



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil en Informática

PLATAFORMA DIGITAL PARA EL ANALISIS Y VISUALIZACION DE REDES EN COMUNIDADES SOCIOEDUCATIVAS

Proyecto para optar al título de
Ingeniero Civil en Informática

PROFESOR PATROCINANTE:
IVAN GABRIEL OLIVA FIGUEROA
LICENCIADO Y PROFESOR DE BIOLOGIA
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACION

PROFESOR CO-PATROCINANTE
JUAN PABLO SALAZAR FERNANDEZ
INGENIERO CIVIL EN INFORMATICA
MAGISTER EN ADMINISTRACION DE
EMPRESAS

PROFESOR INFORMANTE
NOMBRE DEL INFORMANTE
TÍTULOS Y GRADOS DEL INFORMANTE

CARLOS JAMIL EDUARDO LEYAN ROMERO

VALDIVIA – CHILE
2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincera gratitud en primer lugar a mis padres Carola y Mauricio por su apoyo emocional y financiero a lo largo de toda mi vida y en este proceso, sin los cuales mi educación no hubiera sido posible.

También quiero expresar mi agradecimiento a mi hermana Josefa por su apoyo emocional y cuidado en todos esos momentos de necesidad y dificultad.

Quiero dedicarle este documento a mi abuela Iris, quien nos dejó recientemente durante el desarrollo de este proyecto, a mi abuelo Carlos quien se encuentra con varias dificultades de salud, y agradecerles por todos los años de amor y cuidado a lo largo de mi vida.

Finalmente quiero agradecerle a todos los que me ayudaron a llevar a cabo este documento y al equipo de trabajo, Iván, Gastón, Daniela y Juan Pablo, sin quienes esto hubiera sido posible.

Muchas gracias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
ÍNDICE	II
INDICE DE TABLAS	III
INDICE DE FIGURAS	IV
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos Generales y Específicos	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
2. REDES SOCIOEDUCATIVAS	4
2.1 Redes Educativas.....	4
2.2 Sistema Educativo Chileno	6
2.2.1 Niveles de Educación.....	7
2.2.2 Organismos de Educación.....	7
2.2.3 Redes Educativas en Chile.....	9
3. REDFLEXIVA.....	12
3.1 Funcionamiento	13
3.2 Ambientes.....	14
3.1.1 Ideas.....	14
3.1.2 Comunidad	15
3.1.3 Posibilidades.....	16
4. DESARROLLO	18
4.1 Metodología.....	18
4.2 Plan de Trabajo.....	18
4.3 Diseño.....	22
4.4 Arquitectura y Tecnologías	23
4.5 Implementación	34
5. VALIDACION.....	53
5.1 Demostración	54
5.2 Resultados	56
6. CONCLUSIONES	60
7. REFERENCIAS	62
8. ANEXOS	65

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1: Distribución de Redes de Mejoramiento Escolar nivel país (2015-2017)	10
Tabla 2: Usuarios persona.....	18
Tabla 3: Historias de usuario.....	20
Tabla 4: Funcionalidades	21
Tabla 5: Escala de usabilidad del sistema	53
Tabla 6: Personas participantes en encuesta SUS	56
Tabla 7: Respuestas a encuesta SUS.....	57
Tabla 8: Calificaciones de respuestas a encuesta SUS.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1: Representación de matriz de adyacencia y representación gráfica de una red	6
Figura 2: Organismos de Educación	8
Figura 3: Distribución de Microcentros por Región (2020).....	11
Figura 4: Página principal de REDflexiva	13
Figura 5: Ejercicio ambiente Ideas.....	14
Figura 6: Visualizaciones ambiente Ideas.....	15
Figura 7: Ejercicio ambiente Comunidad	16
Figura 8: Visualizaciones ambiente Comunidad.....	17
Figura 9: Bocetos iniciales del ambiente posibilidades	17
Figura 10: Notas de reuniones de trabajo.....	19
Figura 11: Product Backlog	21
Figura 12: Bosquejos iniciales	23
Figura 13: Tecnologías según la capa de la arquitectura modelo vista controlador.	26
Figura 14: Separación de módulos de la plataforma.....	27
Figura 15: Representación de tablas de la base de datos.	28
Figura 16: Secuencia de vistas	30
Figura 17: Diagrama de secuencia para historia de usuario 11	32
Figura 18: Diagrama de secuencia para historia de usuario 11	33
Figura 19: Diagrama de secuencia para historia de usuario 12.....	33
Figura 20: Diagrama de secuencia para historia de usuario 13.....	34
Figura 21: Dimensiones y categorías del espacio de diseño	36
Figura 22: Sistema de capas de deck.gl	38
Figura 23: Definición de Estilo de Mapa	40
Figura 24: Mapa Base	40
Figura 25: Capas Compuestas de Iconos y Texto.	41
Figura 26: Utilización de Supercluster.....	42
Figura 27: Capa de Establecimientos.....	42
Figura 28: Construcción de Red con atributos.....	43
Figura 29: Capas de Enlaces.	44
Figura 30: Aplicación de ForceAtlas2	45
Figura 31: Grafo de Redes Educacionales.	46
Figura 32: Utilización de Eventos de Sigma.js	47
Figura 33: Cajas de Información en Grafo de Redes Educacionales	47
Figura 34: Código Filtro de Enlaces “Backend”	48
Figura 35: Filtros en Mapa de Redes Educativas.....	49
Figura 36: Formulario de Contacto de Establecimientos.....	50
Figura 37: Ambiente Posibilidades en Página Principal REDflexiva	51
Figura 38: Redes de Ideas y Agentes generadas con datos de prueba	55
Figura 39: Elementos de Interés en las Redes.....	56
Figura 40: Curva de evaluación de puntajes SUS	58
Figura 41: Desaturación del Mapa Base	59

Figura 42: Mejoras de usabilidad 59

RESUMEN

Las redes socioeducativas han surgido como una alternativa para la mejora educativa fomentando la colaboración y el intercambio de recursos entre escuelas y organizaciones educacionales.

Este documento describe el desarrollo e implementación de la "Plataforma Digital Para El Análisis y Visualización De Redes En Comunidades Socioeducativas", un proyecto que busca generar herramientas con las que explorar, analizar y diagnosticar redes entre comunidades educativas como escuelas y liceos a nivel nacional. Las herramientas se basan en técnicas de análisis de grafos, visualización de datos y una plataforma web con la que presentar y extraer información clave. Estas herramientas fueron integradas dentro de la plataforma REDflexiva, donde se utilizaron datos existentes, pero también generados, para demostrar sus capacidades.

Se espera que este proyecto sirva de motivación y apoyo en la mejora educativa, promoviendo la colaboración y desarrollo mutuo. También presenta nuevas posibilidades para seguir trabajando en la creación de más herramientas para el análisis y construcción de redes educativas con las que guiar la toma de decisiones para la planeación y ejecución de iniciativas socioeducativas.

ABSTRACT

Socio-educational networks have emerged as an alternative for educational improvement, fostering collaboration and resource sharing between schools and educational organizations.

This document describes the development and implementation of the "Digital Platform for the Analysis and Visualization of Networks in Socio-educational Communities", a project that seeks to generate tools for exploring, analyzing, and diagnosing networks among educational communities such as schools and high schools at the national level. The tools are based on graph analysis techniques, data visualization, and a web platform for presenting and extracting key information. These tools were integrated into the REDflexiva platform, where both existing and generated data were used to demonstrate their capabilities.

It is hoped that this project will serve as motivation and support for educational improvement, promoting collaboration and mutual development. It also presents new possibilities for further work in creating more tools for the analysis and construction of educational networks with which to guide decision-making for the planning and execution of socio-educational initiatives.

1. INTRODUCCIÓN

La educación es un derecho humano fundamental (UNESCO, 2022) y constituye uno de los pilares fundamentales en correcto funcionamiento de nuestra sociedad. Para lograr un desarrollo social adecuado, se requiere nutrirse de conocimiento y brindar a cada una de las personas las habilidades necesarias para convivir, trabajar, participar y contribuir a una sociedad moderna (Delors, 1996). Por lo tanto, la mejora del sistema educativo es un objetivo evidente y constante de esta que requiere la participación de todos sus miembros. Este proceso de mejora educativa continua es constantemente variable y resulta cada vez más desafiante, ya que debe mantenerse en sintonía con los cambios tecnológicos, culturales, económicos, políticos y sociales (Garbanzo-Vargas, 2016).

Sin embargo, los sistemas educativos tanto en Chile como en diversos lugares del mundo son inmensamente complejos tanto a nivel de procesos como a nivel organizacional, y verlos como tales, atendiendo a su complejidad, es esencial para que se implementen mejoras significativas, sustentables, sistemáticas y duraderas con las que se pueda asegurar una mejor calidad en la educación. (Zmuda, Kuklis y Kline, 2004)

Los sistemas de escuelas organizados burocráticamente y de función tradicional tienen dificultad ajustándose al cambio. Usualmente, los cambios en el currículum y enseñanza se hacen sin una referencia hacia los problemas reales, las soluciones globales fallan en distinguir entre contextos diferentes, entre distintos tipos de escuelas y salas de clases (Lieberman, 2000).

Estos desafíos han generado la necesidad de desarrollar nuevas estrategias de mejora sistemática. Una de ellas consiste en la formación de redes educativas, definidas como grupos o sistemas de personas y organizaciones interconectadas (incluidas las escuelas) cuyos objetivos y fines incluyen la mejora del aprendizaje y los aspectos del bienestar que afectan el aprendizaje (Hadfield, Jopling, Noden, O'Leary y Stott, 2006). Estas redes presentan nuevas oportunidades de organización y/o liderazgo para los establecimientos educacionales y, por otro lado, las redes ofrecen un marco de trabajo distinto al tradicional modelo descentralizado, con unidades educativas aisladas y desconectadas entre sí, además de permitir una organización más horizontal en contraste a la lógica vertical desde la institucionalidad hacia las escuelas (Sliwka, 2003).

Las ventajas de las redes en la educación son muchas y se han estado estudiando desde hace ya bastante tiempo. Este tipo de colaboración ofrece varias oportunidades, tales como el intercambio de experiencias e información, una gestión más eficiente de los recursos disponibles en la comunidad, el impulso de proyectos de interés común, inclusión social, entre otras, que varían según los objetivos de cada red (Azorín & Muijs, 2018).

En Chile, ya hay precedentes de redes de trabajo entre escuelas como lo son los microcentros rurales a lo largo del país y más recientemente, las Redes de Mejoramiento Escolar (RME), que han tomado un rol protagónico en la gestión de la mejora educativa (MINEDUC, 2016).

En este contexto, surge este proyecto que busca generar herramientas con las que explorar y analizar redes entre comunidades educativas como escuelas y liceos a nivel nacional. El proyecto busca permitir identificar las redes educativas existentes ya ejemplificadas previamente, su composición, las características de los establecimientos que las conforman, así como también la generación de un espacio en el que se visibilice la colaboración en la sociedad educativa. También se explorarán nuevas posibilidades de colaboración, integrando más agentes a estas redes y/o generando nuevas instancias de formación de redes.

Para llevar a cabo el proyecto, se utilizarán técnicas de análisis de grafos y visualización de datos, y se implementará una plataforma web con el fin de extraer y presentar información clave. Esto permitirá diagnosticar qué factores influyen en las redes, los aspectos y agentes presentes en el panorama socioeducativo a nivel nacional y local, así como también la percepción de los establecimientos frente a ellos.

El proyecto se está desarrollando complementariamente con la plataforma de visualización de redes y complejidad visual, REDflexiva, desarrollada por el Centro de Liderazgo Educativo para la mejora en Red (REDflexiva, 2022). REDflexiva es definido de la siguiente manera: “REDflexiva es un sistema de análisis y visualización de redes socioeducativas basado en una perspectiva sistémica y territorial ... busca entregar recursos de diagnóstico a las comunidades educativas, de modo que puedan observar la complejidad de sus dinámicas internas y externas de asociatividad, para desde allí proyectar nuevas posibilidades de acción, colaboración y reciprocidad en los tejidos socioeducativos de cada territorio.” (REDflexiva, 2022). Esta herramienta se integrará dentro de la plataforma y se espera que utilice datos obtenidos con ayuda de otros módulos de esta para nutrir su base de datos y generar interacciones.

Con esta herramienta se espera poder entregar una perspectiva distinta, aplicada y visual a las redes educativas conformadas por los establecimientos a nivel nacional, en contraste a las evaluaciones y análisis que se han hecho hasta el momento, y que permita que la complejidad de este sistema de redes sea más accesible a todos los integrantes de la comunidad educativa. Se busca ofrecer una perspectiva diferente a las preocupaciones, necesidades e intereses de la comunidad educativa y posicionar los establecimientos de una manera distinta a las usuales basadas en rendimiento, de manera participativa, e incluyendo a todos los actores posibles.

Se espera que este proyecto sirva de motivación y ayuda para la mejora en la educación en escuelas y liceos, promoviendo la colaboración y el mejoramiento mutuo, que permita a futuro generar espacios de discusión y reflexión, que se pueda ocupar como base y ejemplo para seguir mejorando y crear otro tipo de herramientas. Que se pueda colaborar con una mayor cantidad de establecimientos educacionales y comunidades a nivel nacional, que la herramienta pueda integrarse posteriormente dentro de otros programas de mejora y que las entidades y agentes relevantes en el área puedan utilizarla como herramienta de diagnóstico e impulsar nuevas iniciativas.

1.1 Objetivos Generales y Específicos

1.1.1 Objetivo General

Crear una herramienta digital que asista al análisis, manejo, visualización y diagnóstico de redes socioeducativas para acompañar el proceso de mejoramiento y potenciamiento de establecimientos educacionales.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Describir la situación actual de las redes socioeducativas en Chile, con el fin de tener un conocimiento profundo del contexto en el que se desarrollará la herramienta.
2. Diseñar e implementar un primer prototipo de Herramienta de Visualización de Redes Socioeducativas, que permita a los usuarios analizar y visualizar los datos de las redes de manera eficiente y efectiva.
3. Integrar la herramienta en la plataforma REDflexiva, asegurando su disponibilidad para los usuarios y su capacidad de interactuar con otras herramientas de la plataforma.
4. Validar la utilidad de la herramienta, realizando una demostración de las capacidades para el análisis de las redes socioeducativas de la herramienta, utilizando datos de prueba.

2. REDES SOCIOEDUCATIVAS

En este capítulo, se presenta una descripción general del marco teórico sobre el que se desarrolla este proyecto.

2.1 Redes Educativas

Hay muchas definiciones para una red o grafo, sin embargo, una definición genérica fue desarrollada por Newman (2010), quien presenta la siguiente definición “Una red es, en su forma más simple, una colección de puntos unidos entre sí en pares por líneas. En la jerga del campo, los puntos son referidos como vértices o nodos y las líneas son referidas como aristas. Muchos objetos de interés en las ciencias físicas, biológicas, y sociales pueden ser pensadas como una red”.

Por otro lado, existen definiciones más específicas enfocadas en la educación y el sistema educativo como la de Kools & Stoll (2016): “un grupo extendido de personas con intereses o preocupaciones similares que interactúan e intercambian conocimiento para la asistencia mutua, soporte e incrementar el aprendizaje”. Otras definiciones hacen énfasis en la colaboración como la de Muijs, West y Ainscow (2010), quienes definen las redes como “al menos dos organizaciones trabajando en conjunto para un propósito común por al menos algún tiempo” y la colaboración como “actividades conjuntas entre actores de organizaciones distintas dentro de la red”. Si analizamos estas y otras definiciones a través de los años podemos ver como pilares de las redes educativas la colaboración, el intercambio de experiencias y los objetivos en común.

Las redes de colaboración en la educación se han postulado como motores de innovación, desarrollo en sistemas de escuelas y catalizadores para cambios sistemáticos (Sliwka, 2003). Por esto, se han incorporado en diversos sistemas educativos alrededor del mundo (Ahumada, Gonzales y Pino, 2016).

El respaldo teórico para las redes existe ampliamente en otras disciplinas, como la sociología, y bajo el paraguas del análisis de redes sociales, algunas de estas teorías son, la teoría del constructivismo organizacional, la teoría del capital social, la teoría de redes sociales, la teoría de los nuevos movimientos sociales, la teoría de red de Durkheim, y teorías funcionalistas de redes (Muijs, West y Ainscow, 2011). A continuación, se explorarán algunas de ellas.

2.1.1 Constructivismo

El constructivismo surge a mediados del siglo XX y nace de la teoría de que los humanos y los niños específicamente, no aprendemos de forma pasiva, creamos conocimiento a través de experiencias con nuestro entorno físico y social, pasando por etapas en que percibimos y asimilamos la información, incorporándonos a nuestro conocimiento actual y construyendo nuestros propios esquemas mentales (Piaget & Inhelder, 1972). Más adelante, Vygotsky (1980) pone énfasis en el aspecto social, el lenguaje y la cultura como medios de construcción del pensamiento, y cómo la interacción con otras personas de más

experiencia aumenta nuestro potencial desarrollo por sobre lo que se podría lograr de manera individual. Esto último es de interés para organizaciones, pudiendo ser una ventaja o desventaja. Puede que una organización se centre demasiado en un pensamiento único y su percepción de la realidad, limitando su conocimiento. Por otro lado, la colaboración externa puede presentar conocimientos distintos con los que construir nuevo conocimiento (Muijs et al., 2010; Nooteboom, 2004).

2.1.2 Capital Social

La teoría del social capital tiene varias ramas de estudio en distintas disciplinas y con distintas variaciones en su significado. Podemos definir la teoría de capital social muy básicamente como: invertir en relaciones sociales esperando retornos del mercado (Lin, 2001). Esta definición se centra en lo fundamental, coincidiendo con muchas de las variaciones del capital social, y muestra sus raíces en la teoría del capital. En términos de redes, Nahapiet y Ghoshal (1998) lo definen como la suma de los recursos presentes y potenciales, incrustados y disponibles a través de, y derivados de la red de relaciones poseídas por un individuo o unidad social. En esta definición se ve al capital social como un recurso de la red, y a la red misma como capital social.

2.1.3 Visualización de Redes y Datos Educativos

La visualización de datos se encarga de representar de manera gráfica datos, en una variedad de formas, es útil para explorar la estructura de estos, detectando e identificando características que en representaciones textuales como tablas o estadísticas no son fáciles de observar (Unwin, 2020).

Los grafos son un buen candidato para ser representados en visualizaciones. Las visualizaciones de redes representan los datos de la misma red como una combinación de actores, relaciones, grupos y atributos. La forma más simple de visualizar estos datos puede ser una tabla en donde se muestra cada nodo y una lista de los nodos con los que está conectado. Otra forma que puede ayudar con redes de mayor tamaño es representarlas como un diagrama de nodos y enlaces, los nodos representados por puntos y los enlaces por una línea o arco (Zoss, Maltese, Uzzo y Borner, 2018). Esta representación visual hace más fácil de leer las estructuras básicas de la red, así como información adicional, como observar quién está relacionado con quién, las relaciones indirectas como a través de qué actores llegar a otros actores o a toda la red. Toda esa información sería difícil o imposible de reconocer en una tabla (Brandes, Kenis, Raab, Schneider y Wagner, 1999), podemos ver un ejemplo de esto en la Figura 1.

En el contexto de la educación, la visualización de redes se ha aplicado en distintos y variados ámbitos. Estas aplicaciones se pueden separar en dos grandes categorías. La primera busca dar una estructura de red y visualizarla a distintos fenómenos y datos relacionados con la educación, pero que quizás no habían sido previamente planteados como tal, mientras que la otra categoría se enfoca en redes educacionales concebidas como tal desde un inicio y busca explicar fenómenos dentro de la red o extraer información de esta.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
B	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
C	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
D	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
E	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
G	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
I	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
J	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
L	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
M	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
N	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

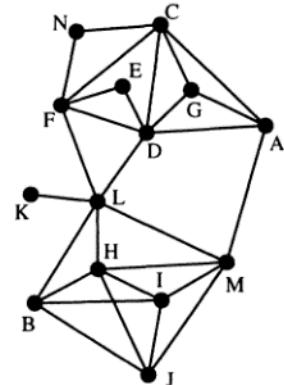


Figura 1: Representación de matriz de adyacencia y representación gráfica de una red¹

Algunas de estas aplicaciones se enfocan en temáticas como el mapeo de planes de estudio y las relaciones entre diferentes cursos (Chen y Xue, 2018; Hajjhusein et al., 2019), realizar un análisis social de escuelas revisando las relaciones entre estudiantes y profesores (Moolenaar, Sleegers, Karsten y Daly, 2012; Ortega et al., 2020; Urbina, López y Villalobos, 2018), y el análisis estructural y organizacional de escuelas enfocado en la colaboración dentro de la red (Woodland, Douglas y Matuszczak, 2021; Woodland y Mazur, 2018), entre muchas otras más.

2.2 Sistema Educativo Chileno

El sistema educacional chileno está regido por la Ley General de Educación, que define la educación como “el proceso de aprendizaje permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico y físico, mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas … capacitando a las personas para conducir su vida en forma plena, para convivir y participar en forma responsable, tolerante, solidaria, democrática y activa en la comunidad, y para trabajar y contribuir al desarrollo del país.” (Ley N° 20.370, 2010). Esta ley se encarga de definir los derechos básicos en la educación y emplaza a organismos de Estado, tales como el Ministerio de Educación, a garantizar la educación de manera transversal, define los niveles y modalidades de educación, procedimientos que deben realizar los organismos del Estado y establecimientos educacionales, mecanismos con los que regular y asegurar la calidad en la educación, entre otros.

