado” de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía (CPC) de 3° y 4° Medio, cuyo Objetivo de Aprendizaje es “*Analizar a partir de modelos, riesgos de origen natural o provocados por la acción humana en su contexto local (como aludes, incendios, sismos de alta magnitud, erupciones volcánicas, tsunamis e inundaciones) y evaluar las capacidades existentes en la escuela y la comunidad para la prevención, mitigación y la adaptación frente a sus consecuencias*” MINEDUC (2019), donde las actividades propuestas tienen un alcance nacional, abriendo la posibilidad de incorporar un enfoque que considere las particularidades locales.

Según todo lo anterior, se plantea que mediante el trabajo multidisciplinar entre un geólogo y una docente se pueden nutrir recíprocamente los aspectos técnicos de la geología con los aspectos didácticos de la pedagogía, e intervenir de manera situada en la aplicación del currículum en contexto de la educación formal. Se considera que los aportes de la Geología son particularmente significativos, ya que, mediante un adecuado diseño de actividades, es posible que los alumnos se aproximen al conocimiento del sitio territorio en el que viven, utilizando para ello al paisaje como un recurso didáctico y no sólo como un objeto de estudio. Lacreu (2007)

En este trabajo, se pretende abordar el problema planteado mediante la identificación de los riesgos geológicos principales en la comuna de Chonchi y el diseño colaborativo de un ciclo de talleres de laboratorio con la docente a cargo de la asignatura de CPC, en que los estudiantes del 3° medio del Liceo

Bicentenario de Excelencia Manuel Jesús Andrade Bórquez puedan realizar experimentos que modelen su situación comunal, abordando el Objetivo de Aprendizaje de la asignatura.

3 Metodología

El liceo se encuentra en el área urbana de la comuna de Chonchi, la cual según el PADEM 2023 tiene un 62% de población rural, siendo este establecimiento el único que imparte enseñanza media a cargo de la municipalidad (Corporación Municipal de Educación, Salud y Atención de Menores, 2023). Los cursos con los que se trabaja son el tercero medio A, de formación humanista-científica, compuesto por 11 mujeres y 15 hombres, y el tercero medio B, de formación técnica profesional en administración de empresas, compuesto por 19 mujeres y 7 hombres. (Figura 2)



Figura 2. Estudiantes de tercero medio B realizando cuestionario de salida en plataforma Mentimeter.

3.1 Investigación bibliográfica

En primera instancia se realiza una revisión del programa de estudios y el Texto del Estudiante de CPC para acotar el trabajo a los peligros geológicos que se mencionan allí (volcánicos, inundaciones, aluviones o remociones en masa, sismos, tsunamis). Se revisa la historia de estos eventos en la comuna de Chonchi, acotándose los peligros de mayor susceptibilidad y luego se busca material de apoyo como mapas de riesgos del SHOA, SERNAGEOMIN e información del Plan Regulador Comunal 2022.

3.2 Diseño de experiencias educativas

En segundo lugar, junto a la docente a cargo de la asignatura, se efectúa la planificación de tres talleres didácticos que trabajarán separadamente estos peligros. En ellos se tendrán ciertas consideraciones generales, como la aplicación de estrategias que permitan conocer las ideas previas de los estudiantes

en cada materia. Según García de la Torre *et al.*, (1993) estas se analizan para luego ser corregidas y ampliadas ya que desde el constructivismo el aprendizaje se considera una modificación de las ideas de los estudiantes. Luego mediante el uso de recursos gráficos y audiovisuales el geocientista expondrá con mayor detalle los nuevos contenidos relativos al peligro geológico en cuestión para dar paso a la parte práctica, donde los estudiantes registran en una guía grupal sus experiencias, siendo esta parte la que ocupa la mayoría del tiempo lectivo y protagonismo de la clase. Para Lacreu (2015) es altamente recomendable que esta labor sea colectiva ya que cada grupo equivale a un equipo de investigación. Para culminar, se aplican cuestionarios de salida con la finalidad de dar cuenta del nivel de logro del objetivo propuesto en cada taller y además se evalúa de forma sumativa y formativa el desarrollo práctico de la actividad.

3.3 Aplicación de talleres didácticos

En tercer lugar, se aplican en distintas jornadas los siguientes talleres:

a) Taller de Sismos: Su objetivo es “Comprender la manera en que se libera la energía de un sismo analizando e interpretando datos” y para ello se realiza un test de entrada de 5 preguntas, para luego dar un espacio en donde se mencionan los conocimientos previos en materia sísmica. Sigue de una exposición de 25 minutos apoyada por material audiovisual, en donde se explica el origen de los sismos y sus diversos contextos tectónicos, situando los de subducción como los de mayor ocurrencia en el país y específicamente en Chiloé. Se pone énfasis en cómo se relacionan los esfuerzos con la deformación cortical y cómo podría variar esto según los factores que aumentan la fricción entre las placas que colisionan.

El resto del tiempo los estudiantes registran en una guía grupal lo que experimentan en el laboratorio, donde cada grupo interactúa con un modelo análogo que simula la acumulación y liberación de energía sísmica. Para ello, se emplea la fuerza elástica acumulada por un dinamómetro, el cual desplaza un bloque de madera sobre un plano, cuyas superficies de contacto se modifican añadiendo lijas de grano fino y grueso (Figura 3). En este procedimiento se espera que comprendan la impredecibilidad temporal de este proceso y el cómo influye el

aumento o disminución de la fuerza de roce, siendo esta directamente proporcional al desplazamiento de los bloques.

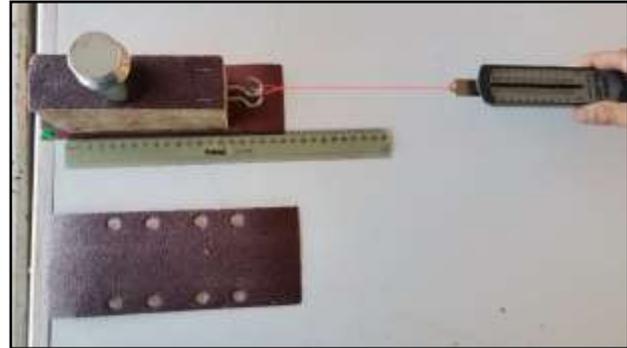


Figura 3. Montaje para realización de experimento sísmico. En la parte superior se encuentran en contacto lijas de grano fino para luego realizar la experiencia poniendo en contacto lijas de grano grueso en la parte inferior. Se añade masa de 0,5 kg para un aumento en magnitud de desplazamiento y fuerzas.

Finalmente, a través de la aplicación Mentimeter se realiza y revisa en tiempo real el mismo cuestionario del inicio para verificar el logro del objetivo.

b) Taller de Tsunami: El objetivo de este es “Comprender la amenaza asociada a un evento de tsunami en el contexto de la comuna de Chonchi”. Para esto, al inicio los estudiantes mencionan sus conocimientos previos en la materia y luego con ayuda de material audiovisual se muestran algunos tsunamis que han ocurrido en las cercanías de Chiloé. Se da cuenta de que luego de cada uno de los más grandes terremotos registrados en Chile se ha producido un tsunami y se revisa el comportamiento del mar en torno a la experiencia histórica del terremoto de 1960 en distintos sitios del archipiélago analizando sus diferencias.

Durante el desarrollo del taller práctico se completa una guía grupal que incluye una lectura y análisis de la experiencia histórica en localidades del océano pacífico, el canal de Chacao y el mar interior. Luego en un modelo análogo que simula tsunamis provenientes desde la fosa a la latitud de Chiloé (Figura 4), sitúan geográficamente algunos sitios para posteriormente poder analizar la intensidad de la llegada de las olas y la importancia de ciertas barreras geográficas. Además, analizan videos que muestran distintos tipos de barreras para oleaje, y luego realizan una comparación y valoración de la costa urbana de la comuna y la localidad de Cucao.

Al finalizar realizan un cuestionario revisado en tiempo real en la plataforma Mentimeter (<https://www.mentimeter.com/>).