Los principales factores que definen la estructura del sistema educativo son los aspectos territoriales y los niveles de educación, dividiendo la gestión y los organismos entre

¹ Brandes, U., Kenis, P., Raab, J., Schneider, V., & Wagner, D. (1999). Explorations into the visualization of policy networks. *Journal of Theoretical Politics*.

sectores nacionales, regionales y comunales y los niveles de educación que generan organismos con propósitos más específicos.

2.2.1 Niveles de Educación

Los niveles de educación actualmente son los siguientes:

1. Educación Parvularia: Entre 6 meses a 6 años.
2. Educación Básica: Entre 7 a 14 años.
3. Educación Media: Entre 14 a 18 años.
4. Educación Superior: 18 años hacia arriba, varía según tipo de establecimiento.

De estos niveles, los tres primeros son obligatorios, y en el caso de la educación parvularia, sólo el nivel de transición es obligatorio. También cabe destacar que la Ley de Educación General define los niveles de educación básica y media en seis años ambos, pero esta medida se encuentra aún en etapa de transición, hasta el año 2026.

Los niveles de escolaridad obligatorios se pueden realizar en establecimientos públicos gratuitos o particulares pagados. Actualmente también existen los colegios particulares subvencionados, colegios pagados pero que reciben subvención del Estado, pero con la Ley de Inclusión Escolar (Ley no. 20.845, 2015) estos se volverán colegios gratuitos, eliminando el copago progresivamente con fondos del Estado o pueden pasar a ser colegios particulares pagados previa solicitud. Al año 2021, un 90% de los establecimientos particulares subvencionados ya no tiene copago (Villarroel, 2021).

2.2.2 Organismos de Educación

Ministerio de Educación (MINEDUC)

El rol del MINEDUC es asegurar el desarrollo de la educación en todos sus niveles, asegurar el acceso a la educación y asegurar la calidad de la educación, elaborar planes y programas de estudios para la educación, definir normas y reglas para el cumplimiento de los establecimientos educacionales, reconocer formalmente a los establecimientos educacionales, entre otras tareas (Ley no. 20.370, 2010).

Adicionalmente, controla otros organismos, divididos en ámbitos de la educación, niveles de la educación y a nivel territorial. También participa en relaciones entre otros entes autónomos y descentralizados y el gobierno (Ver Figura 2).

Calidad de la Educación

La Ley General de Educación (Ley no. 20.370, 2010), habla sobre la calidad en la educación como: “La educación debe propender a asegurar que todos los alumnos y alumnas, independientemente de sus condiciones y circunstancias, alcancen los objetivos generales y los estándares de aprendizaje que se definan en la forma que establezca la ley”.

Hay distintos organismos aparte del Ministerio de Educación encargados de asegurar la calidad de la educación.

Consejo Nacional de Educación: Su función es aprobar las modificaciones curriculares y planes de estudio que elabora el Ministerio de Educación (Ley no. 20.370, 2010).

Agencia de Calidad de la Educación: Su objetivo es evaluar el sistema educativo para impulsar la calidad y equidad de oportunidades educativas. Para esto, implementa distintos mecanismos de evaluación y procesos de asesoría para la mejora en la educación (Ley N° 20.529, 2011).

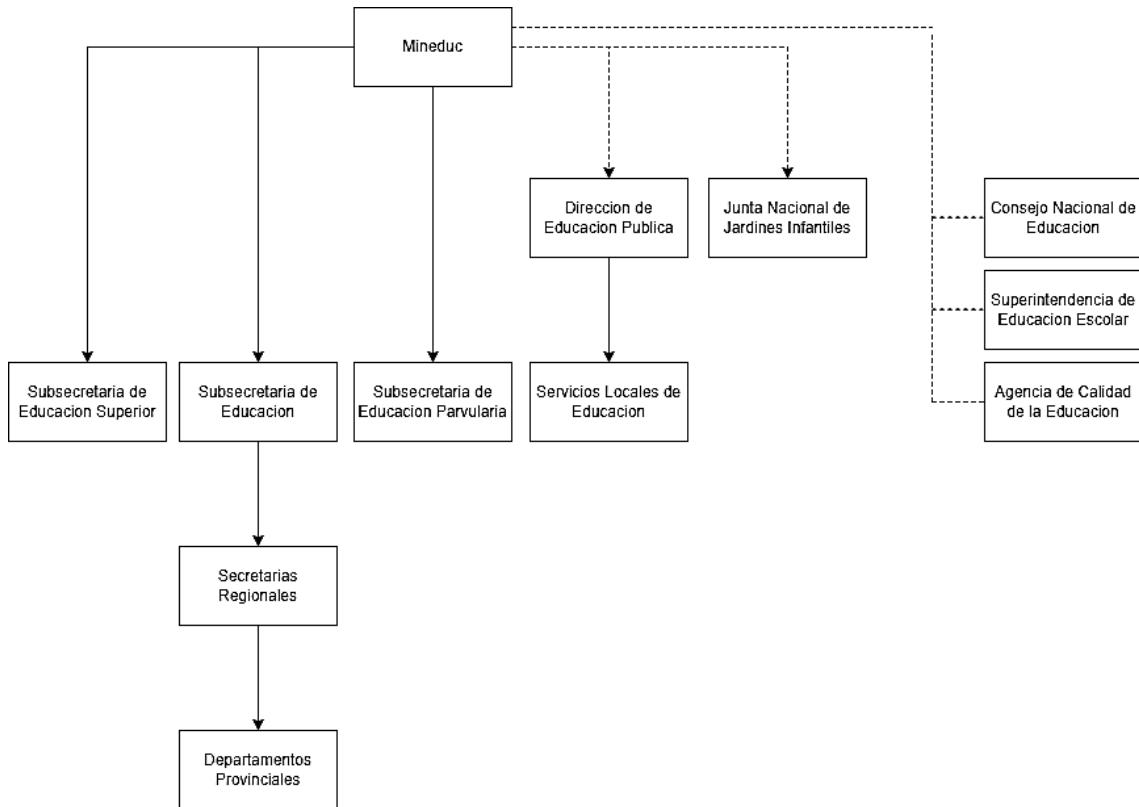


Figura 2: Organismos de Educación

Superintendencia de Educación: Su objetivo es fiscalizar a los sostenedores de establecimientos reconocidos oficialmente por el Estado, de manera que estos se ajusten a la normativa educacional, debe resguardar aspectos como el derecho a la educación y la libertad de enseñanza, y para esto puede fiscalizar, realizar auditorías, atender denuncias y reclamos e impartir infracciones y sanciones (Ley N° 20.529, 2011).

Otros Servicios

Estas entidades atienden de manera más enfocada a necesidades específicas, entre ellas se encuentran:

Junta Nacional de Jardines Infantiles: Su rol se centra en la educación parvularia, garantizando la calidad, el acceso a la educación y el bienestar de niños y niñas (Ley N° 17.301, 1970).

Servicios Locales de Educación: Su objetivo es velar por la calidad, mejora continua y la equidad del servicio educacional. Para esto, deben proveer apoyo a los establecimientos educativos, considerando sus proyectos educativos y las necesidades de cada comunidad educativa, poniendo énfasis en el territorio en que se emplazan (Ley N° 21.040, 2017). Cabe destacar que este servicio reemplazará a las municipalidades y corporaciones municipales que estaban a cargo de la educación en las comunas.

2.2.3 Redes Educativas en Chile

Para el MINEDUC, las redes son una de las formas de apoyo técnico pedagógico para el mejoramiento escolar, la otra es la asesoría directa (MINEDUC, 2016).

Redes de Mejoramiento Escolar

Estas redes no tienen algún factor determinante que las distinga y son más bien de propósito general, afrontando distintas temáticas para el mejoramiento escolar en algún territorio impulsadas por el MINEDUC. Sobre esto el organismo define que “Las redes se conciben como un espacio de trabajo profesional que a partir del desarrollo de grupos de directivos y jefes técnicos en un territorio, ejercen colaborativamente procesos de mejoramiento expresado en la construcción de formas y modos de enfrentar la gestión escolar … en su constitución se espera que cada miembro de la red, contribuya con conocimientos teóricos y prácticos que surgen de la experiencia, y a través de las interacciones socialicen y acuerden un nuevo conocimiento escolar, haciendo posible que este, se reelabore se expanda e incida, en la medida que el grupo genera confianza y credibilidad, teniendo como consecuencia el aumento de capacidades para gestionar con mayor certeza los procesos de mejoramiento educativo.” (MINEDUC, 2016). Al año 2017 se presentan 482 redes de mejoramiento escolar a nivel nacional (Ver

Redes Temáticas

Al igual que las redes de mejoramiento escolar las redes temáticas no están tipificadas ni normadas de mayor manera, pero a diferencia de estas sí se enfocan en temáticas como lo puede ser algún área disciplinar en la que docentes de una misma área comparten metodologías y recursos, o algún aspecto socioeducativo como la convivencia escolar o la educación especial.

Tabla 1: Distribución de Redes de Mejoramiento Escolar nivel país (2015-2017).

REGIÓN	2015	2016	2017
ARICA Y PARINACOTA	8	8	8
TARAPACÁ	15	13	16

ANTOFAGASTA	19	21	19
ATACAMA	14	14	12
COQUIMBO	34	34	28
VALPARAÍSO	49	43	49
METROPOLITANA	74	75	68
LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	35	40	32
MAULE	43	42	43
BIOBÍO	76	91	86
LA ARAUCANÍA	61	36	35
LOS RÍOS	28	26	27
LOS LAGOS	51	47	45
AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBAÑEZ DEL CAMPO	8	8	8
MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	8	7	6
TOTAL	523	505	482

).

Microcentros

Los microcentros se definen (Decreto N° 968, Ministerio de Educación, 2012) como un espacio de reflexión para escuelas rurales, en el que evaluar aprendizajes, intercambiar experiencias y programar estrategias de aprendizaje a través de reuniones de dos horas semanales entre docentes de los establecimientos educacionales. En el año 2020 se contabilizaban 343 microcentros distribuidos en todas las regiones del país (Ver

Figura 3).

Redes Temáticas

Al igual que las redes de mejoramiento escolar las redes temáticas no están tipificadas ni normadas de mayor manera, pero a diferencia de estas sí se enfocan en temáticas como lo puede ser algún área disciplinar en la que docentes de una misma área compartan metodologías y recursos, o algún aspecto socioeducativo como la convivencia escolar o la educación especial.

Tabla 1: Distribución de Redes de Mejoramiento Escolar nivel país (2015-2017)².

REGIÓN	2015	2016	2017
ARICA Y PARINACOTA	8	8	8
TARAPACÁ	15	13	16
ANTOFAGASTA	19	21	19
ATACAMA	14	14	12
COQUIMBO	34	34	28
VALPARAÍSO	49	43	49
METROPOLITANA	74	75	68
LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS	35	40	32
MAULE	43	42	43
BIOBÍO	76	91	86
LA ARAUCANÍA	61	36	35
LOS RÍOS	28	26	27
LOS LAGOS	51	47	45
AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	8	8	8
MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	8	7	6
TOTAL	523	505	482

² Ministerio de Educación: División de Educación General (2017). Percepción del impacto del trabajo en redes de mejoramiento escolar en la gestión de los equipos directivos.

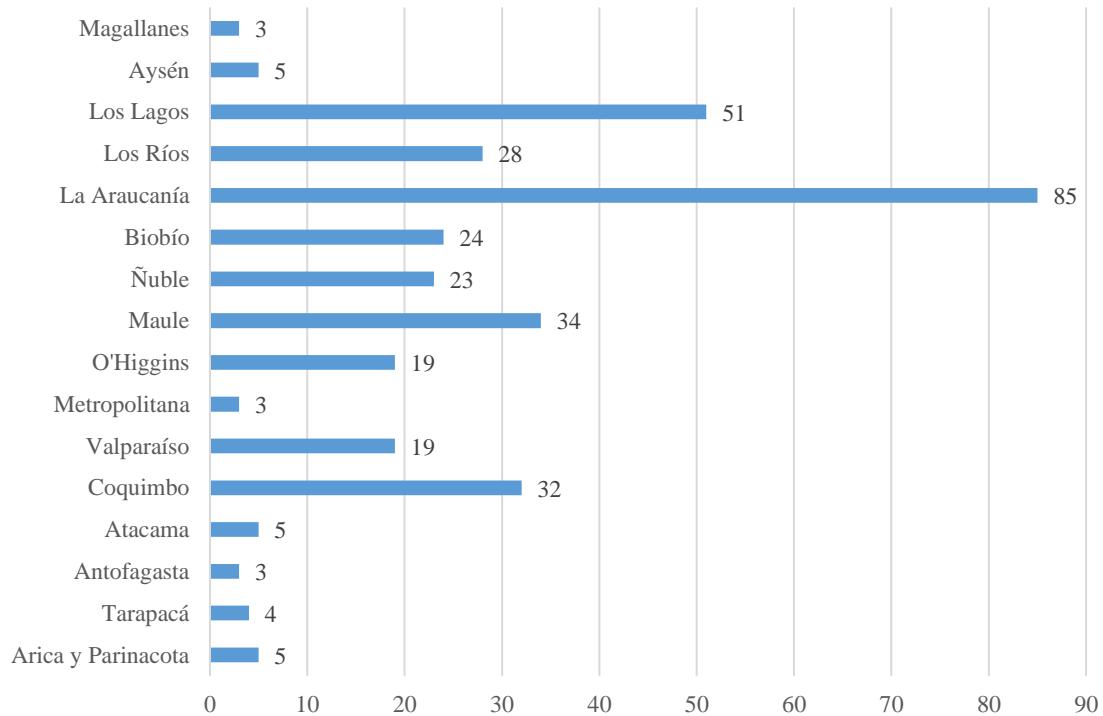


Figura 3: Distribución de Microcentros por Región (2020)³

³ División General de Educación (2021). Orientaciones generales de trabajo Escuelas rurales multigrado y Microcentros 2021.

3. REDFLEXIVA

REDflexiva (<https://www.redflexiva.cl>) es una plataforma web desarrollada en la línea de Redes, Complejidad y Territorio del Centro de Liderazgo Educativo para la mejora en Red. “El Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red +Comunidad, nace de una iniciativa del Ministerio de Educación en 2019 para la formación de Centros de Liderazgo en Chile, como parte de una política de fortalecimiento de liderazgos escolares. Así, en 2020 se materializa a través de cinco instituciones distribuidas a lo largo de cuatro regiones de Chile: la Universidad de Concepción como patrocinante, en conjunto a la Universidad de Atacama, Universidad Austral de Chile, Fundación Chile y Fundación Educacional Seminarium”. Define como el propósito de la institución “contribuir al desarrollo de culturas de liderazgo eficaz con las comunidades escolares … bajo los principios de co-construcción, colaboración, innovación, transparencia y aprendizaje” esto a través de “la construcción de políticas públicas y otorgar sustentabilidad a las iniciativas de innovación en sus territorios y fortalecer sistémicamente los procesos de mejora en todos los niveles escolares” (Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red +Comunidad, 2021). La Línea de Redes, Complejidad y Territorio tiene como objetivo “fortalecer las Redes de Mejoramiento Escolar y temáticas del Ministerio de Educación así, como a las redes socioeducativas territoriales de las escuelas y liceos, integrando factores claves y capacidades territoriales sostenibles de liderazgo con foco en la mejora de los procesos educativos” para esto propone “una plataforma digital de complejidad visual orientada a mapear las diversas redes territoriales de capacidades socioeducativas en los ámbitos de acción del Centro, con el objetivo de contribuir con recursos y metodologías al monitoreo, retroalimentación y acompañamiento en estos procesos a los diversos actores involucrados” (Propuesta Técnica Ajustada: Creación del “Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red”, documento interno, 2020) aquí nace REDflexiva (Ver Figura 4) .

REDflexiva “busca brindar un espacio a las comunidades educativas facilitando recursos de diagnóstico a las comunidades escolares, de modo que puedan observar la complejidad de sus dinámicas internas y externas de asociatividad para desde allí proyectar nuevas posibilidades de acción, colaboración y reciprocidad en los tejidos socioeducativos de cada territorio” (REDflexiva, 2022). REDflexiva está construida en base a tres ambientes o módulos, llamados actualmente “Ideas”, “Comunidades” y “Posibilidades”. Este conjunto de ambientes busca generar un espacio constante de retroalimentación y diagnóstico en el tiempo que permita a las redes educativas verse a sí mismas en su espacio y en interacción con sus territorios. La plataforma busca ser un espacio posibilitador para la mejora y bienestar desde la agencia de las propias comunidades educativas, por esto, busca construir de forma colaborativa los elementos diagnósticos de la comunidad educativa, desde las experiencias y percepciones de sus integrantes, apreciando la diversidad de estos, atendiendo a las temáticas que relevantes para la comunidad a la que pertenecen, sus interacciones con otros agentes en la comunidad y con ello poder generar asociaciones entre las comunidades basadas en estas temáticas e interacciones.



Figura 4: Página principal de REDflexiva

3.1 Funcionamiento

REDflexiva funciona bajo un proceso de participación, visualización y retroalimentación y la mayoría de sus funciones están dispuestas para este proceso. Así también existen distintos roles que participan directamente en forma de apoyo a este proceso.

Gestión de la Plataforma: Este rol lo cumple el personal de la Línea de Redes, Complejidad y Territorio del Centro de Liderazgo Educativo, sus funciones incluyen proveer distintos insumos para el funcionamiento de la plataforma, gestión y validación de datos ingresados a la plataforma, la gestión de usuarios, contacto y soporte con el resto de los usuarios de la plataforma.

Gestión de Establecimientos: Este rol lo puede cumplir diverso personal directivo del establecimiento como Directores, Sostenedores o Jefes de UTP. Su función es agregar y mantener actualizados los datos de su establecimiento y gestionar las invitaciones para que su comunidad escolar participe en cada uno de los ambientes de la plataforma.

Participación en Ambientes: En esta parte se asume la participación de gran parte de la comunidad escolar como pueden ser directivos, docentes, estudiantes, asistentes de la educación, apoderados, entre otros. Su función es la alimentación de datos a la plataforma a través de la participación en los tres ambientes.

Información y Visualizaciones: En esta sección se muestra distinta información y visualizaciones dependiendo del ambiente, es de especial interés para los participantes de estos ambientes, pero está dispuesta para el público general.

Los aspectos de participación y visualización es mejor explicarlos individualmente para cada uno de los ambientes de REDflexiva.

3.2 Ambientes

Como se describió anteriormente REDflexiva está dividido en “ambientes” o módulos en que se exploran distintos aspectos de la comunidad educativa desde perspectivas distintas. Los ambientes de “ideas” y “comunidad” se encuentran disponibles y han sido utilizados en forma de piloto con un número limitado de escuela. El ambiente “posibilidades” es el foco de este trabajo y donde implemento la plataforma de análisis y visualización de redes.

3.1.1 Ideas

El ambiente de ideas se enfoca en la exploración de los conceptos o ideas que resultan más interesantes para los participantes de la comunidad educativa en general y en instituciones individuales. Estas ideas son una lista predefinida de conceptos que abarcan una serie de componentes sociales, educativos, económicos y ambientales seleccionados por el equipo de REDflexiva mediante diversos criterios (Ver Anexo A). Para determinar cuáles son las ideas más relevantes, este ambiente cuenta con un aspecto de consulta y recolección de datos, en el cual se realizan distintas preguntas a los usuarios mediante una encuesta. Los participantes deben avanzar por este proceso, completando diferentes ejercicios que están construidos y enmarcados de distintas formas, según la información que se desea obtener. En su mayoría, estos ejercicios consisten en seleccionar ideas y arrastrarlas a sus casillas correspondientes o calificar algún aspecto mediante un control deslizante, según la pregunta. Se puede ver un ejemplo de estos ejercicios en la Figura 5.

The screenshot shows the 'IDEAS' module interface. It features three main sections: 'TUS 10 IDEAS' (Your 10 Ideas) on the left, '2/3 PAÍS' (2/3 Country) in the center, and '1/3 COMUNIDAD' (1/3 Community) on the right. Each section contains a list of items represented as green horizontal bars. Below these sections is a question in a rounded rectangle: '¿En qué nivel crees que las principales problemáticas de tu comunidad, se deben a factores internos o externos a ella? Para responder mueve el control deslizante al lugar que represente más tu respuesta.' At the bottom is a horizontal slider with a central dot and the words 'Internos' (Internal) on the left and 'Externos' (External) on the right, with a 'Enviar' (Send) button at the bottom right.

Figura 5: Ejercicio ambiente Ideas

El segundo aspecto del entorno de ideas se refiere a los recursos diagnósticos construidos a partir de la información previamente recolectada. Como primer prototipo, el entorno cuenta con seis visualizaciones (ver Figura 6), que ofrecen información sobre la frecuencia de selección de ideas, la forma en que estas se interconectan, las emociones que provocan, la relación entre las ideas y los agentes, entre otros aspectos relevantes.

Esta información se presenta de diversas maneras, con el fin de hacerla lo más intuitiva posible, utilizando principalmente gráficos de relaciones y datos cuantitativos. De esta manera, el entorno de ideas busca proporcionar elementos diagnósticos para la mejora educativa de las comunidades.