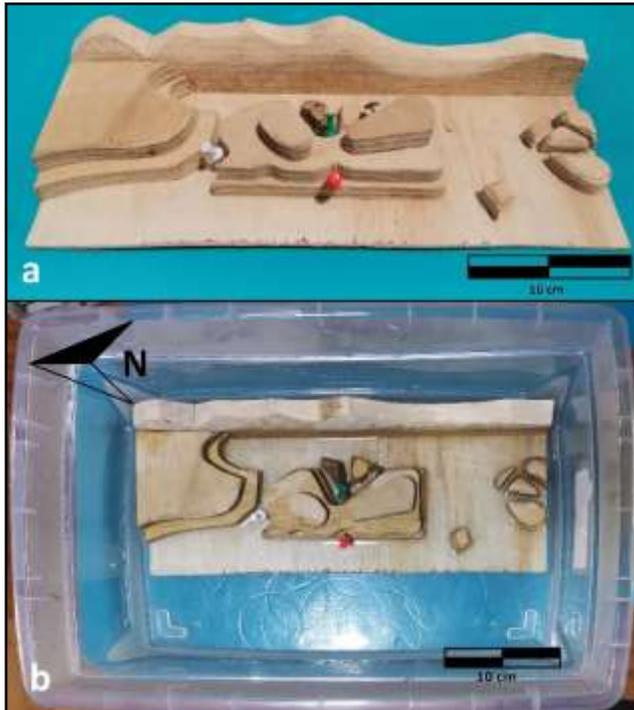


Figura 4. a. Vista oblicua de pieza de madera que simula la topografía del archipiélago de Chiloé y su ubicación respecto al continente. b. Vista en planta con pieza de madera sumergida parcialmente en agua. Tachuelas de colores indican ubicación aproximada de localidades mencionadas en análisis de fuentes acerca del evento de 1960, Ancud (blanco), Chonchi (verde), Cucao (Rojo).

c) Taller de Remociones en masa e inundaciones: Tiene como objetivo “Evaluar factores de riesgo en la costanera de la ciudad de Chonchi ante la exposición a algunos peligros geológicos en base a información cartográfica y conocimientos previos”. Para completar el panorama de riesgos se comienza con una presentación de otros riesgos geológicos que se han dado de manera escasa o nula en el territorio insular como inundaciones, peligros volcánicos y aluviones. Luego se conversa en torno a las remociones en masa y se dan algunos ejemplos ocurridos en el último tiempo. Se explica cómo analizar un mapa de peligro y se dan a conocer los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. En el desarrollo del taller práctico desarrollan una guía grupal donde identifican los peligros geológicos a los que se encuentra más expuesta la zona urbana de Chonchi y cuáles son más susceptibles en caso de terremoto. Mediante la utilización de mapas de

peligro y una tabla proporcionada previamente, cuantifican la amenaza y vulnerabilidad en caso de inundación por tsunami y remociones en masa en la costa de urbana de la comuna y luego con un modelo simplificado multiplican la amenaza y vulnerabilidad obteniendo un estimado para el riesgo geológico, evaluando sus resultados posteriormente.

3.4 Evaluación de resultados

Finalmente se evalúan los resultados considerando los instrumentos aplicados en los talleres, la percepción de la docente a cargo de la asignatura y lo planteado por otros trabajos tanto de geólogos como docentes que abordan la temática.

4 Resultados

A modo general, el desarrollo del ciclo de talleres permitió a los estudiantes analizar distintos riesgos geológicos presentes en su entorno local a través de la experimentación, la observación y el razonamiento entre pares.

4.1 Resultados taller 1

La aplicación del cuestionario de entrada permitió detectar los conocimientos previos del estudiantado en torno a los fenómenos sísmicos y su presencia en Chiloé, advirtiendo la existencia de nociones en torno a los impactos del terremoto y maremoto de 1960 en el contexto local, así como un entendimiento general de los terremotos como la propagación de ondas sísmicas y la imposibilidad de predecirlos. Sin embargo, existe casi nula comprensión de lo que sucede con la corteza terrestre y su deformación previo, durante y después de un sismo (ciclo sísmico).