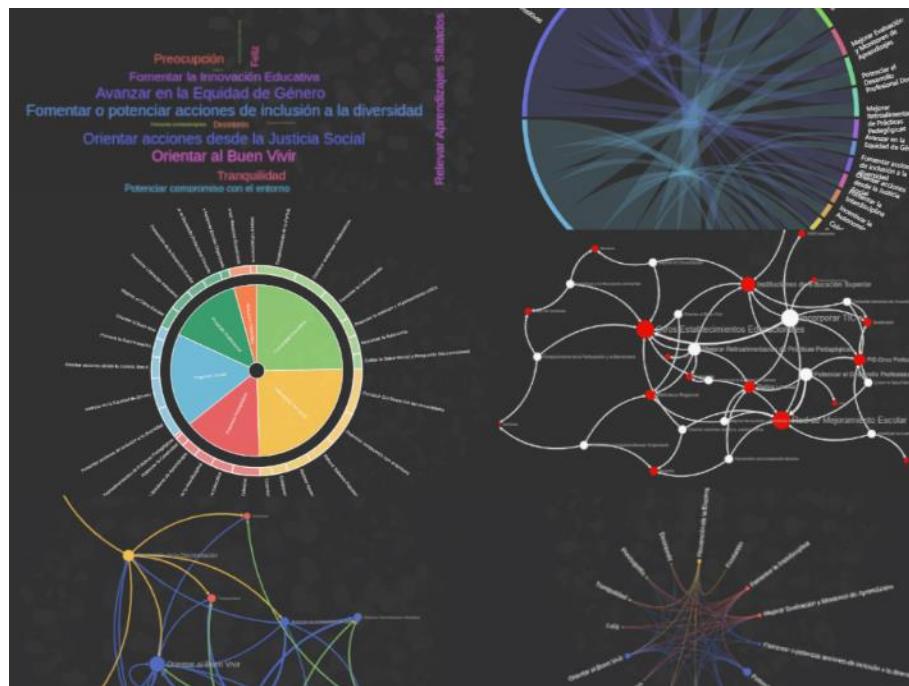


Figura 6: Visualizaciones ambiente Ideas

3.1.2 Comunidad

El ambiente de la comunidad se enfoca en la exploración de las interacciones entre los agentes educativos, la calidad de las relaciones que se tienen con ellos y las expectativas de dichas relaciones en el futuro. En REDflexiva, los agentes son una lista predefinida de entidades pertenecientes a la red escolar, gubernamental, cultural y social, que fueron seleccionados por el equipo de REDflexiva en base a diferentes criterios (Ver Anexo B). Al igual que en el ambiente "Ideas", el ambiente de la comunidad cuenta con un componente de consulta para recopilar información, y el proceso es bastante similar. Los participantes deben completar varios ejercicios para responder a diferentes preguntas, enfocándose en su relación con los distintos agentes educativos. La mayoría de los ejercicios son de la misma naturaleza que los del ambiente de ideas, con algunas excepciones, como se puede observar en la Figura 7. En este ejercicio, se toma en cuenta la cercanía con los agentes y se pide al usuario que los ingrese en un orden específico.



Figura 7: Ejercicio ambiente Comunidad

En este caso, la información recolectada se refiere a los agentes relevantes para la labor del usuario, la calidad de la relación con ellos (mediante indicadores como la confianza y la retribución), los tipos de relaciones que se tienen actualmente con ellos y las relaciones que se desearían tener en el futuro.

Como recurso diagnóstico este ambiente también cuenta con visualizaciones de propósitos diversos. En este caso, se cuenta con cinco visualizaciones en las que se muestra información como la calidad de la relación, el tipo de relación y la frecuencia de los agentes (Ver Figura 8).

3.1.3 Posibilidades

El ambiente posibilidades es el tercer módulo de REDflexiva, y está enfocado en crear un sistema para buscar oportunidades de colaboración. El objetivo principal es mejorar tanto la exploración como la visualización de redes de colaboración emergentes, proporcionando información esencial para el fomento y potencialización de relaciones recíprocas entre actores y comunidades en territorios diversos, ya sea utilizando datos existentes o recolectando información de otros ambientes pertenecientes a REDflexiva. Cabe destacar que este ambiente ha estado considerado desde el inicio del proyecto REDflexiva (Ver Figura 9), pero se decidió priorizar la construcción de los dos primeros ambientes debido a que este ambiente se alimenta de los otros dos y era necesario contar previamente con más información sobre el diseño y los datos que iban a estar disponibles.

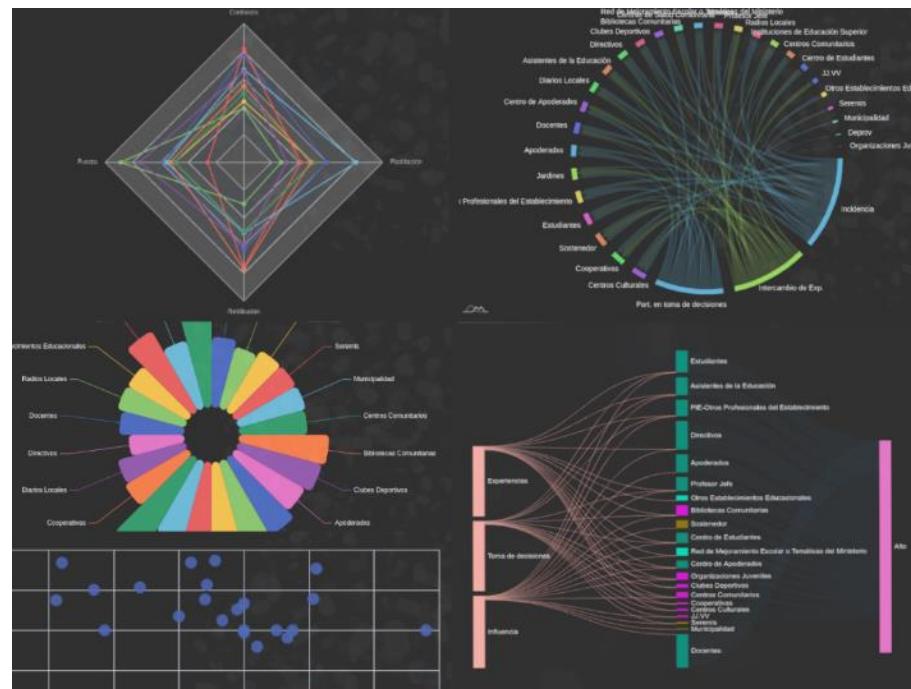


Figura 8: Visualizaciones ambiente Comunidad

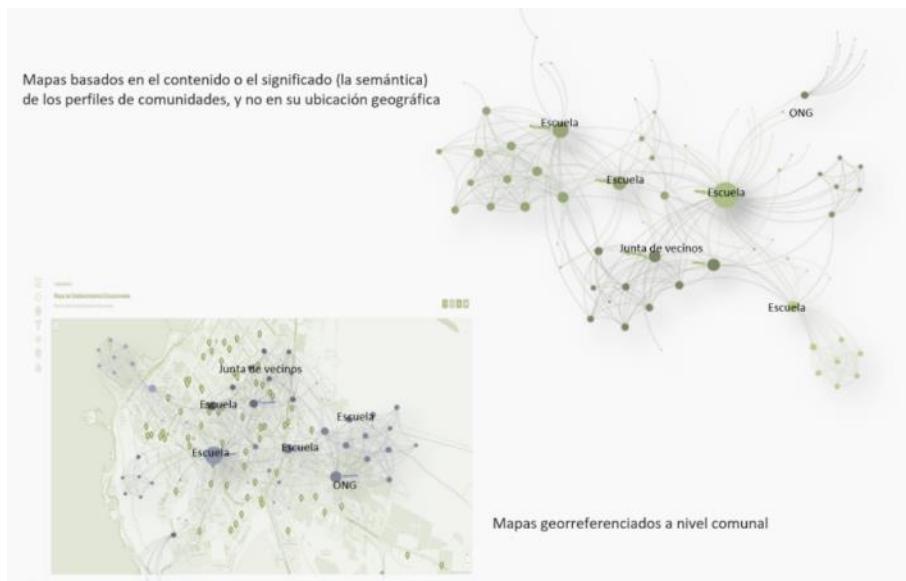


Figura 9: Bocetos iniciales del ambiente posibilidades

4. DESARROLLO

En este capítulo se describirá el desarrollo e implementación de la “plataforma digital para el análisis y visualización de redes en comunidades socioeducativas” la cual conforma la mayor parte del módulo posibilidades de REDflexiva, detallando la metodología, aspectos de diseño y aspectos técnicos involucrados en el proceso.

4.1 Metodología

La plataforma fue desarrollada utilizando una metodología ágil, sin adherirse a ningún marco de trabajo en particular. Esto, debido a que la mayoría de los procesos de desarrollo de software están enfocados en el trabajo en equipo y deben ser personalizados para el trabajo individual (Dzhurov, Krasteva y Ilieva, 2009). Aun así, teniendo esto en consideración, sí se aplicaron varias de las prácticas típicas de las metodologías agiles, como la definición de usuarios personas (Ver Tabla 2), historias de usuario, desarrollo iterativo e incremental, backlog, sprint de desarrollo, integración continua y estándares de código (Agile Alliance, 2022). Esta metodología permitió desarrollar la plataforma de manera rápida y eficiente, adaptándola a las necesidades individuales del proyecto.

Tabla 2: Usuarios persona.

Persona	Rol	Edad	Locación	Educación	Objetivo
Persona 1	Sostenedor/a	45-55	Concepción, Chile	Magister, Profesional	Revisar el posicionamiento de su escuela en distintos niveles geográficos o temáticos y compararla con otras del sector.
Persona 2	Jefe/a UTP	45-55	Antofagasta, Chile	Magister, Profesional	Revisar en que están trabajando otras escuelas con el fin de impulsar proyectos de mejora en conjunto o intercambiar experiencias.
Persona 3	Apoderado/a	30-45	Valdivia, Chile	Educación Media Técnico-Profesional	Revisar los establecimientos educacionales de su región para evaluar en el que esta su hijo.
Persona 4	Estudiante	14-18	Panguipulli, Chile	Estudiante	Ver el posicionamiento de su escuela en sus temas de interés.
Persona 5	Supervisor/a de Redes	25-45	Santiago, Chile	Profesional	Revisar el estado de un conjunto de redes o escuelas y poder extraer información.

4.2 Plan de Trabajo

En este aspecto se trabajó en conjunto parte del equipo de la línea de Redes, Complejidad y Territorio del Centro de Liderazgo Educativo para la mejora en Red, manteniendo reuniones de trabajo periódicas en las que revisar avances, definir objetivos y definir aspectos de diseño de la plataforma de manera iterativa (Ver Figura 10), pero también para coordinar el trabajo de otros módulos que, aunque no se incluyen dentro de los planes

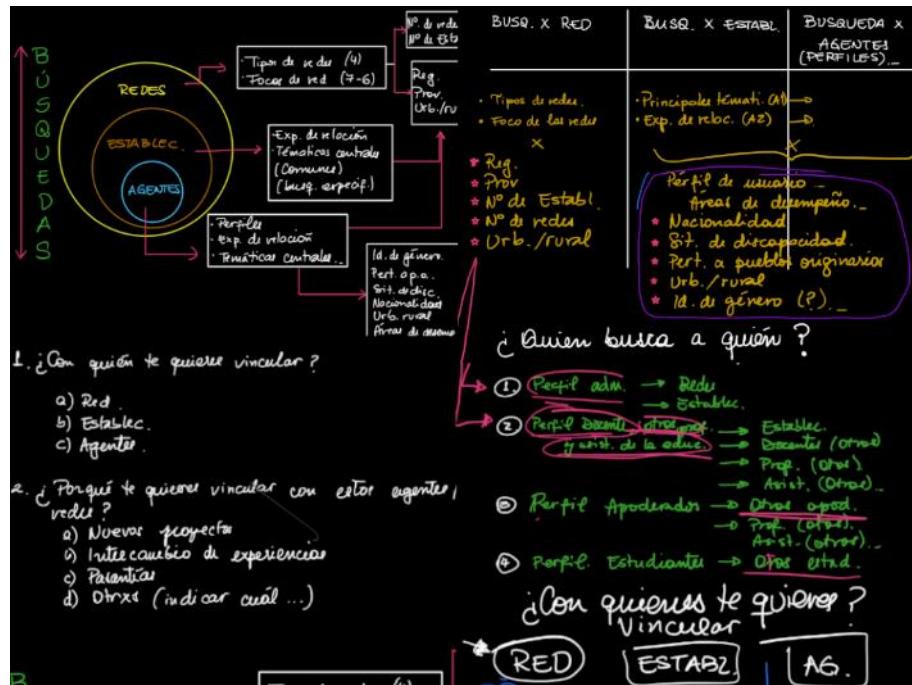


Figura 10: Notas de reuniones de trabajo

de este módulo, sí repercuten en la línea de tiempo del desarrollo. Además, aunque REDflexiva está construido por un equipo multidisciplinario, la mayor parte de las responsabilidades de implementación del módulo de posibilidades cayeron sobre solo un programador. Posteriormente se reunieron estos objetivos y se transformaron en historias de usuario. Las historias de usuario describen una funcionalidad que entrega valor al usuario del sistema (Cohn, 2004), y existen distintas formas de escribir historias de usuario, dependiendo de las necesidades del proyecto y el marco de trabajo utilizado. Para el caso de este proyecto se utilizó el formato: Como “rol”, quiero poder “objetivo” para poder “razón”. Esta forma nos indica el tipo de persona, lo que quiere lograr y el por qué, definiendo los objetivos de manera clara y restringiendo de alguna manera implementar funciones sin ninguna finalidad para el usuario, aunque las historias en sí pueden cambiar durante el proceso de iteración.

A partir de estas historias de usuario se definieron las funcionalidades necesarias para que los usuarios puedan cumplir sus objetivos (Ver Tablas 3 y 4). Esta lista de todas las funcionalidades son las que forman los elementos de lo que se conoce en las metodologías agiles como *product backlog*, que es la lista maestra de toda la funcionalidad deseada para el producto. El *product backlog* no es estático, está pensado para crecer y cambiar a medida que se aprende más sobre el producto y sus usuarios. Típicamente al inicio del proyecto se escribe la funcionalidad base para empezar a trabajar en un primer “*sprint*” o un periodo de trabajo en el que generar varios artefactos (Cohn, 2004).

El otro aspecto importante del *producto backlog* es priorizar las funcionalidades y el orden que se implementarán. Para este proyecto se definieron tres “*sprints*” de alrededor de un mes, siguiendo un desarrollo incremental y priorizando primero la vista de mapa que se

detallará más adelante, pero también iterativo debido a que no toda la funcionalidad estaba descrita desde el inicio, dentro de los “*sprints*” también se consideraron algunos aspectos previos necesarios para la funcionalidad como la recolección y procesamiento de datos, que aunque no son parte de una historia de usuario, son necesarios para cumplir con la funcionalidad necesaria de estas,. Finalmente, también se consideraron aspectos de integración con el resto de REDflexiva, todo esto se recopiló en una carta Gantt como se puede ver en la Figura 11, lo que nos entrega una línea de tiempo provisoria para la realización del proyecto.

Tabla 3: Historias de usuario

Código	Historia de Usuario
HU1	Como sostenedor, jefe de UTP, apoderado o estudiante, quiero poder buscar mi escuela a través de distintos filtros como nombre o región para poder revisarla.
HU2	Como sostenedor o jefe de UTP, visualizar las redes a las que pertenece mi escuela para poder ver que atributos tiene.
HU3	Como sostenedor, quiero poder revisar escuelas cercanas a la mía o que pertenezcan a las mismas redes para compararlas con la mía.
HU4	Como jefe de UTP, quiero ver información sobre las escuelas fuera de mi red para ver si existen escuelas trabajando en temas en los que mi red no tiene experiencia.
HU5	Como jefe de UTP, quiero ver los temas tratados en las redes de mi escuela para ver posibilidades de colaboración.
HU6	Como sostenedor o jefe de UTP, quiero poder contactar otros establecimientos para poder solicitarles más información.
HU7	Como apoderado, quiero poder ver las escuelas de mi región, que temáticas les importan y que tan bien están conectadas para compararlas con la escuela actual de mi alumno.
HU8	Como estudiante, quiero poder ver los temas de interés de mi escuela para poder ver si se alinean con los míos.
HU9	Como estudiante, quiero ver los temas de interés en otras escuelas para ver qué temas es posible incentivar en mi propia escuela.
HU10	Como supervisor de red, quiero poder filtrar las redes que se están visualizando para enfocarme en estudiar una red específica.
HU11	Como supervisor de red, quiero poder ver estadísticas de las redes para generar informes sobre la situación de las redes.
HU12	Como supervisor de red, quiero poder ver que escuelas son más centrales y cuales están más aisladas para trabajar con ellas en brindarle soporte a la red.
HU13	Como supervisor de red, quiero poder contactar a las escuelas para solicitarles más información.

Tabla 4: Funcionalidades

Funcionalidad	
Mapa Base	Contacto de Establecimientos desde Grafo
Visualización de Establecimientos sobre Mapa	Contacto de Establecimientos desde Mapa
Redes de Establecimientos sobre Mapa	Formulario de Contacto de Establecimientos
Información de Establecimientos en Mapa	
información de Redes en Mapa	
Filtro de Establecimiento en Mapa	
Filtro de Tipo de Red en Mapa	
Filtro de Región en Mapa	
Filtro de Red Individual en Mapa	
Grafo de Redes	
Detalle de Redes en Grafo	
Filtro de Establecimiento en Grafo	
Filtro de Tipo de Red en Grafo	
Interactividad sobre redes en Grafo	
Información de Establecimientos en Grafo	
Información de Redes en Grafo	

TASK	PLAN END	% COMPLETE	Project Start	Days to Start	Complete	Incomplete	Slippage	Plan Days
Sprint 1: Prototipado - Avance 1	30-10-2022	100%	20-09-2022	10	30	0	0	30
Datos Basicos de Establecimientos		100%						
Datos de Redes de Prueba		100%						
Sistema Base de Mapa		100%						
Visualizaciones en Mapa		100%						
Representacion de Establecimientos en Mapa		100%						
Representacion de Redes en Mapa		100%						
Sprint 2: Integracion - Avance 2	29-11-2022	100%	20-09-2022	40	30	0	0	30
Redes de Prueba en BD REDflexiva		100%						
Actualizar Datos de Establecimientos		100%						
Procesamiento de datos en Backend REDflexiva		100%						S
Integracion de Mapa en REDflexiva		100%						
Datos de Otros Modulos en Visualizaciones Mapa		100%						
Vista de Red de Grafos		90%						
Sprint 3: Implementacion	29-12-2022	90%	20-09-2022	70	27	3	0	30
Filtros en Base a los Datos para el Mapa		100%						
Filtros en Base a los Datos para Red de Grafos		100%						
Interactividad Mapa		100%						
Interactividad Red de Grafos		100%						
Widgets de Informacion Mapa		90%						
Widgets de Informacion Red de Grafos		90%						
Conectar con otros Establecimientos		100%						

Figura 11: Product Backlog

4.3 Diseño

Como se mencionó anteriormente entre los ambientes de REDflexiva, esta plataforma fue diseñada para integrarse en el ambiente de posibilidades y es su componente principal, cumpliendo con los aspectos más relevantes del ambiente, la búsqueda de redes educativas y sus componentes, como agentes, enlaces y establecimientos, lo que permite analizar la composición de las redes educativas, buscar oportunidades de colaboración, la comunicación entre los diferentes agentes de la comunidad socioeducativa. Lo anterior que ayuda a formar redes emergentes, utilizando como base para esto la información obtenida de la participación de escuelas en los ambientes de ideas y comunidad, en conjunto con las redes ministeriales existentes.

Antes de la implementación de este ambiente, no existía la posibilidad de buscar establecimientos ni revisar información sobre ellos en el resto de la plataforma REDflexiva. Toda la información y estadísticas se presentaban de manera global o individual para los establecimientos registrados y que habían participado en los otros módulos. Para visualizar otros tipos de redes en los otros módulos, se habían utilizado representaciones gráficas de nodos y enlaces, pero solo se representaban las relaciones entre ideas y agentes, no las relaciones entre establecimientos.

Por lo tanto, no había mucho trabajo previo en el que basarse para la construcción de este ambiente y había muchas incógnitas sobre cómo implementarlo. Para formular los requisitos, se trabajó en conjunto con el resto del equipo mediante reuniones periódicas, refinando el diseño con cada nuevo avance. Una de las primeras decisiones fue ofrecer una alternativa a la vista de grafo, ya que durante la prueba piloto de los otros ambientes de REDflexiva, estas visualizaciones resultaron demasiado complejas y no tuvieron mucho éxito con el personal de educación.

Una de las alternativas propuestas fue la de un mapa que mostrara los establecimientos y sus conexiones, basándose en otras alternativas de búsqueda de establecimientos y otros tipos de instituciones, como la economía, entre otros. La otra razón es que, por lo general, las redes ministeriales, que forman la gran mayoría de las redes a visualizar, también siguen una lógica territorial de forma natural debido a la proximidad de los establecimientos y a la división regional y comunal de los organismos de educación del gobierno. Con esto, se comenzaron a realizar bosquejos o “wireframes” de cómo podría funcionar el ambiente de posibilidades (Ver Figura 12).