En el transcurso de la actividad de simulación sísmica mediante bloques de madera, la mayoría de los estudiantes consiguió extraer los datos numéricos de fuerza elástica y desplazamiento en los tres casos planteados, logrando también comprender el hecho de que, a mayor roce con las lijas de grano grueso, era necesaria la aplicación de más fuerza y el desplazamiento resultante sería de mayor magnitud, sin poder predecir con exactitud el instante en que ocurre el deslizamiento. Asimismo, esto se pudo relacionar con la zona de subducción existente en el territorio local, donde son más susceptibles los terremotos de gran magnitud con largos períodos de

recurrencia. Respecto a la metacognición, los estudiantes mencionan que se divertieron durante la actividad y que fue de su interés. El promedio de logro según el puntaje total de la guía en los 6 grupos del 3A fue de 79% mientras que para los 5 grupos del 3B fue de 94%.

Como forma de evaluar los aprendizajes del taller, se aplicó el mismo cuestionario sobre la liberación de energía de los sismos, dando cuenta de un rendimiento igual o mejor en los ítems con buena ponderación (terremoto y maremoto de 1960, propagación de ondas e impredecibilidad) y que señalan una correcta interpretación de datos. Sin embargo, se advierte un bajo rendimiento en el mismo ítem sobre deformación cortical.

4.2 Resultados taller 2

El análisis de fuentes en torno a la vivencia histórica de distintas localidades de Chiloé durante el terremoto de 1960 permitió dar cuenta de las diferentes experiencias de lugares costeros en el territorio local, cuya ubicación y altura determinarán la intensidad de la llegada de las olas producidas tras un sismo tsunamigénico. Asimismo, a través del modelo análogo de simulación de tsunami para el archipiélago de Chiloé, se logró comprender el nivel de exposición a tsunamis para la vertiente occidental o Pacífica de las localidades costeras como Cucao, y la importancia del Canal de Chacao para las comunidades del mar interior, como es el caso de la ciudad de Chonchi, donde solo afectarían fuertes marejadas y/o inundaciones menores. Se produjo un gran interés al conocer los tipos de defensa costera expuestos (Figura 5), siendo uno de los elementos más mencionados en las respuestas de metacognición. El promedio de logro en 3°A fue de un 89%, mientras que en el 3°B fue de un 87%, con 6 grupos en cada curso.

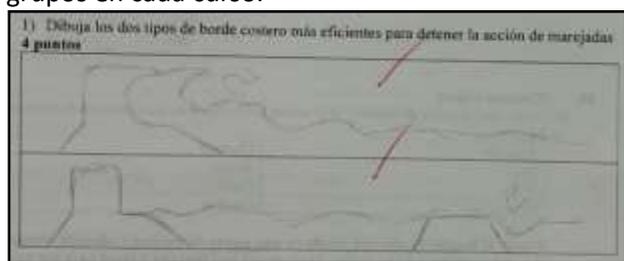


Figura 5. Respuesta de grupo de estudiantes de tercero medio B luego de analizar material audiovisual sobre tipos de defensas costeras.

Finalmente, tras la aplicación del cuestionario de salida como forma de medir los conocimientos adquiridos, se da cuenta de que la mayoría de estudiantes comprende que el maremoto de 1960 en Chonchi se expresó como intensas marejadas e inundaciones. Asimismo, existe conciencia de que el epicentro del sismo determinará la posibilidad de generar tsunamis y que eventualmente, las zonas costeras expuestas al Océano Pacífico serían las más perjudicadas. Sin embargo, no se alcanza a madurar la idea de la imposibilidad que en la ciudad de Chonchi impacten olas de gran magnitud, por lo que algunos mantuvieron aquella idea errada.

4.3 Resultados taller 3.

Al inicio del tercer taller, la mayoría de los estudiantes considera que tsunamis, remociones en masa y sismos son peligros que en algún momento afectarán a la comuna, y consideran que los sismos pueden ser precursores de tsunami y remociones en masa. Para el trabajo de cuantificación del peligro asociado a remociones en masa e inundación por tsunami en dos sectores de la costanera, se presenta un contraste en ambos cursos. El primero en aplicar el taller, el 3°A, dibuja en un mapa de imagen satelital las zonas de peligro (Figura 6), lo cual demanda más tiempo del esperado dada la gran cantidad de dudas acerca de cómo proceder. Debido a esto, al 3°B se le entregan mapas elaborados previamente por el docente.



Figura 6. Resultado de superponer zonas de peligro de inundación por tsunami según SHOA (2021) (colores escogidos por estudiantes. Amarillo: de 6 o más m., rojo: de 2 a 6 m., azul de 0 a 2 m.) y peligros geológicos por remociones en masa según Páez *et al.* (2015) (Trama escogida por estudiantes, cruces: peligro alto, líneas: peligro medio). Trabajo manual de un grupo de estudiantes de tercero medio A. Se

remarcaron digitalmente los polígonos por el autor.

Se considera que un aspecto a mejorar es la precisión en la cuantificación de amenaza y vulnerabilidad, sobre todo en el caso de los estudiantes que elaboraron el mapa de peligros, lo cual se ve reflejado en el cálculo de riesgo geológico. Pese a aquella dificultad, identifican un contraste en el valor de riesgo para ambas zonas de la costanera y así casi la totalidad fueron capaces de evaluar la situación de riesgo, identificando qué zona está más preparada en caso de tsunami y en caso de remoción en masa.

La mayoría de los estudiantes registran que realizaron la actividad con interés y en algunos casos mencionan que pueden incorporarse elementos más didácticos. El porcentaje de logro en el curso 3°A fue de 76% y en el 3°B de 88%.

A nivel general se aprecia que el porcentaje de logro en todas las guías de trabajo grupal (Figura 7) supera siempre el 75% y que existe una tendencia a que el segundo curso que aplica el taller iguala o mejora los resultados. Además, existe una asistencia variable a los talleres, en donde incluso hay casos en que algunos estudiantes participan en sólo uno de los talleres.

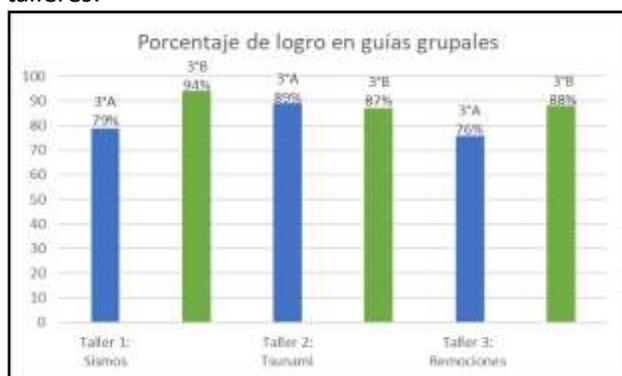


Figura 7. Gráfico de barras que muestra el porcentaje de logro obtenido por estudiantes en las guías de trabajo grupal en todos los talleres realizados. Resultados tercero medio A en azul, tercero medio B en verde.

Según la óptica de la docente a cargo de la asignatura se destaca que la experiencia se basa en la realidad local ya que, al poder conectar los temas abordados en los talleres con sus experiencias previas, se producen aprendizajes significativos. Resalta también cómo se vincula lo trabajado con la vida diaria de los estudiantes, lo que permite visualizar la aplicación práctica de lo aprendido,

motivando el interés de ellos hacia los temas propuestos. Respecto al trabajo multidisciplinario, manifiesta que este posibilita la profundización de los contenidos y la preparación de materiales didácticos adecuados, y que este tipo de actividades aplicadas permiten relacionar de mejor manera la teoría con la práctica facilitando el logro del objetivo del programa de estudios de CPC. Como elemento de mejora manifiesta poder regular de mejor manera los tiempos que disponen los estudiantes para realizar cada taller.

5 Discusión

Analizando los resultados por taller se destacarán elementos de importancia en el logro de los objetivos propuestos para cada uno de estos, los que se encuentran mencionados en la metodología.

En el taller de sismos, la mayor cantidad de aciertos de parte de los estudiantes se relaciona con su conocimiento previo en materia sísmica y de la historia de esto en el territorio, lo cual al ser ampliado con el contenido inicial de la clase, permite que finalmente relacionen la experiencia práctica de laboratorio con la idea de que los sismos de subducción se producen debido a la acumulación de energía producida por el movimiento de las placas tectónicas, y que esta se libera de manera poco predecible, y que en caso de existir mayor fuerza de roce, se requerirá de mayor acumulación de energía produciendo movimientos de gran magnitud, lo cual se asemeja con la historia sísmica de la zona. Sin embargo, se advierten brechas a superar en la vinculación entre teoría y práctica, en particular, la manera de abordar el comportamiento cortical antes, durante y después de un sismo demostró no ser la acertada ya que aquel contenido se expuso sólo en la cátedra inicial y no en la experimentación y discusión grupal.