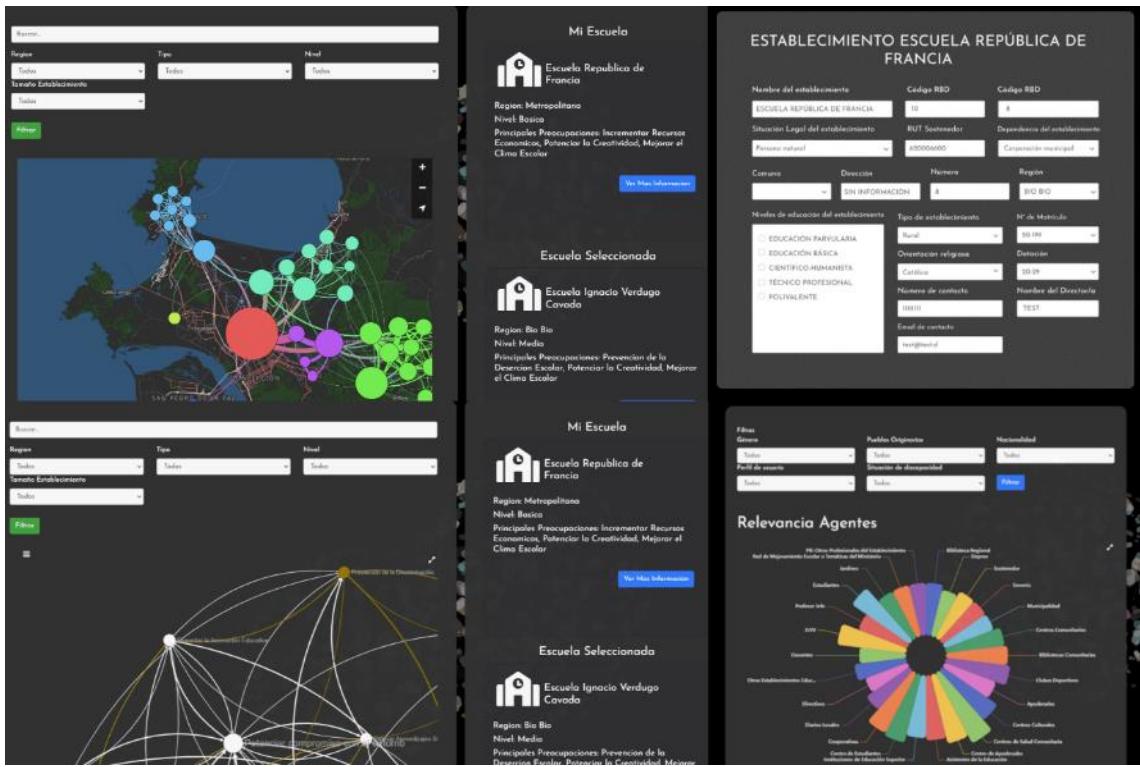


Figura 12: Bosquejos iniciales

Otras decisiones de diseño tempranas fueron la implementación de filtros para gestionar la visualización de grandes cantidades de datos. En este sentido, se definieron los parámetros a filtrar y se estableció la forma en que se presentarían en el entorno. También se consideró la información que se mostraría de cada establecimiento dentro de las visualizaciones, así como la manera de gestionar la información sobre las redes en la visualización.

La mayor parte del diseño restante se fue perfeccionando durante el proceso de implementación, de acuerdo con las posibilidades tecnológicas disponibles y a los resultados obtenidos en los prototipos iniciales.

4.4 Arquitectura y Tecnologías

En términos de arquitectura de la plataforma, al ser un módulo de REDflexiva, la mayor parte de los aspectos de la arquitectura son heredados de REDflexiva por lo que es pertinente para una mayor comprensión, describir la arquitectura en su totalidad antes de detallar los aspectos del nuevo módulo.

4.3.1 Arquitectura REDflexiva

REDflexiva está construido sobre el patrón de arquitectura MVC (Modelo Vista Controlador). MVC es un patrón de diseño muy útil y genérico, es utilizado en muchos marcos de trabajo web y de aplicaciones. La arquitectura MVC permite la separación de

preocupaciones, por ejemplo, la separación de la vista y el modelo permite a los diseñadores trabajar en la interfaz gráfica y los programadores trabajar en el desarrollo sin interferir uno con el otro, cada parte puede ser modificada o extendida sin afectar la otra. De la misma forma la mantención de cada parte es más fácil porque las responsabilidades están claras (Ayeva y Kasampalis, 2018).

Como su nombre lo dice, la arquitectura MVC contiene tres componentes, la vista, el modelo y el controlador. En el caso de REDflexiva se puede describir cada una de estas capas y qué función cumplen dentro de la plataforma:

Modelo: En esta capa se almacenan los datos y se establecen interfaces con las que comunicarse con el resto de la aplicación, en el caso de REDflexiva se almacena la información de usuarios, las respuestas de los participantes en los distintos ambientes e información de establecimientos y son compartidos por la mayoría de los controladores.

Controlador: En esta capa se procesan los datos para ser desplegados en la capa de vista y también se verifican los datos que están siendo ingresados hacia la capa de modelo. En el caso de REDflexiva se preparan los datos para alimentar las visualizaciones y se verifican y transforman los datos ingresados por los usuarios.

Vista: Esta es la capa en la que interactúa el usuario, en el caso de REDflexiva es donde se muestra la información del sitio, las vistas de participación en los ambientes donde los participantes ingresan la información, se despliegan las distintas visualizaciones, etc. En el caso del módulo posibilidades y cómo funcionan las librerías de visualización a veces es necesario también transformar y procesar datos en la vista, pero se siguen clasificando como tal para mantener la separación de tecnologías y *frontend/backend*.

Tecnologías

Al igual que con la arquitectura, el módulo Comunidad comparte la mayor parte de sus tecnologías base con el resto de REDflexiva, sobre todo las necesarias para levantar la plataforma web y con la excepción de algunas librerías de visualización. A continuación, se detallarán las tecnologías pertinentes para el ambiente Posibilidades y cómo se utilizan dentro del proyecto.

Python: Es un lenguaje de programación de alto nivel, soporta múltiples paradigmas de programación y destaca por utilizar tipos dinámicos y su recolector de basura. Su énfasis está en producir código legible y simple. Es la base del *backend* de REDflexiva y de muchas de las librerías utilizadas para el desarrollo de la plataforma en general.

Flask: Es un marco de trabajo ligero para el desarrollo de aplicaciones web, compatible con la especificación WSGI (Web Server Gateway Interface)⁴ estándar de Python (Python Software Foundation, 2003), está diseñada para empezar plataformas web de manera rápida y fácil, con la habilidad de escalar a aplicaciones complejas, se considera

⁴ Interfaz de Puerta de Enlace de Servidor Web

ligero porque deja a elección del desarrollador cómo implementar muchas funcionalidades, también posee una gran cantidad de librerías ampliando su funcionalidad, destacando Jinja, el motor de plantillas incluido con Flask. Es la base para la programación de la plataforma web de REDflexiva, controla la resolución de URL, la comunicación de datos sirve las vistas y formularios, entre otras funcionalidades.

MySQL: Es un RDBMS (Relational Database Management System)⁵ como su nombre lo indica utiliza SQL (Structured Query Language)⁶ para el acceso a la base de datos. Almacena los datos de manera estructurada mediante distintos objetos como tablas, filas y columnas y establece relaciones a través de reglas asegurando la consistencia de los datos. Es la manera principal de almacenar datos en REDflexiva y está altamente acoplado con SQLAlchemy para la comunicación con otras partes del sistema.

SQLAlchemy: Se define como un set de herramientas para trabajar con bases de datos, tiene dos componentes importantes, su núcleo que maneja la integración con las bases de datos y su ORM (Object Relational Mapper)⁷ que provee una capa para trabajar con un modelo de objetos sobre los esquemas de la base de datos. En REDflexiva es la interfaz de comunicación entre la base de datos y todos los otros puntos, se utiliza para definir los modelos de datos y transformar algunos campos de manera automática.

NetworkX: Es un paquete de Python para la creación, manipulación y estudio de la estructura, dinámicas y funciones de redes complejas, permite cargar y guardar redes en distintos formatos, generar distintos tipos de redes, diseñar modelos de redes, dibujar redes, etc. En REDflexiva, se utiliza para generar redes a partir de distintos datos, manejar la estructura de redes aplicar atributos a estas redes, analizar redes y transformarlas de formato para uso con otras librerías.

Bootstrap: Es un marco de trabajo para HTML (Hyper Text Markup Language)⁸, CSS (Cascade Style Sheets)⁹ y JavaScript, ofrece varios componentes de diseño y estilo para todos los elementos HTML además de varios componentes adicionales preconstruidos listos para utilizar. Junto con HTML y Jinja es la base de las plantillas para las vistas en el *frontend* de REDflexiva, la mayoría del código CSS utilizado proviene de Bootstrap con muy pocas excepciones.

JavaScript: Es un lenguaje de programación de alto nivel ligero, puede ser interpretado o compilado “justo a tiempo”, soporta múltiples paradigmas de programación, tipos dinámicos y es el lenguaje principal para la programación de páginas web, con el soporte de todos los navegadores actuales. En REDflexiva es utilizado para gran parte de la

⁵ Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales

⁶ Lenguaje de Consulta Estructurado

⁷ Mapeo Objeto-Relacional

⁸ Lenguaje de Marcado de Hipertexto

⁹ Hojas de Estilo en Cascada

programación en *frontend*, incluyendo el manejo de formularios, visualizaciones y otros elementos.

Sigma.js: Es una librería programada en Javascript enfocada en visualizar grafos con miles de nodos y aristas con buen rendimiento. En REDflexiva es utilizado en distintos ambientes para mostrar visualizaciones de redes, en el ambiente posibilidades es la parte principal de la vista de grafo.

Deck.gl: Es una librería para Javascript enfocada en la visualización de conjuntos de datos de gran tamaño a un buen rendimiento, es altamente personalizable con una gran cantidad de capas preconstruidas para mostrar distintos tipos de datos y provee integración con distintos sistemas de mapas base sobre los que visualizar los datos. En el ambiente posibilidades es la parte principal de la vista de mapa. Por lo general estas tecnologías cumplen sus funciones en alguna de las tres capas de la arquitectura MVC como se puede ver en la figura 12.

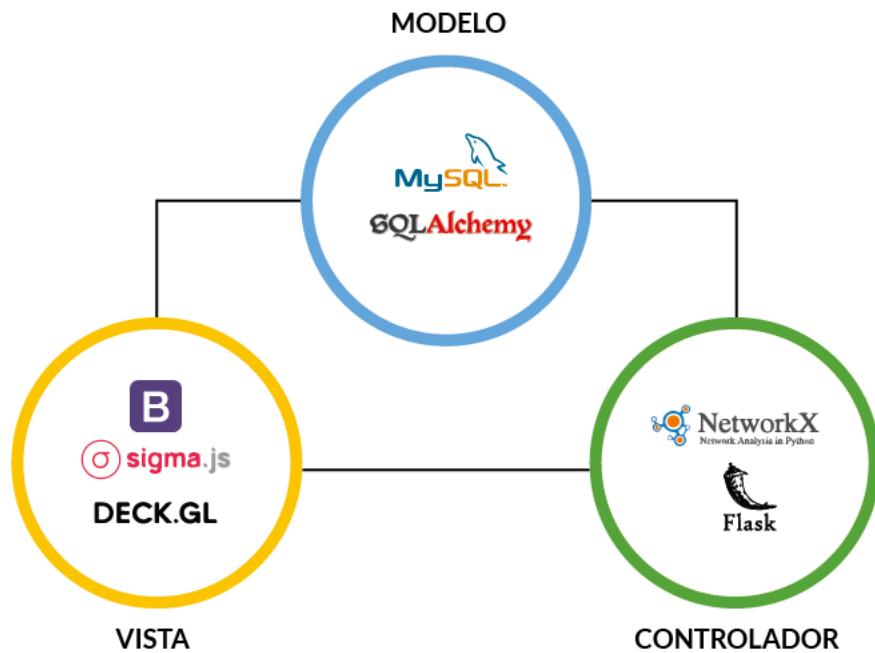


Figura 13: Tecnologías según la capa de la arquitectura modelo vista controlador.

Además de estar dividida en capas REDflexiva también está dividida en módulos, la separación de “ambientes” en las que está dividida la plataforma también se ve reflejada en la estructura y arquitectura del programa, cada módulo de REDflexiva esta implementado como un *blueprint*. Los *blueprint* son un marco de trabajo y terminología asociada a Flask, son un conjunto de operaciones que pueden ser registrados en la aplicación, de esta forma se pueden implementar funcionalidad específica en distintos *blueprints* y luego ser integrados en una aplicación. En el caso de REDflexiva se cuenta con cinco *blueprints*, los *blueprint* ideas, comunidad y posibilidades corresponden a la funcionalidad de cada uno de los ambientes de REDflexiva, el *blueprint* “Auth” maneja la mayor parte de la autenticación de usuarios y distintas tareas relacionadas con la gestión

de usuarios, finalmente el *blueprint* “Main” se encarga de funciones genéricas y otras que no corresponden a ninguno de los otros módulos, también es el punto de acceso a los otros módulos. Cada módulo contiene los controladores correspondientes a su funcionalidad y las plantillas de cada una de las vistas del módulo, aunque en algunos casos un controlador puede alimentar a más de una vista o no tener una vista asociada en casos en que solo procesa y entrega datos a otro controlador. La capa del modelo se encuentra unificada en la plataforma ya que en el caso de este proyecto es muy común que distintos módulos utilicen datos de otros módulos (Ver Figura 13).

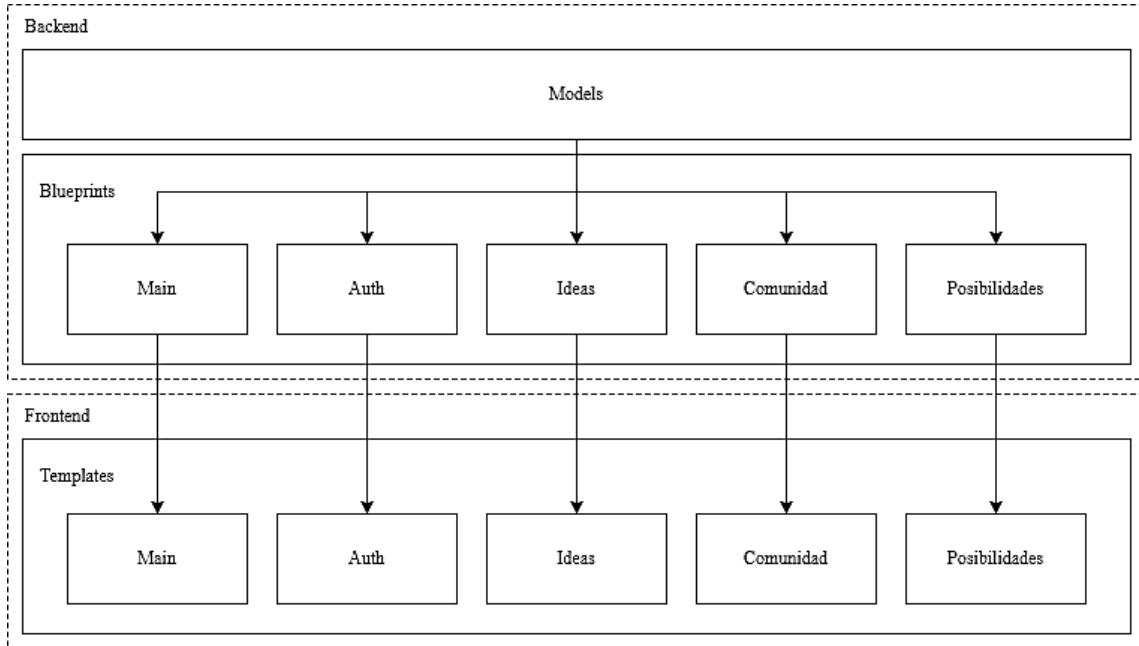


Figura 14: Separación de módulos de la plataforma

4.3.2 Modulo Posibilidades

Debido a la familiaridad del equipo de trabajo con el resto de la plataforma y la necesidad de interactuar con otros módulos, el módulo posibilidades y la “plataforma digital para el análisis y visualización de redes en comunidades socioeducativas” mantiene las mismas decisiones de arquitectura y diseño que los otros módulos de REDflexiva. Como se mencionó anteriormente para los módulos en general, cuenta con modelos y un *blueprint* con sus controladores y vistas. A continuación, se describirán los componentes más específicos del módulo posibilidades y las funciones que sirven dentro de ella.

Componentes

Modelos:

El módulo posibilidades utiliza un subconjunto de modelos existentes de información general o información de otros módulos y algunos nuevos para su funcionamiento (Ver Figura 15). A continuación, se describirán los modelos relevantes sólo para este módulo.

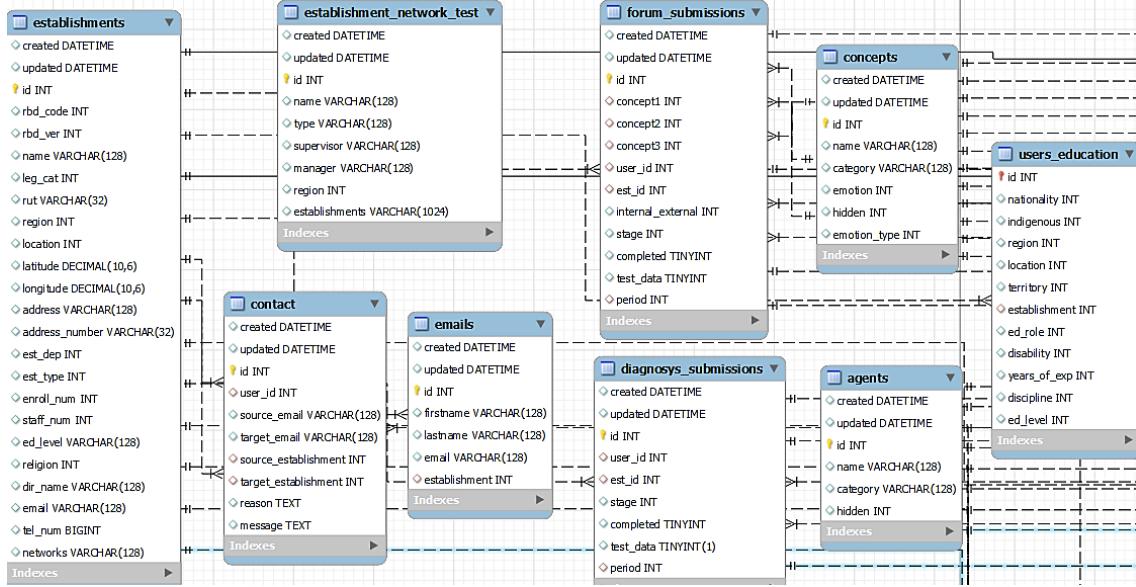


Figura 15: Representación de tablas de la base de datos.

Establecimiento: Como su nombre lo indica, este modelo está diseñado para datos de establecimientos. Contiene información básica como su nombre, códigos de identificación, ubicación, nivel educativo, etc. Este modelo es utilizado por todos los módulos de REDflexiva para obtener esta información, al agregar el módulo posibilidades se hicieron algunas modificaciones como agregar campos para la latitud y longitud.

Red de Establecimientos: Este modelo cuenta con campos para el nombre, tipo de red, región, encargados de la red y los establecimientos que forman la red. Es utilizado en el módulo posibilidades para formar las redes ministeriales, la información faltante se obtiene del modelo Establecimiento.

Entrada de Ideas: Este modelo trabaja principalmente en el ambiente ideas y es donde se almacenan los datos principales de la participación de usuarios de este módulo, como datos de identificación y las ideas principales elegidas. Es utilizado en el módulo posibilidades en conjunto con el modelo Establecimiento para generar las redes de establecimientos basadas en ideas.

Idea: Este modelo almacena información básica de cada idea, el nombre y código de identificación.

Entrada de Comunidad: Este modelo es donde se almacenan los datos principales de la participación de usuarios en el ambiente comunidad, como identificación y los agentes que eligieron, es utilizado en el módulo posibilidades en conjunto con el modelo Establecimiento para formar las redes de agentes.

Agente: Este modelo almacena información básica de cada agente, el nombre y código de identificación.

Contacto: En este modelo se almacenan los datos cuando algún usuario realiza un contacto a un establecimiento, almacenando identificadores para el usuario, el establecimiento, el mensaje y la razón.

Vistas:

Página Principal: Esta es la página principal de REDflexiva, contiene información general y el formulario de ingreso. También es el punto de acceso a los otros ambientes incluyendo el ambiente posibilidades.

Selector de Visualización: Esta vista ofrece la selección al usuario de partir con la vista de mapa o de grafo, una vez dentro de las vistas también se puede cambiar, pero es bueno para mostrarle a los usuarios que ambas existen y ahorrarle el trabajo de entrar a una, solo para cambiar a la otra.

Vista de Mapa: Esta vista sobrepone las redes socioeducativas en un mapa, mostrando los establecimientos, sus vínculos, redes y permitiendo filtrar la información basado en distintos criterios como región y tipo de red, se considera la vista principal del ambiente posibilidades.

Vista de Grafo: Esta vista muestra redes de grafos representando las redes socioeducativas y las escuelas, de la misma forma que en la vista de mapa se pueden filtrar los datos a través de distintos filtros y se considera una vista complementaria a la del mapa.

Formulario de Contacto: Esta vista es accedida desde la Vista de Mapa o Vista de Grafo y muestra información adicional de la escuela a contactar y un formulario en el que se puede contactar a la escuela, pidiéndole al usuario información de la razón para contactar la escuela y el mensaje.

Se puede ver la navegación entre estas vistas en la figura 16.



Figura 16: Secuencia de vistas

Controladores:

Los controladores para la página principal y el selector de visualización son bastante simples y no hacen mucho más que definir las URL y generar una respuesta desplegando la vista.

Datos de Red: Este controlador se encarga de procesar los datos de redes para su uso en los controladores del mapa y el grafo y posteriormente en sus vistas, recoge la información almacenada en la base de datos para formar las redes en el caso de las redes ministeriales. Para las redes de ideas y agentes recoge la información de cada establecimiento para formar redes según lo que respondieron en los ambientes de ideas y agentes, luego agrega distintos atributos a las redes que son utilizados para desplegar información y filtrarlas. Posteriormente, este controlador sigue siendo llamado cada vez que se necesita actualizar los datos de la red como cuando se le aplica algún filtro, ya sea en la vista de mapa o de grafo.