El taller de tsunami, con gran aceptación manifestada por los estudiantes, sitúa nuevamente en un lugar de gran importancia la pertinencia local del contenido abordado, donde gracias al modelo análogo de simular tsunamis provenientes de la fosa en la costa chilota, comprendieron que hay costas más vulnerables que otras ante dicho peligro, pero incapaces de imaginar la magnitud de estos eventos y demostrando algunas dificultades para ubicar

geográficamente su localidad, cerca de la mitad de ellos considera erradamente que las olas de un tsunami podrían golpear directamente la costa urbana de Chonchi, y quizás por este motivo mostraron tanto interés en conocer más acerca de las defensas costeras en caso de tsunami.

En el taller de evaluación de riesgo de inundación por tsunami y remoción en masa, luego de la experiencia en que el primer curso tuvo que dibujar un mapa de peligros, queda demostrado que existen dificultades previas para abordar el asunto de la ubicación espacial en un mapa, lo cual también se puede inferir a partir del hecho de que ambos cursos presentaron dificultades para cuantificar el peligro según el mapa disponible. De este modo, este elemento no se debe dar por sabido en ningún contexto y es aconsejable tener alternativas disponibles para su abordaje. A pesar de aquello la evaluación de los riesgos resultó positiva gracias a que los antecedentes trabajados en la clase pudieron ser complementados con su propia experiencia.

Con respecto a los resultados de las guías grupales, se considera que el hecho de que se haya mantenido un rendimiento superior al 75% se da por el nivel de entusiasmo manifestado por los estudiantes y como plantea la profesora, la utilidad práctica de estos conocimientos en su día a día. También demuestra que a pesar de los elementos a mejorar que se constatan, los procedimientos aplicados, el trabajo en grupo y las reflexiones sugeridas tributaron en la dirección correcta para lograr los objetivos. Por otro lado, existe una tendencia a igualar o mejorar los resultados para el segundo curso que realizó cada taller, lo cual se explica por la capacidad de enmendar posibles errores en la aplicación de los instrumentos o la explicación de las instrucciones por parte de quienes dirigen el proceso, en donde algunos grupos incluso lo manifestaron como elemento a mejorar. Además, la asistencia intermitente de algunos estudiantes es un factor que también influye en estos resultados, ya que, al no tener antecedentes de los talleres previos, participan sin las mismas herramientas que el resto de sus pares.

García de la Torre *et al.* (1993), plantean que debe existir una construcción progresiva de los conceptos clave en la geología antes, durante y después de

salidas a terreno, destacando que para lograr aprendizajes significativos se debe partir de las ideas previas de los estudiantes. Si bien en esta experiencia no se pudo salir a terreno, siguiendo la idea de Lacreu (2019), “se trajo el terreno a la sala de clases”, el cual corresponde a la propia región natal de los estudiantes, conformando así una situación ideal. Aquello se condice con el hecho de que los objetivos planteados en las actividades de este trabajo presentan una progresión donde vemos que pasan de comprender aspectos generales de los sismos, luego entender la amenaza en caso de tsunami y analizar elementos locales, para finalmente evaluar riesgos geológicos de un sitio en específico, teniendo en cuenta que las ideas previas de los estudiantes en materia geológica se encuentran condicionadas por el territorio en que habitan. Esta progresión de objetivos ha sido ampliamente trabajada desde que fue planteada por Bloom (1956) (Figura 8).



Figura 8. Jerarquización de procesos cognitivos propuestos por Anderson y Krathwol (2001) en su revisión a la taxonomía de Bloom (1956). Elaboración propia.