Mapa: La verdad es que aquí se agrupan dos controladores, el principal es el encargado de cargar los datos de establecimientos para su uso en la vista de mapa, define formularios y también llama al controlador de datos de red para preparar los datos iniciales para el mapa y calcular algunas estadísticas generales de las redes. El otro controlador toma los datos de red y realiza un proceso de agrupación por comuna/ región para la vista del mapa, se separó del controlador principal por conveniencia ya que es más simple tratarlo como

una red separada y no era necesario recargar la información que cargaba el controlador principal.

Grafo: Este controlador realiza funciones similares a las del mapa, prepara datos de establecimientos, formularios y los datos iniciales de las redes, pero toma en cuenta algunas consideraciones especiales en la construcción de la estructura de datos de la red para su uso posterior en la vista de grafo, junto con las bibliotecas de visualización.

Contacto: Este controlador se encarga de preparar el formulario de contacto para la vista y luego cuando se envía el formulario se encarga de enviar los emails y guardar los datos necesarios en la base de datos.

Procesos y Comunicación

Una vez analizados los componentes del sistema, se puede observar su función y cómo se relacionan entre sí para satisfacer los requerimientos establecidos. Para este propósito, se empleará el papel del supervisor de red y sus historias de usuario, ya que éste es el usuario más completo en el primer prototipo de la plataforma y permite una visión general de cómo los componentes del sistema interactúan.

En la mayoría de los casos, el usuario puede utilizar tanto la vista de mapa como la vista de grafo para cumplir sus objetivos, ya que ambas opciones ofrecen en esencia la misma funcionalidad y son diferentes formas de visualizar la misma información. La elección de la vista a utilizar depende de la experiencia previa del usuario y de qué vista puede resultar más intuitiva para acceder a cierta información o para la que el usuario tenga más experiencia. Por ejemplo, a continuación, utilizamos la vista de grafo para revisar la centralidad de escuelas en las redes.

HU 10: Como supervisor de red, quiero poder filtrar las redes que se están visualizando para enfocarme en estudiar una red específica.

En esta historia el usuario procede a desplegar la vista de mapa con la finalidad de estudiar una red, proceso que implica la recolección de datos esenciales provenientes de múltiples controladores y modelos. Una vez cargados los datos iniciales del mapa y las redes, se presenta al usuario la opción de seleccionar entre dos alternativas. En primera instancia, puede utilizar los filtros generales para enfocarse en algún tipo de red o región específica. En segunda instancia, puede valerse de la interfaz y, por ejemplo, acercarse a una zona concreta para seleccionar una red mediante el cursor, lo que resulta en la ocultación del resto de las redes. Es importante destacar que estas dos alternativas no son excluyentes, por lo que es posible emplearlas de manera combinada hasta obtener el nivel de detalle deseado. La secuencia de acciones descritas en esta historia de usuario se puede apreciar en el diagrama representado en la Figura 17.

HU 11: Como supervisor de red, quiero poder ver estadísticas de las redes para generar informes sobre la situación de las redes.

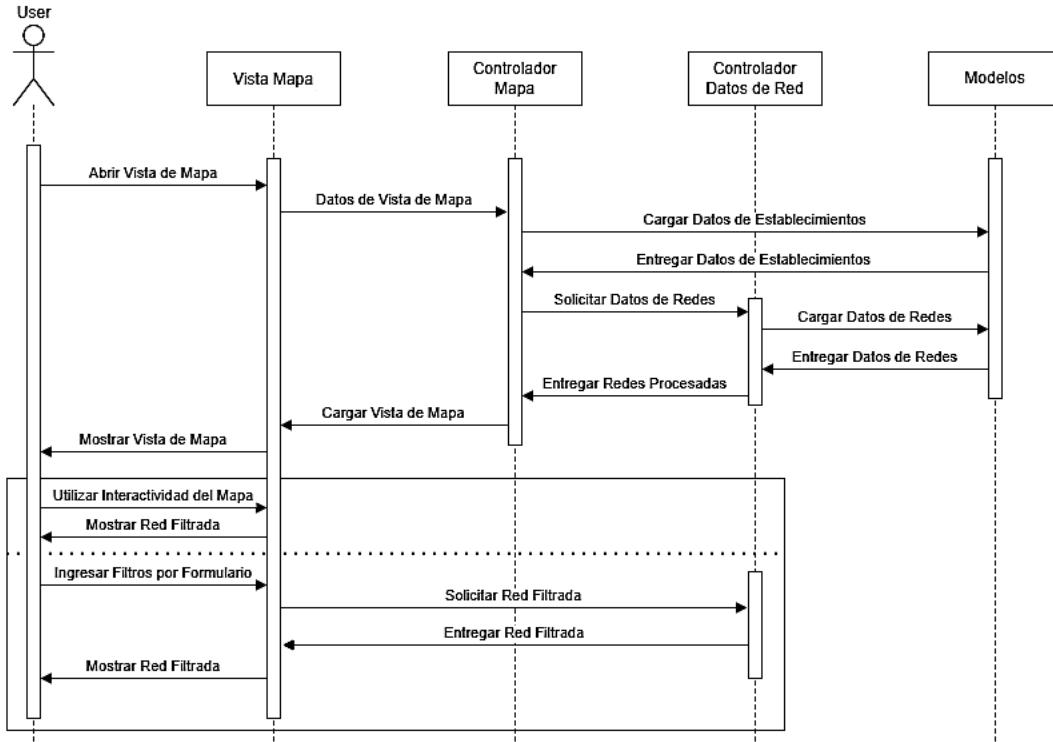


Figura 17: Diagrama de secuencia para historia de usuario 11

Esta historia parte con el usuario abriendo la vista de mapa, como en la historia anterior se realiza una preparación de los datos que alimentarán la vista inicial del mapa y de las redes. El controlador del mapa se encarga de calcular estadísticas generales para las redes, las cuales serán desplegadas en la parte inferior del mapa. Es importante mencionar que, dependiendo del nivel de granularidad que el usuario esté buscando, podrá revisar estas estadísticas generales o bien, ir revisando escuelas y redes específicas utilizando la interactividad de la herramienta para obtener datos más específicos en cajas de texto desplegadas sobre el mapa. Se puede ver un diagrama de secuencia para esta historia de usuario en la Figura 18.

HU 12: Como supervisor de red, quiero poder ver qué escuelas son más centrales y cuáles están más aisladas para trabajar con ellas en brindarle soporte a la red.

En esta historia de usuario se utiliza la vista de grafo. Al abrir la vista, se procede a cargar los datos de los establecimientos y a formar las redes iniciales que servirán de base para alimentar la visualización. De esta manera, el usuario puede apreciar de forma gráfica cómo se posicionan las escuelas y sus vínculos entre sí. Asimismo, se puede consultar información estadística en la parte inferior de la visualización, lo que permite al usuario identificar las escuelas más centrales y las que se encuentran más aisladas. Se puede ver un diagrama de secuencia para esta historia de usuario en la Figura 19.

HU 13: Como supervisor de red, quiero poder contactar a las escuelas para solicitarles más información.

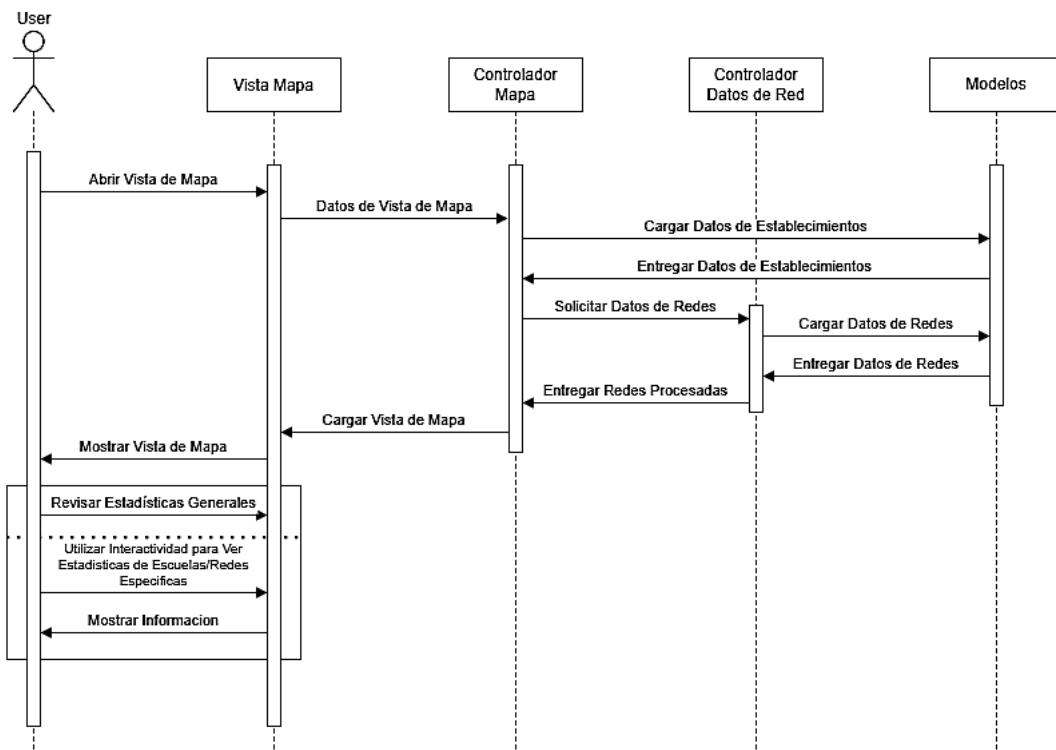


Figura 18: Diagrama de secuencia para historia de usuario 11

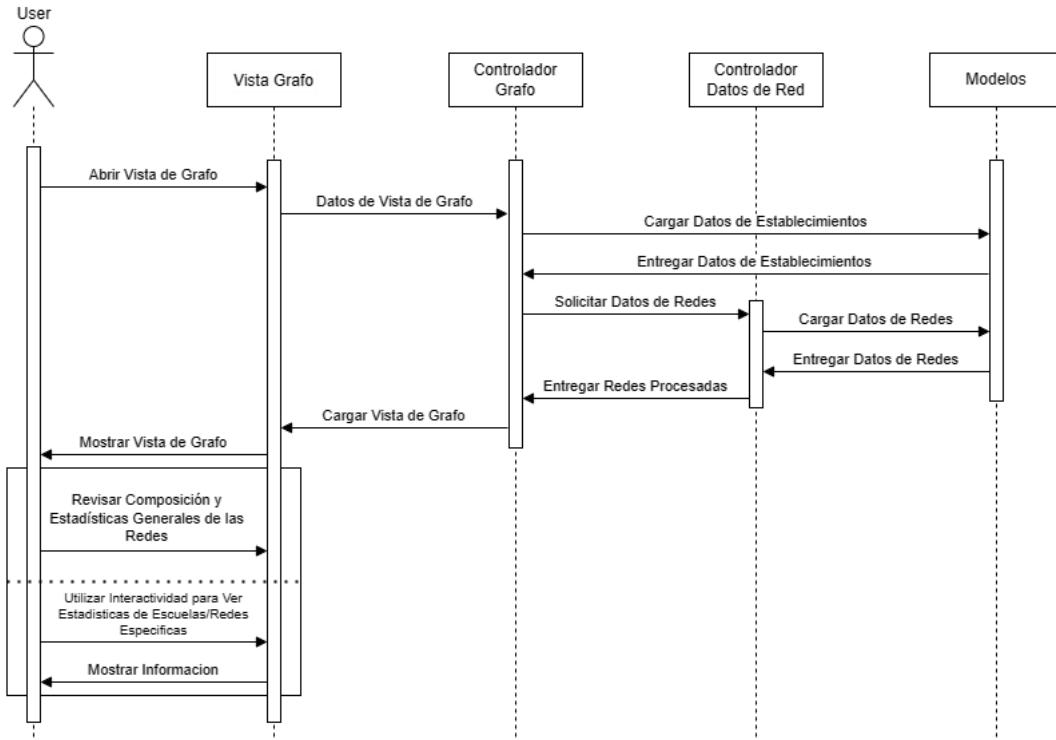


Figura 19: Diagrama de secuencia para historia de usuario 12

Esta historia se inicia desde la vista de mapa o de grafo, después de examinar las redes y las escuelas, si se desea contactar a alguna de ellas, se seleccionará una vista y el usuario será dirigido al formulario de contacto. Dentro de este formulario, el usuario tendrá la posibilidad de ver más detalles de la escuela y deberá completar un formulario en el que se le solicitará que indique la razón de su contacto y su mensaje. Una vez que el formulario sea enviado, el controlador se encargará de remitir un correo electrónico a la escuela informando que un usuario desea establecer contacto y que se incluirá un mensaje. Asimismo, se almacenarán los datos básicos de este contacto en la base de datos. Se puede ver un diagrama de secuencia para esta historia de usuario en la Figura 20.

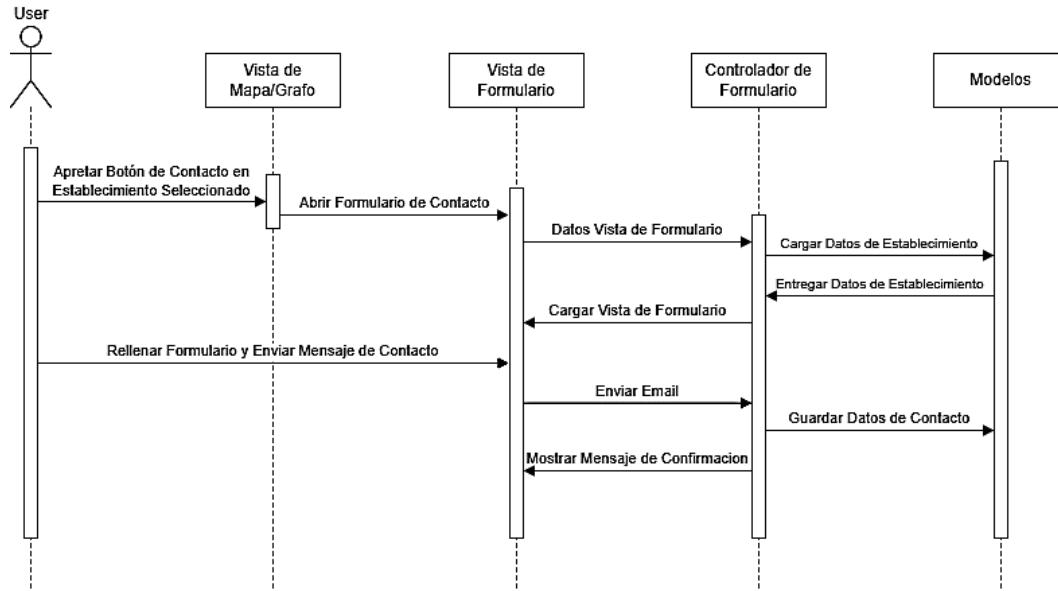


Figura 20: Diagrama de secuencia para historia de usuario 13

4.5 Implementación

En esta sección se describirá el proceso para implementar las funcionalidades necesarias para la plataforma, por qué se tomaron algunas decisiones en las herramientas a utilizar y cómo presentar las visualizaciones, algunas de las dificultades que se encontraron en el camino y posibles limitaciones presentes en este primer prototipo.

Recolección de datos

Una de las primeras tareas fue obtener datos de establecimientos y de redes ministeriales para luego procesarlos con las características y formato deseado para poder subirlos a la base datos de REDflexiva.

Para los datos de establecimientos ya se había hecho este proceso anteriormente cuando se construyeron los otros módulos de REDflexiva y ya se contaba con la mayoría de la información necesaria, pero faltaban crucialmente la información de latitud y longitud de los establecimientos para posicionarlos en el mapa. Anteriormente se utilizó el directorio

de establecimientos proveído por el centro de estudios del ministerio de educación (<https://datosabiertos.mineduc.cl/>) para obtener la información básica de los establecimientos y está también incluye la información de las coordenadas de cada establecimiento, solo no habían sido cargados con anterioridad a la base de datos de REDflexiva. Al provenir de la misma fuente, facilitó de gran manera el trabajo de referenciar las coordenadas con la información ya cargada para actualizar los datos de los establecimientos con la información faltante y sin hacer mayores modificaciones a la base de datos más que agregar los campos de latitud y longitud, y sin perder datos anteriores. Luego de actualizar los datos hubo que corregir algunos datos faltantes e información errónea sobre la locación de algunos establecimientos, aunque en una cantidad ya bastante reducida.

En cuanto a los datos de redes estos son completamente nuevos para este módulo, fueron obtenidos a través de fuentes internas de la Línea de Redes, Complejidad y Territorio del Centro de Liderazgo Educativo para la mejora en Red, se trata de un archivo en el que se registraron reuniones periódicas de estas redes ministeriales y la mayoría de los datos necesarios como los supervisores de red, las escuelas participantes, el propósito de la red, entre otros. Estos datos fueron procesados utilizando Python y la librería Pandas para agrupar los datos de manera que tengan un formato compatible con la base de datos y luego se crearon los modelos correspondientes de manera que puedan ser utilizados dentro de REDflexiva. Un punto importante es que se tiene conocimiento de que estos datos pueden estar incompletos y desactualizados para el año 2022, además de que no contienen información sobre las redes territoriales, pero era la mejor fuente de información disponible en el momento.

Mapa de Redes Educacionales

El mapa de redes educacionales es uno de los elementos principales de la plataforma por ende es uno de los que se les aplica mayor esfuerzo y cuidado. Esto involucra, primero que nada, investigar las opciones disponibles para poder implementar esto en REDflexiva. Esto no es una tarea menor ya que existen muchas opciones para visualizar datos en la web, pero al mismo tiempo encontrar una que se adapte a todas las necesidades del proyecto no es algo fácil, también es algo nuevo para REDflexiva ya que no existía experiencia previa por parte del equipo de trabajo.

El proceso comenzó con búsquedas web y revisión de artículos y literatura. Un estudio reciente sobre técnicas de visualización e interacción para redes geoespaciales (Schöttler, Yang, Pfister y Bach, 2021) fue de especial ayuda en el proceso de selección y búsqueda, en este estudio se analizan otras 95 publicaciones y las técnicas utilizadas, también se definió un espacio de diseño con el que clasificarlas. El espacio de diseño define cuatro dimensiones y dos subdimensiones para cada una, representando aspectos esenciales de la visualización geoespacial (Ver Figura 21). Este espacio de diseño nos entrega un buen marco sobre el que definir las necesidades para el mapa de redes educacionales las que se describirán a continuación:

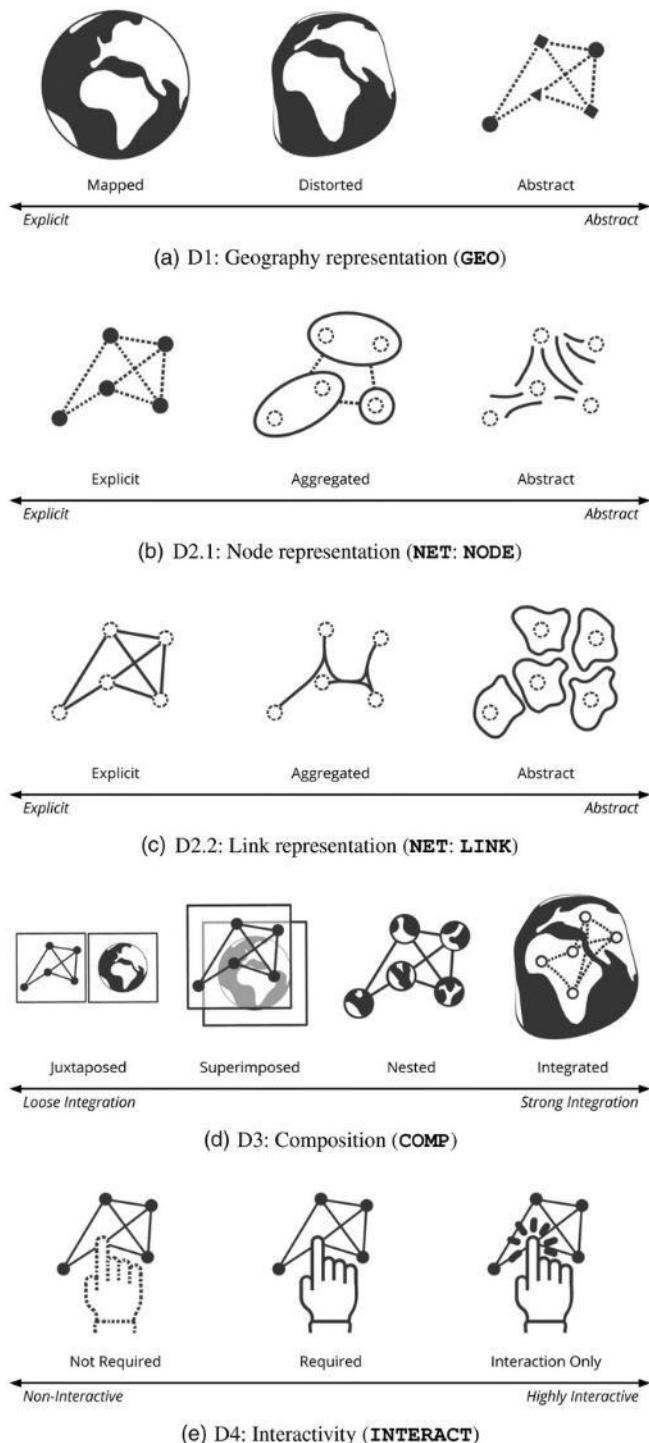


Figura 21: Dimensiones y categorías del espacio de diseño¹⁰

¹⁰ Schöttler, S., Yang, Y., Pfister, H., & Bach, B. (2021). Visualizing and Interacting with Geospatial Networks: A Survey and Design Space. *Computer Graphics Forum*, 40(6).

Mapa Base: Nuestro mapa debe ser una representación geográfica precisa del territorio donde residen las escuelas, debe incluir información como líneas limítrofes para comunas, regiones y países, escala y orientación, simbología y leyendas descriptoras que permitan ubicar a los establecimientos, comunas y regiones.

Representación de Nodos: Los nodos en el mapa serán una representación de cada establecimiento, mostrándolos con simbología dentro del mapa en su ubicación geográfica utilizando las coordenadas. Para las necesidades del proyecto también debe ser posible mostrar los establecimientos de forma agrupada según criterios como la comuna o región a la que pertenecen.

Representación de Enlaces: Los enlaces representarán las conexiones entre establecimientos ya sea por redes ministeriales existentes o por redes formadas con los datos de los otros módulos de REDflexiva. Deben estar presentes visualmente en el mapa y conectados a los nodos. Al igual que con los nodos debe ser posible agregarlos por la comuna o región a la que pertenecen los establecimientos, pero sin perder las conexiones.

Composición: En este caso se necesita poder superponer las redes sobre el mapa de manera que se pueda ver la información geográfica y de las redes por separado, pero también como están establecidas las redes en su contexto geográfico.

Interactividad: Nuestra visualización requiere de interacción para múltiples propósitos, es necesario para poder explorar las redes a distintas escalas y ubicaciones del mapa, también es necesario para seleccionar algunos elementos del mapa para inspeccionar detalles y aplicar filtros. Esto implica poder recibir la entrada del usuario e información de lo que esta seleccionando y también poder modificar la visualización para responder a estas acciones.

Los requisitos establecen las funcionalidades esenciales que deben ser contempladas en la visualización, y cualquier herramienta utilizada en su implementación debe ser capaz de cumplir con ellos. Además de esto, existen ciertas consideraciones técnicas adicionales que facilitan la integración de la visualización con el resto de la plataforma REDflexiva. Si bien estas no son requisitos estrictamente necesarios, permiten una integración más sencilla y eficiente, lo que disminuye considerablemente la carga de trabajo.

Entre las consideraciones técnicas para tener en cuenta se encuentran:

1. Soporte para plataformas web.
2. Utilizar JavaScript o Python como lenguaje de programación.
3. Una licencia permisiva y código de fuente disponible.
4. Compatibilidad para cargar formatos comunes de mapas y redes.
5. Compatibilidad con versiones recientes de los navegadores más utilizados.
6. Un rendimiento aceptable al tratar con gran cantidad de datos.

Utilizando todos estos requisitos y consideraciones para filtrar las búsquedas permitió reducir significativamente el número de opciones disponibles, logrando así una mejor y más manejable selección. Dentro de las opciones encontradas, se destacan las

herramientas D3.js (<https://d3js.org/>), plotly.js (<https://plotly.com/javascript/>) y deck.gl (<https://deck.gl/>). Durante el primer sprint de desarrollo, se procedió a realizar prototipos sencillos utilizando las tres librerías para evaluarlas. Se emplearon algunos datos de prueba y una funcionalidad básica del mapa y la capa de enlaces para dichos prototipos. Luego de una exhaustiva evaluación, se decidió emplear la herramienta deck.gl debido a diversas razones, como su funcionalidad ya incluida por defecto, que se encuentra disponible en sus ejemplos y en su documentación, su facilidad para extender y personalizar sus funciones y su excelente rendimiento al tratar con una gran cantidad de datos.

Si bien, D3.js o plotly.js hubieran sido alternativas válidas, se concluyó que D3.js requiere una cantidad significativa de código para cada componente de la visualización individual, lo que resulta ser una complejidad innecesaria. Por otro lado, el rendimiento obtenido con plotly.js no alcanzó los niveles logrados con deck.gl, lo cual terminó de reafirmar la elección de la herramienta seleccionada.

Continuando con la exploración de herramientas, al optar por la utilización de deck.gl se plantea otra necesidad: este recurso emplea un sistema de capas en el que cada una puede representar una visualización diferente. deck.gl proporciona una amplia variedad de capas predefinidas, que incluyen representaciones visuales comunes como mapas de calor o polígonos, así como capas de agregación, geográficas y otras capaces de mostrar modelos tridimensionales. Posteriormente, estas capas se superponen o intercalan con el mapa (Ver Figura 22). deck.gl es capaz de cargar datos geográficos, y aunque puede funcionar por sí solo, su funcionalidad para el mapa base resulta bastante limitada, ya que está diseñado para utilizarse en conjunto otros proveedores de mapas que se encarguen de todas las funcionalidades asociadas, aprovechando así las mejores características de ambos.

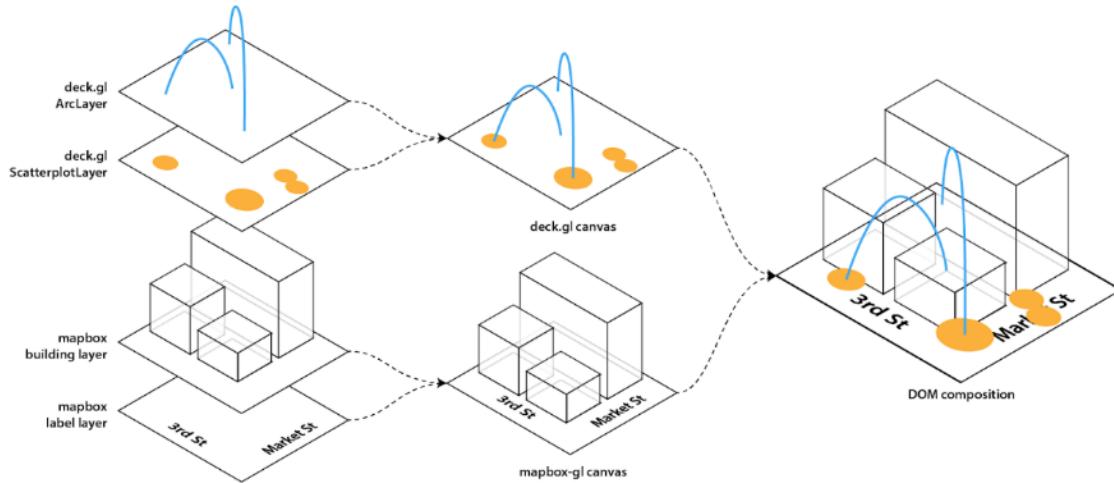


Figura 22: Sistema de capas de deck.gl

Deck.gl provee compatibilidad con la mayoría de los proveedores de mapas más populares, tales como Google Maps, Mapbox, Carto, Leaflet y ArcGIS. Estos proveedores

tienen diferentes niveles de soporte para diversas funciones e interfaces de comunicación, como las APIs de JavaScript.

En el caso del proyecto en cuestión, se ha utilizado una combinación de MapLibre GL JS (<https://maplibre.org/>) y datos de OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>). Es importante destacar que MapLibre GL JS es una bifurcación de Mapbox GL JS, que fue creada después de que esta última cambiara a una licencia comercial sin proporcionar acceso al código fuente. El equipo de MapLibre se encargó de mantener esta bifurcación y agregar nuevas funcionalidades, más allá de lo que ofrecía Mapbox GL JS en el momento del cambio.

Asimismo, Maplibre GL JS ofrece una manera sencilla de desplegar mapas en páginas web, cargando datos geográficos y manejando los estilos del mapa, así como diversas funcionalidades para interactuar con el mapa de manera dinámica, controla la mayoría de los controles e interacciones del usuario, como acercar o alejar el mapa, cambiar la orientación y localizar la ubicación del usuario. Todas estas acciones son controladas e implementadas por esta librería, y simplemente se deben activar.

Luego, aunque Maplibre GL JS nos entrega una forma de desplegar el mapa, también es necesario proveer los datos y estilos del mapa, existen varios servicios que proveen estos datos y estilos, por lo general acompañados de las bibliotecas mencionadas, Mapbox tiene el suyo a través de una API comercial, de manera similar Maplibre se asocia con Maptiler (<https://www.maptiler.com/>) para este servicio, también existen alternativas de código abierto pero esto implica alojar los datos de forma interna lo que implica costos de mantenimiento e infraestructura. Para este proyecto se decidió utilizar OpenStreetMap (OSM). OSM es una iniciativa que busca crear y proporcionar datos geográficos construidos de manera comunitaria para todos, sin mayores restricciones, los datos en si son alojados en algunos casos por la OpenStreetMap Fundation (OSMF) o por terceros con variadas restricciones de uso comercial o gratis.

En este proyecto, se han utilizado los datos de OSM alojados por la OSMF para desplegarlos mediante MapLibre GL JS, los datos de OSM no pueden ser utilizados directamente, hay que crear un estilo que define que dibujar, en qué orden y la apariencia, entre otros atributos, por lo general los otros servicios ofrecen una variedad de estilos con los que presentar el mapa, pero no es muy laborioso crear uno siguiendo la especificación. En la Figura 23 se pude ver el estilo implementado en este proyecto con datos de OSM como fuente, también puede ser utilizado en cualquier otro proyecto que siga la especificación de Maplibre o Mapbox.

Finalmente combinando todo esto se puede desplegar un mapa del mundo, con un estilo básico que incluye toda la información necesaria en cuanto a información topográfica, etiquetas de lugares y caminos, información limítrofe y con todas las funciones básicas de navegación necesarios (Ver Figura 24)

```

const style = {
  "version": 8,
  "sources": {
    "osm": {
      "type": "raster",
      "tiles": ["https://a.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png"],
      "tileSize": 256,
      "attribution": "&copy; OpenStreetMap Contributors",
      "maxzoom": 17,
    }
  },
  "layers": [
    {
      "id": "osm",
      "type": "raster",
      "source": "osm",
    }
  ],
  "glyphs": "https://demotiles.maplibre.org/font/{fontstack}/{range}.pbf",
};

```

Figura 23: Definición de Estilo de Mapa

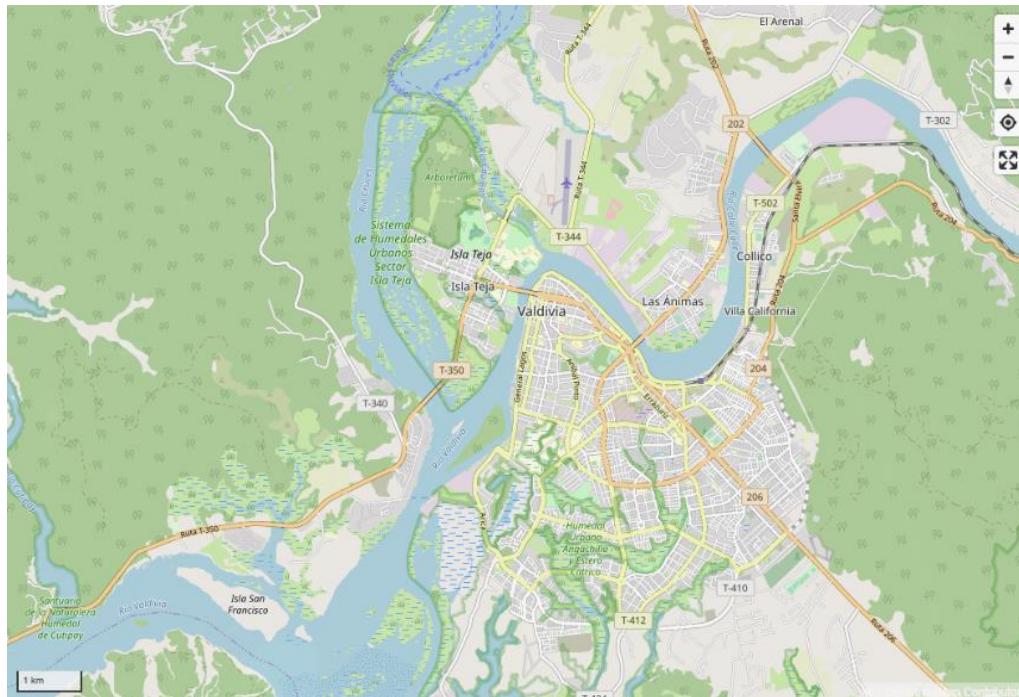


Figura 24: Mapa Base

Una vez implementada esta capa con el mapa base, se puede utilizar deck.gl como una capa sobrepuerta sobre el mapa. Para lograr esto deck.gl utiliza la interfaz de control de MapLibre GL JS y se incorpora como cualquiera de los otros controles mencionados anteriormente, de esta forma deck.gl dibuja sus elementos sobre el mapa y sincroniza su

cámara interna con la de MapLibre GL JS garantizando mantener las vistas de las visualizaciones y el mapa en sincronía, es crucial señalar que de esta manera las entradas del usuario también deben pasar por esta interfaz de control y deben ser redirigidas desde el mapa hacia deck.gl.

En el siguiente paso se llevó a cabo la representación de los establecimientos dentro del mapa. Para lograr esto, se utilizó otra capa del framework deck.gl y se programó una capa compuesta con funcionalidades adicionales. En general deck.gl permite modificar funcionalidades de cada capa en cada punto de su ciclo de vida, permitiendo modificar como visualiza los datos, como se actualizan los datos, como se transforman los datos, etc. Esta capa compuesta está formada por una capa de texto que muestra los nombres de los establecimientos y una capa de iconos que representa a los mismos (Ver Figura 25).

```
renderLayers() {
  const { data } = this.state;
  const { iconAtlas, iconMapping, sizeScale } = this.props;

  return [
    new deck.IconLayer(this.getSubLayerProps({
      id: 'icon',
      data,
      iconAtlas,
      iconMapping,
      sizeScale,
      getPosition: d => d.geometry.coordinates,
      getIcon: d => getIconName(d.properties.cluster ? d.properties.point_count : 1),
      getSize: d => getIconSize(d.properties.cluster ? d.properties.point_count : 1),
    })),
    new deck.TextLayer(this.getSubLayerProps({
      id: 'labels',
      data,
      getText: d => d.properties.cluster ? '' : d.properties.name,
      getPosition: d => d.geometry.coordinates,
      getSize: 10,
      maxWidth: 750,
      getAlignmentBaseline: 'top',
      characterSet: getDefaultCharacterSet(),
    }))
  ];
};
```

Figura 25: Capas Compuestas de Iconos y Texto.

Además, la capa de iconos tiene la capacidad de agrupar los iconos según su proximidad y el número de establecimientos, para lo cual se empleó la biblioteca Supercluster (Ver Figura 26) (<https://github.com/mapbox/supercluster>), especializada en este tipo de tareas y compatible con deck.gl.

```

updateState({ props, oldProps, changeFlags }) {
  const rebuildIndex = changeFlags.dataChanged || props.sizeScale !== oldProps.sizeScale;

  if (rebuildIndex) {
    const index = new Supercluster({ minPoints: 2, maxZoom: 12, radius: props.sizeScale * Math.sqrt(2) });
    index.load(
      props.data.map(d => ({
        geometry: { coordinates: props.getPosition(d) },
        properties: d
      }))
    );
    this.setState({ index });
  }

  const z = Math.floor(this.context.viewport.zoom);
  if (rebuildIndex || z !== this.state.z) {
    this.setState({
      data: this.state.index.getClusters([-180, -85, 180, 85], z),
      z,
    });
  }
}

```

Figura 26: Utilización de Supercluster.

La utilización de Supercluster se hizo necesaria debido a la gran cantidad de establecimientos que se encuentran en todo el territorio nacional, lo cual dificulta su visualización individual en el mapa, especialmente en niveles de acercamiento más lejanos a nivel país o regional. Un ejemplo de este comportamiento y de los elementos que conforman esta capa se puede apreciar en la figura 27.

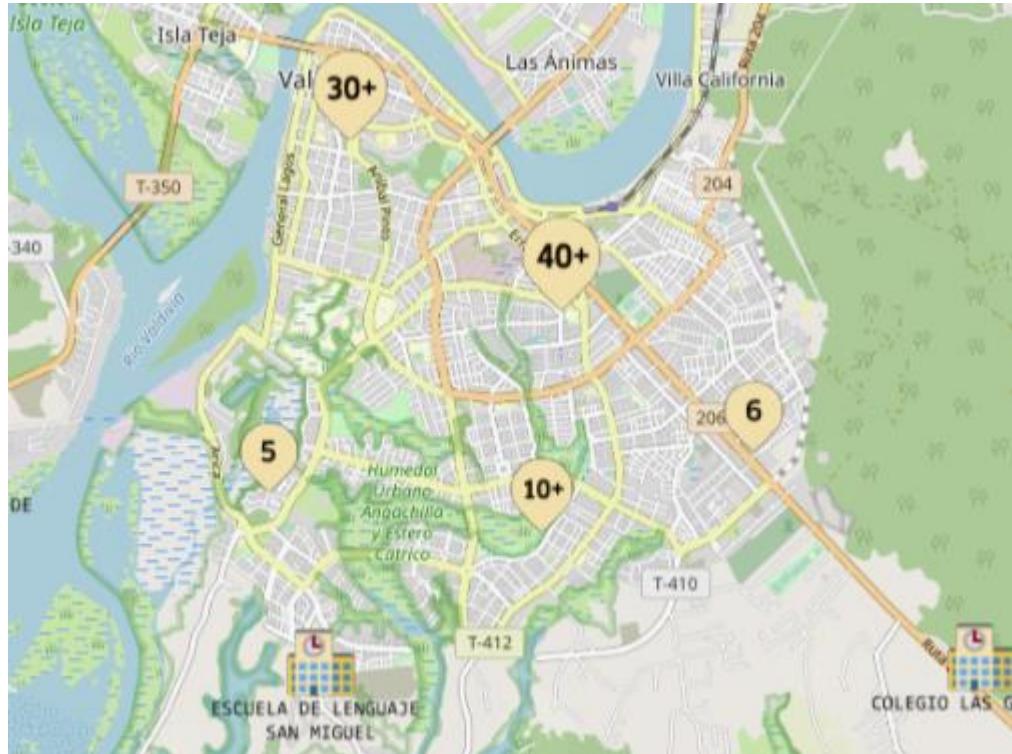


Figura 27: Capa de Establecimientos.

Los datos de los establecimientos y su ubicación fueron extraídos de la base de datos sin mayores cambios y luego se cargaron en un formato JSON para su visualización en esta capa. Deck.gl procesa las posiciones y nombres definidos en estos datos y en la capa se definen varias variables para definir que ícono utilizar, el formato del texto, colores, etc. Y también funcionalidad para definir cuando cambiar a la vista agrupada y que tantos establecimientos agrupar.

Una vez que los establecimientos se encuentran ubicados en el mapa, el siguiente paso consiste en mostrar los enlaces que los conectan. Para ello, se utilizan dos capas adicionales. La primera de ellas muestra los enlaces con mayor detalle, es decir, muestra todos los enlaces individuales sin agruparlos, definiendo las posiciones, colores y altura de cada uno. Además, cuenta con diversos mecanismos para ocultar los enlaces en función del acercamiento y la posición en el mapa, a fin de reducir el ruido visual generado por la gran cantidad de enlaces.

Por su parte, la segunda capa de enlaces es similar a la anterior, pero agrupa los enlaces según la comuna, lo que facilita su visualización a mayores niveles de acercamiento. El mapa cambia automáticamente entre estas dos capas en función del nivel de acercamiento, salvo algunas excepciones en las que se aplican ciertos filtros.

Los datos utilizados para generar estos enlaces provienen de los datos previamente cargados en la base de datos y de otros ambientes de REDflexiva. Estos datos son procesados en el backend utilizando NetworkX para estructurar la red y agregar atributos a los enlaces, tales como la información de los establecimientos, el nombre y tipo de la red (Ver Figura 28).

```

for chosen_concepts in forum_concepts:
    if chosen_concepts[1]:
        est_concepts = dict(chosen_concepts._mapping)
        most_common_concepts: list = [
            Concept.query.get(x[0])
            for x in Counter(chosen_concepts[1].split(",")).most_common(1)
        ]
        est_concepts["most_common_concepts"] = most_common_concepts
        est_main_concepts[chosen_concepts[0]] = est_concepts

    for _est in itertools.combinations(est_main_concepts.values(), 2):
        for _con in itertools.product(
            _est[0]["most_common_concepts"], _est[1]["most_common_concepts"]
        ):
            if _con[0] == _con[1]:
                G.add_edge(
                    str(_est[0]["rbd_code"]),
                    str(_est[1]["rbd_code"]),
                    net_type=5,
                    net_type_name="Red de Ideas",
                    net_id=_con[0].id,
                    net_name="Red de Idea: " + _con[0].name,
                )

```

Figura 28: Construcción de Red con atributos.

Estos atributos son utilizados más adelante para mostrar información o para generar filtros. A continuación, se transforman a una estructura JSON y son cargados en la vista y en deck.gl para su visualización (Ver Figura 29).

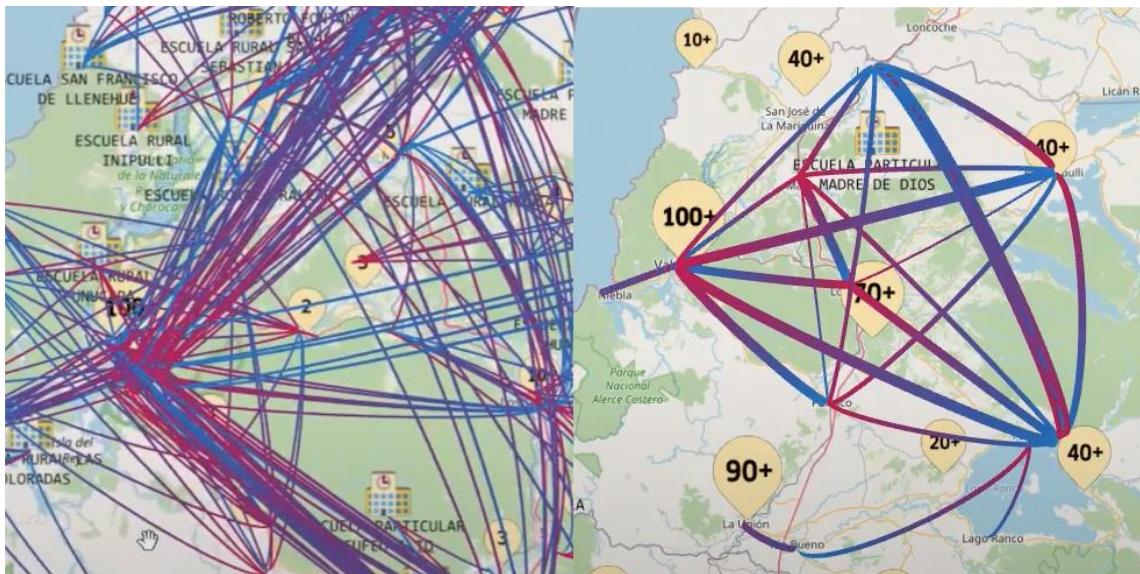


Figura 29: Capas de Enlaces.