Otro aspecto de mejora para considerar en la implementación de este trabajo es que la guía en la cual los estudiantes completan la información de los talleres describe paso a paso lo que se espera que hagan, lo cual por un lado propició muy buenos resultados en cuanto a su porcentaje de logro, sin embargo, no da tanto espacio a la discusión y reflexión crítica de los grupos, que por aspectos de infraestructura y materiales disponibles abarcan hasta 5 individuos. García de la Torre *et al.* (1993), considera que la “observación dirigida” supone algunos errores, ya que le entrega un guion al estudiante y con frecuencia no entiende el sentido de lo que observa ni mucho menos sacar conclusiones a partir de aquello. El hecho de seguir gran cantidad de instrucciones podría también explicar la percepción de la docente en cuanto a lo acotado de los tiempos.

El Objetivo de Aprendizaje de “Analizar a partir de modelos, riesgos de origen natural o provocados por la acción humana en su contexto local (como aludes, incendios, sismos de alta magnitud, erupciones volcánicas, tsunamis e inundaciones) y evaluar las capacidades existentes en la escuela y la comunidad para la prevención, mitigación y la adaptación frente a sus consecuencias” se abordó de manera pertinente ya que si bien se mencionaron todos los peligros que aparecen en el currículum, el análisis detallado y la evaluación de riesgos se realizó sobre los que tienen mayor posibilidad de afectar a la comuna Chonchi. Como indica Lacreu (2019), un desafío para la didáctica de la geología es dotar de herramientas a la ciudadanía para que sean capaces de comprender la presencia o ausencia de amenazas geológicas, considerando que “existen varios procesos geológicos (volcanismo, terremotos, inundaciones, etc.) que sólo se presentan en determinados territorios y bajo circunstancias que pueden predecirse con diversos grados de certidumbre”. En cuanto al asunto de las capacidades existentes en la escuela y la comunidad para la mitigación y adaptación, se abordó sólo el análisis de qué tan preparado se encuentran algunos bordes costeros en caso de ocurrencia de tsunami, ya que lo acotado de la intervención (tres clases) determinó la priorización de dicho elemento.

En este trabajo se realizó el ejercicio de situar el contenido geológico del programa de estudios de CPC a través de una experiencia multidisciplinar. La evaluación de aquello realizado por la docente destaca que gracias a los elementos de profundización de la disciplina geológica se puede preparar mejor la entrega de contenidos y materiales a emplear durante la actividad práctica, lo cual facilita enormemente la concreción del objetivo curricular de la Unidad. Por otro lado, desde el punto de vista pedagógico, el objetivo curricular de “Analizar riesgos geológicos...” y “...evaluar capacidades existentes” sólo es posible de alcanzar cuando se han trabajado otros de orden inferior como conocer, comprender, analizar, etc., y aquello fue resguardado en las etapas de planificación conjunta y ejecutado posteriormente. Destaca también la idea de aprender haciendo y que cada taller estuvo marcado por el trabajo práctico de los estudiantes, tanto en experimentos análogos, como

análisis de fuentes históricas del lugar, uso de material audiovisual, trabajo con mapas y modelos análogos creados especialmente para las actividades, que en su conjunto acercaron la realidad local a la sala de clases, mostrando así el esfuerzo por situar el contenido curricular al contexto en que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje.

6 Conclusiones

Para concluir, se evidencia que la enseñanza de la Geología en el currículum de educación formal pre universitaria de Chile se encuentra dispersa, y que su abordaje se presenta desde actividades genéricas y poco contextualizadas a la realidad particular de los territorios. A partir de este diagnóstico se considera la posibilidad del trabajo multidisciplinar entre un geólogo y una docente para abordar los objetivos relacionados con la Geología. De este modo, se desarrolla una propuesta de trabajo para un OA de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía, aplicada a dos cursos de tercer medio en la ciudad de Chonchi.

En esta investigación aplicada a la enseñanza de la Geología en la educación formal se formuló el siguiente objetivo: “Desarrollar una experiencia educativa para analizar de manera situada los riesgos geológicos más susceptibles en la comuna de Chonchi mediante la experimentación y trabajo grupal de estudiantes de enseñanza media”. Para lograrlo se identificaron los peligros geológicos más susceptibles de la comuna, se planificó y aplicó un ciclo de tres talleres prácticos y, finalmente, se evaluaron los resultados obtenidos junto a la docente de aula a cargo de la asignatura.