En lo que respecta a la interacción en el mapa, se ha mencionado previamente que la mayoría de la interacción en el mapa base es parte de la funcionalidad de MapLibre GL JS. Sin embargo, para la interacción de la capa de establecimientos o nodos, se ha implementado una funcionalidad adicional. Cuando se presiona sobre uno de los establecimientos o sobre uno de los clusters de establecimientos, el mapa se enfoca y se acerca automáticamente. En el caso de que el elemento seleccionado sea un establecimiento individual, al presionarlo o al pasar el cursor por encima, se muestra una caja de texto con detalles específicos del establecimiento.

En cuanto a la capa de enlaces, al igual que con la capa de establecimientos, al presionar o al pasar el cursor por uno de los enlaces, se muestra una caja de texto con detalles de la red. Además, al presionar uno de los enlaces, se aísla la red a la que pertenece, ocultando el resto de las redes. Asimismo, se cambia el color de estos enlaces según las ideas o agentes más prominentes en cada establecimiento. Este aspecto también juega un rol importante en los filtros que se mencionarán más adelante en el análisis.

Grafo de Redes Educacionales

La segunda forma de visualizar las redes educativas, la cual se enfoca en una vista más tradicional utilizando un grafo para representar la red. En este caso, el trabajo necesario para decidir qué herramientas utilizar no fue tan extenso como en el mapa, ya que se habían empleado este tipo de visualizaciones en otros ambientes de REDflexiva. Por lo tanto, se decidió utilizar la misma librería Sigma.js (<https://www.sigmaj.org/>) que se había utilizado con anterioridad. Esto se debió a la familiaridad existente con la

implementación de visualizaciones con esta librería, así como a su capacidad para manejar una gran cantidad de datos con buen rendimiento y para incluir varios algoritmos y utilidades para trabajar con grafos. No obstante, esta decisión también trajo algunas dificultades más adelante.

Es importante señalar que Sigma.js es altamente dependiente y también de los mismos desarrolladores de Graphology (<https://graphology.github.io/>). Esta librería implementa la estructura del grafo y una librería estándar con varias utilidades y algoritmos comunes en la teoría de grafos, mientras que Sigma.js contiene la funcionalidad para visualizar estos grafos en plataformas web.

Los datos para construir este grafo se originan de los datos cargados previamente en la base de datos y son procesados utilizando NetworkX en el backend de manera similar a como se realiza para los enlaces en el mapa. Posteriormente, estos datos se cargan en Graphology para reconstruir la red. A diferencia del mapa, debido a que no se cuenta con información geográfica, durante la definición de la red se le asignan sus posiciones iniciales utilizando el algoritmo ForceAtlas2 (Ver Figura 30).

```
function resetPositions(graph) {
    graphologyLibrary.layout.circular.assign(graph, { scale: 100 });
    const settings = graphologyLibrary.layoutForceAtlas2.inferSettings(graph);

    const sensibleSettings = graphologyLibrary.layoutForceAtlas2.inferSettings(graph);
    const fa2Layout = new graphologyLibrary.FA2Layout(graph, {
        settings: sensibleSettings,
    });

    const nooverlapLayout = new graphologyLibrary.NoOverlapLayout(graph, {
        settings: {
            margin: 10
        }
    });

    fa2Layout.start();

    setTimeout(function () { fa2Layout.stop(); }, 1000);

    if (!fa2Layout.isRunning()) {
        nooverlapLayout.start();
        setTimeout(function () { nooverlapLayout.stop(); }, 10);
    }
};
```

Figura 30: Aplicación de ForceAtlas2.

En general la forma de trabajar con sigma.js implica modificar atributos en los nodos y enlaces a través de algoritmos utilizando Graphology o eventos y luego modificar la visualización en base a estos atributos, destacando nodos, ocultando enlaces, modificando posiciones, etc.

Una diferencia importante con el mapa es que se decidió mostrar las redes de ideas y agentes por separado. Esta elección se hizo porque resulta más sencillo visualizar las agrupaciones de establecimientos en relación con sus redes ministeriales, algo que puede ser más difícil de apreciar en el mapa debido a que las escuelas están fijas en su ubicación geográfica. En este sentido, se consideró que el grafo presentaba una ventaja. Por lo tanto, se trata de dos visualizaciones distintas: la primera para las redes de ideas y redes ministeriales, y la segunda para las redes de agentes y redes ministeriales. Sin embargo, la implementación de ambas es bastante similar, y están disponibles en la misma vista con un selector (Ver Figura 31), que funciona de manera parecida a los filtros haciendo un filtrado por los tipos de red a mostrar.

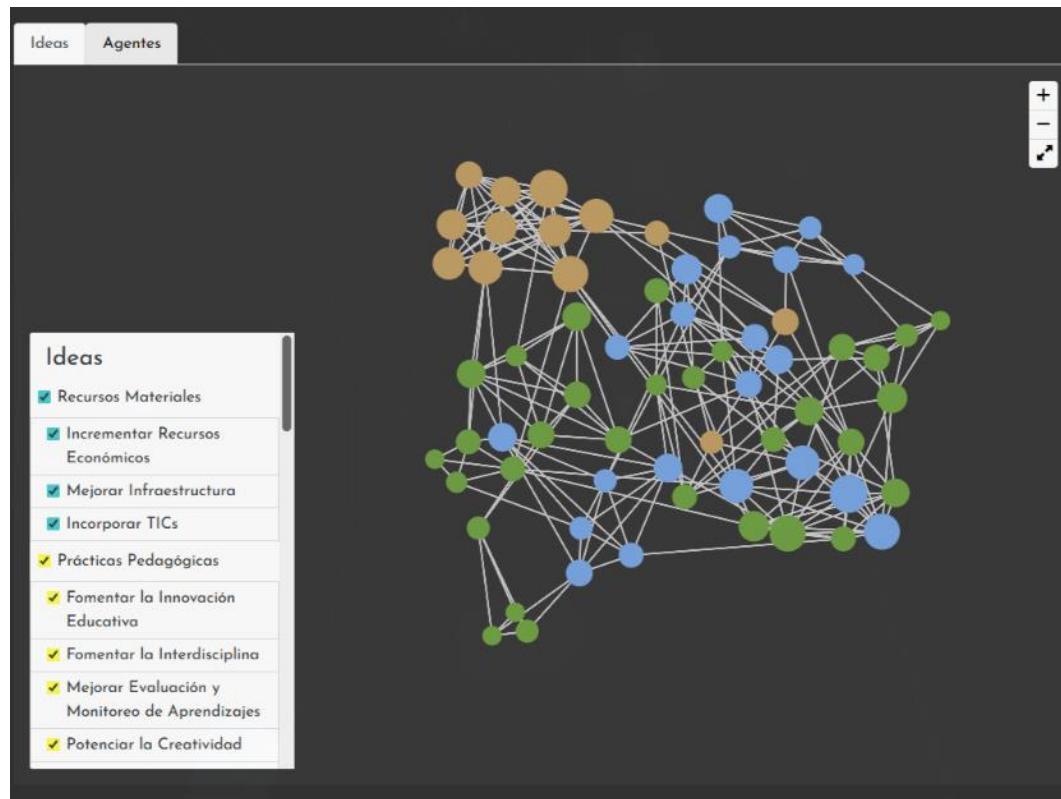


Figura 31: Grafo de Redes Educacionales.

En la visualización del grafo, los elementos como los nodos y enlaces son exhibidos a través de la plataforma Sigma.js, utilizando su funcionalidad y apariencia por defecto excepto en casos especiales en donde un nodo tiene más de un enlace. Para distinguir los nodos según su pertenencia a la red ministerial correspondiente, se ha optado por la coloración de estos. Además, para obtener información adicional, se han agregado etiquetas de datos previamente generadas en NetworkX como atributos de la red.

En cuanto a la interactividad del grafo, se ha implementado de manera manual utilizando los eventos provistos por Sigma.js (Ver Figura 32).

```

    renderer.on("downNode", (e) => {
      setSelectedNode(e.node);
      isDragging = true;
      draggedNode = e.node;
      nodeAttributes = graph.getNodeAttributes(draggedNode);
      graph.setNodeAttribute(draggedNode, "highlighted", true);
      console.log(graph.getNodeAttributes(draggedNode));
      customTooltip.setTooltip({
        html: `<h4>${nodeAttributes.label}</h4><div>RBD: ${e.node}</div><div><a href="${url_for(e.url)}>Establecimiento</a></div><div><a href="javascript:void(0);" onclick="clearTooltip();">Cerrar</a></div>`;
      }, 0, 0);
    });

    renderer.on("enterEdge", (e) => {
      hoveredEdge = e.edge;
      edge_data = graph.getEdgeAttributes(e.edge);
      edgeTooltip = new CustomTooltip(container);
      edgeTooltip.setTooltip({
        html: `<h4>${edge_data.net_name}</h4><div>Tipo de Red: ${edge_data.net_type_name}</div>`;
      }, e.event.x, e.event.y);
      renderer.refresh();
    });

    renderer.on("leaveEdge", ({ edge }) => {
      hoveredEdge = null;
      edgeTooltip.remove();
      renderer.refresh();
    });
  );
}

```

Figura 32: Utilización de Eventos de Sigma.js

Se ha diseñado la posibilidad de acercar y alejar la visualización del mapa, así como la opción de colocar la visualización en pantalla completa. Asimismo, se ha diseñado la función de mostrar información al pasar el cursor o seleccionar elementos (Ver Figura 33). Todo ello, con el propósito de garantizar una funcionalidad y experiencia de usuario similares a las del mapa.



Figura 33: Cajas de Información en Grafo de Redes Educacionales

Filtros

Otro aspecto importante es la implementación de filtros, los filtros se emplean para refinar los datos presentados en las visualizaciones con el fin de examinar conjuntos de datos específicos, como, por ejemplo, un establecimiento en particular, todos los enlaces de una red determinada o todos los enlaces que comparten una idea. Estos filtros se utilizan tanto en el mapa como en el grafo de redes educacionales y funcionan de forma similar en ambas vistas, compartiendo la mayoría de los filtros, aunque los detalles de la implementación varían debido a la utilización de distintas herramientas y visualizaciones.

Se utilizan dos tipos de filtros distintos. El primer tipo modifica los datos de la red utilizando un formulario que define los atributos a filtrar. El segundo tipo es un filtro visual que incluye algunas interacciones del usuario, como las mencionadas anteriormente. Este tipo de filtro no modifica los datos y simplemente oculta o resalta temporalmente algunos de los elementos.

Ambos métodos tienen sus ventajas y desventajas. El filtro del primer tipo permite el uso de múltiples filtros al mismo tiempo, incluso con filtros visuales. Además, al filtrar los datos, se pueden recalcular estadísticas con los filtros aplicados. La desventaja es que los cambios no son inmediatos, ya que es necesario recalcular los datos y recargar la red completa desde el “*backend*”, lo que puede provocar la pérdida de algunos filtros visuales (Ver Figura 34).

```
def filter_edge(n1, n2, key) -> bool:
    location_filter = True
    if G.nodes[n1]["location"] == "Valdivia":
        location_filter: Any = G.nodes[n2]["location"] == "Valdivia"
    elif (
        G.nodes[n1]["location"] == "Futrono"
        or G.nodes[n1]["location"] == "Lago Ranco"
    ):
        location_filter: Any = (
            G.nodes[n2]["location"] == "Futrono"
            or G.nodes[n2]["location"] == "Lago Ranco"
        )
    est_filter: bool = (
        G.get_edge_data(n1, n2, key).get("net_id") in est_net if est else True
    )
    net_filter: bool = (
        int(G.get_edge_data(n1, n2, key).get("net_type")) == int(net_type_form)
        if net_type_form
        else True
    )

    return all([est_filter, net_filter, location_filter])

net: Any = nx.json_graph.node_link_data(nx.subgraph_view(G, filter_edge=filter_edge))
```

Figura 34: Código Filtro de Enlaces “*Backend*”

Otra desventaja es que, al aumentar la granularidad, el usuario tiene que acceder a cada vez más menús y formularios para visualizar los datos que desea.

Por otro lado, los filtros del segundo tipo tienen la ventaja de ser más intuitivos e inmediatos, permitiendo apuntar y seleccionar los elementos que se desean ver o empleando casillas que ocultan o muestran enlaces en tiempo real. También es más fácil filtrar elementos específicos. No obstante, es difícil utilizar filtros más avanzados, ya que esto requeriría cada vez más modificadores en las acciones del usuario. Además, este tipo de filtro es temporal y no se puede guardar el estado de la red, lo que puede provocar que alguna información mostrada esté desactualizada en comparación con el estado visual actual de las redes.

Estas ventajas y desventajas de ambos tipos de filtros son la razón para implementar ambas opciones. Se espera que se complementen y se utilicen ambos tipos según la situación lo amerite y el tipo de usuario que esté utilizando el sistema (ver Figura 35).

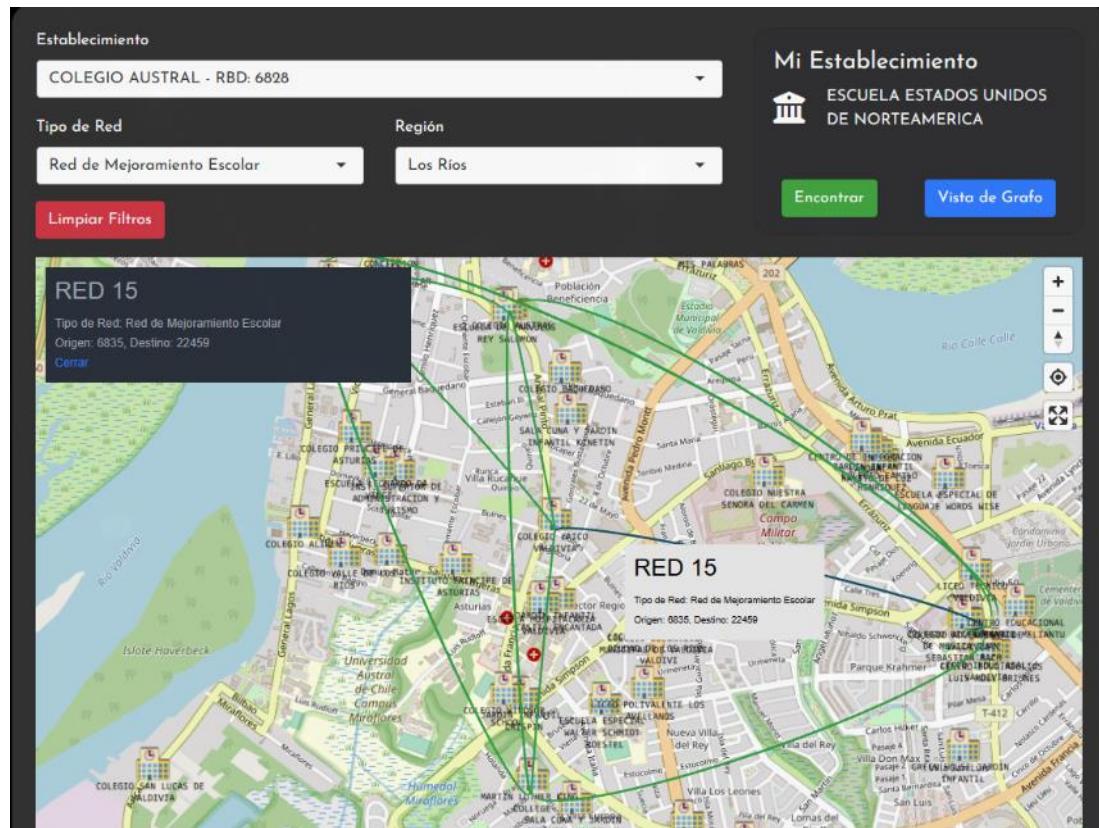


Figura 35: Filtros en Mapa de Redes Educativas

Formulario de Contacto

Se podría decir que el contacto entre establecimientos, entre personas y establecimientos o entre personas es el objetivo final de este proyecto y uno de los principales de REDflexiva. Este objetivo se presenta como una oportunidad para generar posibilidades de colaboración en base a todas las herramientas de diagnóstico y análisis presentadas hasta el momento en todos los ambientes.

La implementación del proyecto es bastante simple. Una vez que el usuario selecciona el establecimiento en el mapa o en el grafo de redes educacionales, es redireccionado a un formulario que proporciona información básica disponible sobre el establecimiento con el cual desea contactar. Además, se le solicita al usuario que detalle los temas de mayor interés de su comunidad y los agentes con los cuales le gustaría relacionarse. Finalmente, se incluyen dos cajas de texto en donde se le pide al usuario que detalle la razón del contacto y el mensaje que desea enviar al establecimiento seleccionado (Ver Figura 36).

Una vez que el usuario envía el formulario, se guarda información de identificación de la persona que realiza el contacto, su establecimiento, la razón y el mensaje en la base de datos. Posteriormente, se utilizan funciones básicas de Flask y su extensión Flask-Mail para enviar un correo con el mensaje al establecimiento seleccionado, incluyendo la información de contacto del usuario.

La comunicación por correo electrónico restante queda abierta para los usuarios contactados. Una vez completada esta interacción y finalizado el contacto en esta plataforma, se redirecciona nuevamente al usuario a la página de inicio de REDflexiva.

Nombre del Establecimiento	Codigo RBD	Dígito Verificador RBD		
JARDIN INFANTIL CASITA ENCANTADA	22172	4		
Región	Comuna	Dirección	Número	Niveles de Educación del Establecimiento
Los Ríos	Valdivia			Educación Parvularia
Temas de Interés				
Tema 1	Tema 2	Tema 3		
Expectativas de Relación				
Agente 1	Agente 2	Agente 3		
¿Por qué quieres comunicarte con este Establecimiento?				
Mensaje				
<input type="button" value="Enviar"/>				

Figura 36: Formulario de Contacto de Establecimientos

Integración con REDflexiva

En cuanto a la implementación, la integración de la plataforma de posibilidades con el resto de REDflexiva resulta relativamente sencilla. Desde los diseños iniciales, se

concibió esta plataforma como un entorno separado, lo que permitió dejar un espacio destinado a acceder a ella y mantener la interacción con los demás entornos en un nivel mínimo, solamente cargando los datos ya almacenados.

Para acceder al entorno de posibilidades desde REDflexiva, es necesario dirigirse a la página principal, en la que se presentan dos botones: uno para acceder al entorno de posibilidades y otro que invita al usuario a registrarse en REDflexiva y participar en los demás entornos (Ver Figura 37).

Además, existe una pequeña integración con el resto de REDflexiva que se refiere al sistema de autenticación, que consulta información diversa del usuario y su establecimiento.



Figura 37: Ambiente Posibilidades en Página Principal REDflexiva

Dificultades y Limitaciones

Durante el proceso de desarrollo del proyecto, se presentaron diversas dificultades internas y externas que obstaculizaron el progreso de la plataforma. Desde el inicio, surgieron contratiempos con los otros entornos de REDflexiva, los cuales sufrieron diversos retrasos debido a factores diversos. Esta situación repercutió en el diseño de la "plataforma digital para el análisis y visualización de redes en comunidades socioeducativas", ya que tuvo que esperar hasta que los otros entornos estuvieran listos para iniciar el diseño.

Incluso una vez iniciado el diseño, el pilotaje de los otros entornos de REDflexiva implicó dedicar una cantidad significativa de tiempo a su mantenimiento y modificación. Esta circunstancia limitó el tiempo disponible para el tercer entorno, lo que provocó cambios en las expectativas iniciales y en su alcance. Por tanto, se estableció un diseño más manejable para la plataforma.

Una vez iniciado el desarrollo con este diseño más limitado, surgieron nuevas dificultades en relación con algunas decisiones y la programación. Una dificultad recurrente fue la documentación de las librerías y herramientas utilizadas, ya que, en muchos casos, faltaba o estaba desactualizada, otro punto es que bibliotecas más modernas utilizadas como lo son deck.gl, graphology y sigma.js, están concentrando su uso en conjunto con otros “frameworks” como React y gestores de paquetes como npm, requiriendo soluciones alternas o no documentadas para utilizar sus funcionalidades con Javascript y HTML básico. La mayor fuente de información para remediar este problema fue el propio código, dado que la mayoría de las librerías eran de código abierto y tenían su código fuente disponible. En muchos casos, fue necesario revisarlo para entender mejor cómo funcionaba y cómo se habían implementado algunas funcionalidades para poder replicarlas.

Además, surgieron dificultades al implementar el mapa, específicamente en relación con la separación del mapa base con MapLibre GL JS y las capas con deck.gl. Aunque esto tiene ventajas en términos de mejor soporte para sus funcionalidades específicas, también genera incertidumbre sobre cuál utilizar para implementar algunas funcionalidades. Esto puede provocar incompatibilidades o limitaciones con el resto de la biblioteca. Para este proyecto, esto provocó que se tuvieran que volver a implementar algunas funcionalidades más de una vez para lidiar con estos problemas.