Durante la aplicación de los instrumentos elaborados y en su posterior análisis, se evidencia la percepción positiva de los estudiantes frente a las actividades planteadas, lo que se ve reflejado en el nivel de logro obtenido en las guías de trabajo grupal, que en todos los casos superó el 75%. También, la disposición favorable al trabajo multidisciplinar y situado de la docente de aula, sumado a la comparación con las investigaciones de otros autores, permite visualizar concordancias interesantes y perspectivas para considerar aspectos a mejorar en esta propuesta metodológica de la enseñanza de la Geología en el contexto escolar y local.

En relación a lo anterior destacan elementos como el haber iniciado las experiencias en base a las ideas previas de los estudiantes, el que las actividades experimentales y ejemplos se sustenten en la realidad local, desarrollar objetivos de manera progresiva, aplicar el concepto de “llevar el terreno a la sala de clases”, entre otros. Por otro lado, para la aplicación de propuestas de este tipo, se debe considerar ampliar la capacidad de experimentación libre de los estudiantes, realizar actividades que favorezcan el diálogo grupal, y evitar abordar aspectos complejos de la geología de manera expositiva.

En síntesis, se considera que la valoración del vínculo de un profesional de las Ciencias de la Tierra como un geólogo en el desarrollo de propuestas educativas que atañen a sus conocimientos específicos es altamente positiva y pertinente, ya que favorece el acercamiento entre los contenidos de la Geología y los conocimientos previos propios de la realidad territorial de los estudiantes. Sin embargo, es importante recalcar que los aspectos técnicos pedagógicos deben ser abordados mediante la multidisciplinariedad o a través de la continuación de estudios específicos por parte de profesionales de las geociencias.

7 Referencias

Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman. 352 pp.

Bloom, B.S. 1956 Taxonomy of Educational Objectives, Handbook: The Cognitive Domain. David McKay, New York.

Corporación Municipal de Salud, Educación y Atención de Menores. 2023. Plan Anual de Desarrollo Educativo Municipal Chonchi 2023. Chonchi, Chile.

Díaz, F. B. 2003. Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. Revista Electrónica de Investigación Educativa, Vol.5, Núm.2.

García de la Torre, E.; Sequeiros San Román, L.; Pedrinaci, E. 1993. Fundamentos para el aprendizaje de la geología de campo en educación secundaria: una propuesta para la formación del profesorado. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 1993, Vol.1, Núm.1, p.11-18.

Lacreu, H. L. 2007. La Historia del Paisaje como contenido esencial en la enseñanza obligatoria. Alambique 51:76-87, Ed Grao, España.

Lacreu, H. L. 2015. Geociencias para la formación ciudadana. XIV Congreso Geológico Chileno, Actas:469-472. La Serena, Chile.

Lacreu, H. L. 2019. Geolodáctica, desafíos para renovar la enseñanza de la Geología. Terrae Didactica, 15, 1-11

Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación. 2019. Programa de estudio de ciencias para la ciudadanía para formación general.

Naciones Unidas. 2023. Informe de los objetivos de desarrollo sostenible. Edición especial. pp 38-39.

Núñez, I. 17 de noviembre de 2021. Destino Tierra: Alerta en Chiloé por cadenas de volcanes submarinos. Canal 24 Horas. Televisión nacional de Chile. <https://www.24horas.cl/tendencias/ciencia-tecnologia/destino-tierra-alerta-en-chiloe-por-cadenas-de-volcanes-submarinos-5066180>

Paez D., Daniel, Quiroz P. David, Feuker, Panja, Derch F., Patricio y Duhart O., Paul. (2015). Geología para el ordenamiento territorial: área de Castro, Región de Los Lagos [en línea]. Santiago. SERNAGEOMIN. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental n°021.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2021. CHONCHI Carta de inundación por tsunamis: Referida a un evento de tsunami extremo probable, estimado en base a los antecedentes históricos y las características sismotectónicas de la zona sur de Chile. 1° Edición. Valparaíso. Chile. <https://www.shoa.cl/php/citsu.php>