Sin embargo, la mayor limitación se produjo con Sigma.js. En versiones recientes, la librería fue reconstruida completamente y ya no ofrece soporte para dibujar enlaces paralelos. Esto presenta un problema para visualizar establecimientos que pertenecen a más de una red. Desafortunadamente, junto con hacer varios cambios en las versiones recientes, tampoco está disponible la documentación para las primeras versiones. Por lo tanto, utilizar versiones anteriores sería bastante difícil. Extender la librería para integrar soporte para ejes paralelos también es bastante difícil, al menos para el equipo de trabajo. Por todas estas razones, se implementaron formas alternativas de mostrar cuando un establecimiento pertenece a más de una red y se separó la visualización del grafo en dos. No obstante, esta situación probablemente seguirá siendo una limitación en el futuro.

5. VALIDACION

Para la validación de la “plataforma digital para el análisis y visualización de redes en comunidades socioeducativas” se aplicó la “escala de usabilidad del sistema” o SUS por sus siglas en inglés, una herramienta robusta y confiable para medir la usabilidad creada por John Brooke en 1986 (Brooke, 1996), SUS es una escala de Likert presenta diez afirmaciones (Ver Tabla 5) sobre la usabilidad del sistema calificándolas de uno a cinco, uno siendo totalmente en desacuerdo y cinco siendo totalmente de acuerdo. La validación se realizó aplicando la escala de validación a un número de usuarios expertos en las áreas de sistemas complejos, redes y educación, estos usuarios pasaron por tres sesiones de prueba, una totalmente guiada en donde se les indicó paso por paso lo que debían hacer, otra semi guiada en donde se les indicó algunos objetivos a cumplir, pero se les dejó en libertad respecto de cómo conseguirlos, y una última sesión en donde se les dejó libres para tomar las acciones que quieran. La escala de usabilidad se aplicó dos veces por usuario, una vez enfocándose en el mapa de redes educacionales y una vez enfocándose en el grafo de redes educacionales, con el objetivo de evaluar ambas visualizaciones y contrastarlas una con otra.

Tabla 5: Escala de usabilidad del sistema¹¹

No.	Pregunta	Escala				
		[Totalmente en desacuerdo]				[Totalmente de acuerdo]
1	Me gustaría usar esta herramienta frecuentemente.	1	2	3	4	5
2	Considero que esta herramienta es innecesariamente compleja	1	2	3	4	5
3	Considero que la herramienta es fácil de usar.	1	2	3	4	5
4	Considero necesario el apoyo de personal experto para poder utilizar esta herramienta	1	2	3	4	5
5	Considero que las funciones de la herramienta están bien integradas	1	2	3	4	5
6	Considero que la herramienta presenta muchas contradicciones	1	2	3	4	5
7	Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar esta herramienta rápidamente	1	2	3	4	5
8	Considero que el uso de esta herramienta es tedioso	1	2	3	4	5
9	Me sentí muy confiado al usar la herramienta	1	2	3	4	5
10	Necesité saber bastantes cosas antes de poder empezar a usar esta herramienta	1	2	3	4	5

¹¹ Sevilla-Gonzalez, M. D. R., Moreno Loaeza, L., Lazaro-Carrera, L. S., Bourguet Ramirez, B., Vázquez Rodríguez, A., Peralta-Pedrero, M. L., & Almeda-Valdes, P. (2020). Spanish Version of the System Usability Scale for the Assessment of Electronic Tools: Development and Validation. *JMIR human factors*, 7(4), e21161. <https://doi.org/10.2196/21161>

5.1 Demostración

Para realizar pruebas de la herramienta y demostrar su eficacia, fue necesario generar datos de prueba. Aunque REDflexiva experimentó un piloto inicial bastante limitado a finales del año 2022, en el cual se recopilaron aproximadamente 100 respuestas individuales de nueve escuelas, la combinación de las respuestas del ambiente ideas y comunidad no era suficiente para crear redes de ideas y agentes que utilizaran los datos de estos otros ambientes. Además, estos datos no eran suficientes para comparar estas ideas y agentes con las redes ministeriales restantes.

Antes de la generación de estos datos, se procedió a definir los establecimientos que se utilizarían para la demostración y con los cuales se generarían casos de estudio de ejemplo. Se decidió enfocarse inicialmente en establecimientos ubicados en la Región de Los Ríos, debido a la familiaridad que el equipo de trabajo tenía con esta zona en términos geográficos e información sobre los establecimientos. Posteriormente, se eligieron establecimientos de las comunas de Valdivia, Lago Ranco y Futrono. Esta selección se debió a dos razones principales: en primer lugar, los establecimientos de Valdivia representan un foco urbano, mientras que los de Lago Ranco y Futrono representan un foco de dos localidades rurales cercanas. En segundo lugar, los establecimientos de Lago Ranco y Futrono no estaban conectados a los de Valdivia por ninguna de las redes ministeriales presentes en la base de datos, lo que permitió estudiar estos dos focos por separado sin disrupir las redes existentes. En total, se seleccionaron alrededor de 200 establecimientos para generar oportunidades de análisis y visualización dentro de la plataforma. Para la selección de los datos, no se realizaron modificaciones en la base de datos, sino que simplemente se incluyeron filtros al momento de realizar la llamada al modelo de datos, al momento de generar los demás datos.

Para poder generar los datos de ideas y agentes seleccionados, se llenó la base de datos con las entradas correspondientes al ambiente de ideas y al ambiente de comunidad, simulando las respuestas de los usuarios. Para ello, se tomaron los establecimientos seleccionados y se generaron entre 10 a 20 participantes o respuestas de manera aleatoria. Esta cantidad de participantes por colegio se seleccionó debido a que fue lo que se observó en promedio con los datos del pilotaje de los otros ambientes. Luego, para cada uno de estos "participantes", se generó una selección de ideas y agentes tomando una muestra aleatoria del total de las opciones de ideas y agentes. La selección se realizó con una probabilidad basada en la distribución de una ley de poder con un α de 2.1, ya que esta estructura es común en muchos tipos de redes (Newman, M, 2003). Este criterio provoca que algunas selecciones sean más prominentes que otras y se repitan entre las respuestas, aunque no se tenga control sobre cuáles se seleccionan. Luego, estos datos se etiquetaron con un atributo nuevo en el modelo para que quede establecido que son datos de prueba y puedan ser filtrados para que no interfieran con los datos reales. Aparte de esto, mantienen la misma estructura que los datos reales, por lo que se pueden utilizar con el resto del sistema sin necesidad de modificaciones. Aunque esta selección de datos de prueba facilita la exploración de las funcionalidades en la herramienta, pueden diferir de los datos reales que se puedan obtener tanto en características, como en cantidad por lo que esta demostración no representa una prueba para el rendimiento de la herramienta. Al cargar

los datos se observaron una gran cantidad de conexiones entre las escuelas seleccionadas tanto para las redes de ideas como las redes de agentes y con una selección variada ideas y agentes más prominentes (Ver Figura 38).

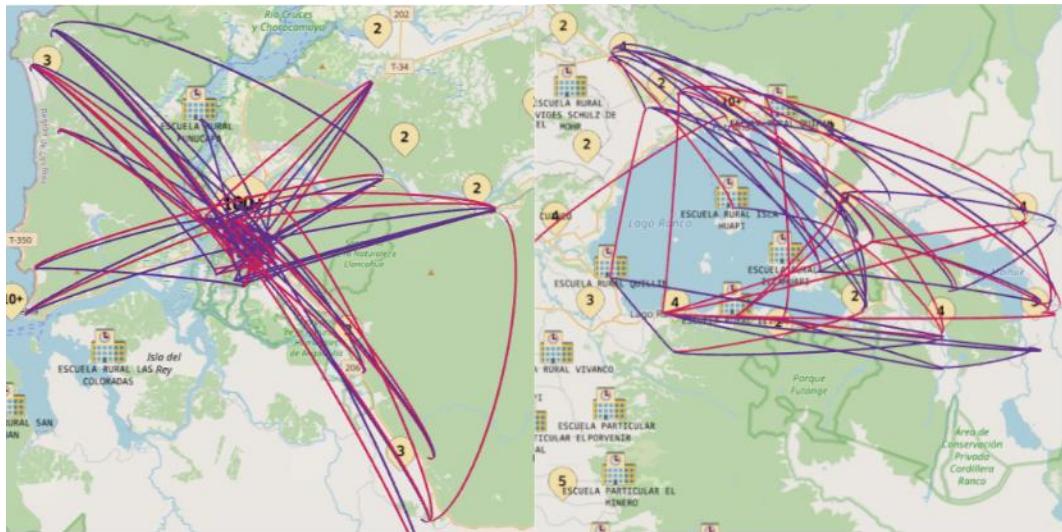


Figura 38: Redes de Ideas y Agentes generadas con datos de prueba

A partir de estos datos de prueba se fueron explorando las redes generadas en conjunto con las redes ministeriales con el objetivo de encontrar elementos de interés que puedan ser utilizados durante la demostración y que puedan demostrar la utilidad de las visualizaciones y de las herramientas como los filtros y los elementos interactivos. Estos elementos pueden ser variados como estructuras interesantes en la red, agrupaciones de establecimientos, conexiones o la falta de conexiones entre establecimientos, filtros interesantes, etc. Se puede ver una selección de estos elementos en la Figura 39.

A continuación, se utilizaron estos elementos para confeccionar la guía para la prueba de validación. Como se mencionó anteriormente, consiste en tres etapas de prueba, una guiada, una semi-guiada y una libre. Para la etapa guiada se les pide a los usuarios participantes que sigan una serie de pasos bastante detallados en los que utilizan gran parte de las funcionalidades de la herramienta para cumplir con una serie de objetivos, intentando hacer un recorrido que abarque el mayor alcance de la herramienta. Para la etapa semi-guiada se les pidió a los usuarios participantes encontrar distintos elementos en el mapa y cumplir algunos objetivos por su cuenta con un límite de tiempo, utilizando lo que aprendieron durante la etapa guida. Luego en la etapa libre se les dio unos minutos para que exploren la herramienta de manera libre y entreguen cualquier retroalimentación que hayan tenido hasta el momento, los pasos de cada una de estas etapas se pueden ver en su totalidad en el Anexo C.

Finalmente, luego de pasar por la prueba de validación se les aplicó la encuesta SUS a los participantes. Los resultados de la encuesta se discutirán en la sección siguiente.

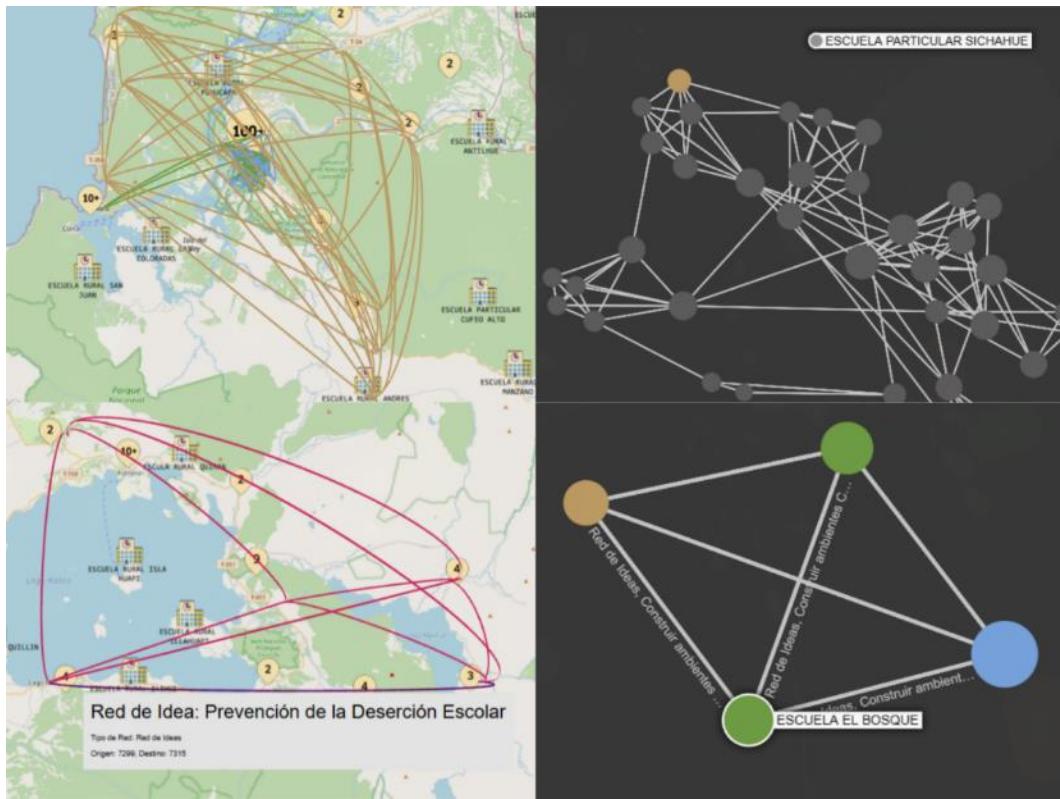


Figura 39: Elementos de Interés en las Redes

5.2 Resultados

La encuesta SUS fue aplicada a cinco personas, luego de haber pasado por el ejercicio de prueba. Algunas de ellas tienen experiencia en el área de redes, otras tienen experiencia en educación, y algunas en ambas. Se puede ver la lista de personas encuestadas en la Tabla 6. Las respuestas en si se ingresaron de manera anónima.

Tabla 6: Personas participantes en encuesta SUS

Nombre	Organización	Rol
Iván Oliva	Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red	Jefe Línea de Redes, Complejidad y Territorio
Harold Dupuis	Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red	Coordinador Línea de Redes, Complejidad y Territorio
Carlos Adriazola	Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red	
Gastón Olivares	Net-Works	Desarrollador
Waldo Andacoy	Net-Works	Desarrollador

Las respuestas individuales a la encuesta SUS se pueden ver en la Tabla 7. Si analizamos de manera más detenida las respuestas, podemos destacar que en las preguntas cuatro y diez (Ver Tabla 5), hay unos puntajes bastante altos, ambas preguntas apuntan a cómo sería la usabilidad para un usuario sin experiencia previa, tanto en el uso de la herramienta en sí como conocimiento en el área de redes socioeducativas. Ambas contrastan con las

Tabla 7: Respuestas a encuesta SUS

Respuesta	Pregunta										Total	Puntaje
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	2	4	2	5	1	5	1	5	1	36	90
2	4	3	3	3	5	2	2	3	3	4	22	55
3	4	2	4	5	4	1	4	3	2	5	22	55
4	5	1	4	4	5	1	4	1	4	3	32	80
5	5	2	4	4	5	2	4	1	5	4	30	75
Desviación Estándar	0.55	0.71	0.45	1.14	0.45	0.55	1.10	1.10	1.30	1.52		

preguntas tres y siete, que también tuvieron un alto puntaje, pero esta vez de manera favorable. Esto sugiere que, aunque la herramienta tiene una complejidad para utilizarse sin experiencia previa, con la suficiente guía y contexto la complejidad se reduce. Por otro lado, la pregunta con un mayor puntaje fue la pregunta uno, esto es un buen indicio de que al menos los usuarios expertos ven un valor en la herramienta y podrían continuar utilizándola. Si nos concentramos en la desviación estándar, la pregunta diez es la mas divisiva, que habla del conocimiento previo necesario para utilizar la herramienta, esto podría explicarse por los usuarios de la prueba, con algunos participando previamente en el desarrollo REDflexiva por lo que tienen algo de experiencia, mientras que otros pertenecen a otras líneas del Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red sin mayor relación con la línea de redes o son completamente ajenos al proyecto.

Los totales y puntajes se calcularon según lo establecido en la definición del sistema SUS (Brooke, 1996), en el que se usa un algoritmo bastante simple para escalar y ponderar los resultados, por lo tanto, el puntaje no es simplemente la suma de las respuestas a cada pregunta. Para la interpretación estos resultados, hay que aclarar que, aunque el puntaje va desde 1 a 100, no es un porcentaje. Por ejemplo, un puntaje de 70 nos sugeriría que se encuentra en el percentil 70, pero en realidad está más cerca del percentil 50 con un promedio de 68 puntos, entonces la interpretación de un puntaje de 70 en la usabilidad es que es solo un poco mejor que el promedio. La mejor forma de interpretar el puntaje es convertirlo en rangos de percentiles, similar a como se ponderan las notas en una curva para calificar pruebas, tal como se puede ver en la figura 40 (Sauro, 2011).

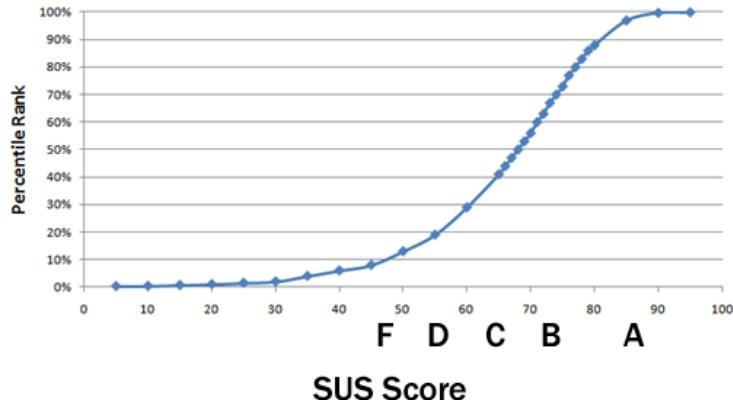


Figura 40: Curva de evaluación de puntajes SUS¹²

Aplicando esta interpretación a los resultados de la encuesta, con un puntaje promedio de 71, podemos obtener las siguientes calificaciones para cada respuesta (Ver Tabla 8).

Se puede ver que tenemos en general puntajes favorables y algunos bastante buenos para la usabilidad de la herramienta, aunque dos de los encuestados le dieron un puntaje bajo el promedio.

Tabla 8: Calificaciones de respuestas a encuesta SUS.

Respuesta	Puntaje	Calificación	Descripción	Percentil
1	90	B	Excelente	80
2	55	F	OK	40
3	55	F	OK	40
4	80	B	Bueno	60
5	75	C	Bueno	60

El mayor problema de usabilidad encontrado durante la prueba fue al momento de ver la información de las redes. Un par de usuarios pulsaron la red en vez de solo pasar el cursor por encima, entrando a inspeccionar la red y además no supieron que estaban en este modo ni cómo salir de él por su cuenta. Esto es un error bastante fácil de cometer y habla más de un problema en la herramienta que de la experiencia de los usuarios. Durante la retroalimentación surgió la idea de desaturar el color del mapa base cuando se esté inspeccionando la red (Ver Figura 41), esto le da alguna indicación al usuario de que no está en el estado normal de la interfaz y además ayuda a que la coloración de ideas y agentes durante la inspección de red se distinga mejor del resto de los elementos del mapa. Esto es algo relativamente simple de implementar con las librerías ya utilizadas y que mejoraría la usabilidad, y también puede ser utilizado en otras funciones de la herramienta.

¹² Sauro, J. (2011). Measuring usability with the system usability scale (SUS). Measuring Usability. Accedido el 2 de Abril, 2022, desde <https://measuringu.com/sus/>

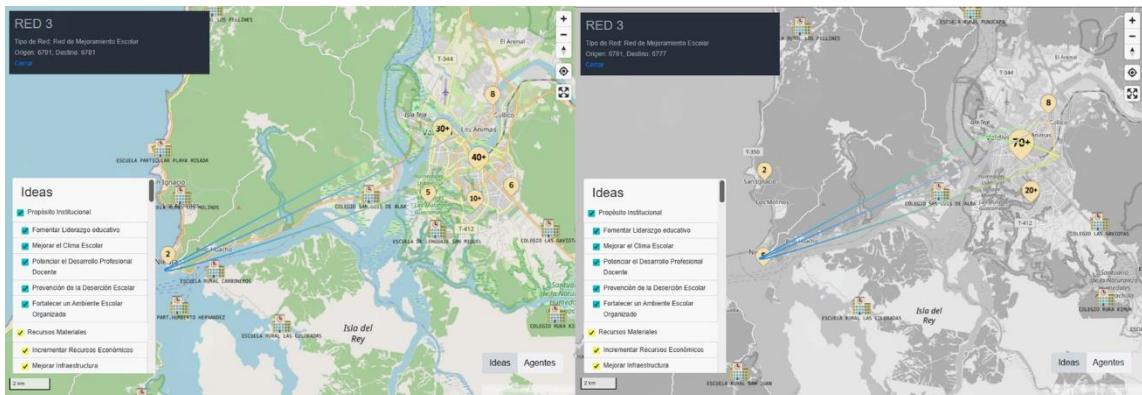


Figura 41: Desaturación del Mapa Base

De la misma forma surgieron varias otras sugerencias de mejora en otros aspectos de la herramienta, tales como unificar de mejor manera la coloración de los elementos y los filtros, mejorar la leyenda y la selección de los filtros. Para la vista del mapa además de la mejora anterior también se sugirió resaltar los establecimientos de las redes seleccionadas, mientras que para la vista de grafo se una manera de mostrar el camino más corto entre dos establecimientos y resaltar el camino.. Todas cosas que, aunque no fueron ningún impedimento para completar la prueba, sí mejorarían la usabilidad de gran manera, sobre todo para usuarios menos expertos y además no requieren de un esfuerzo mayor para implementar.

Se compilaron todas estas sugerencias en una lista y fueron implementadas todas en la herramienta una por una en un tiempo relativamente corto y sin mayor esfuerzo. Se pueden ver algunas de estas mejoras en la Figura 42.

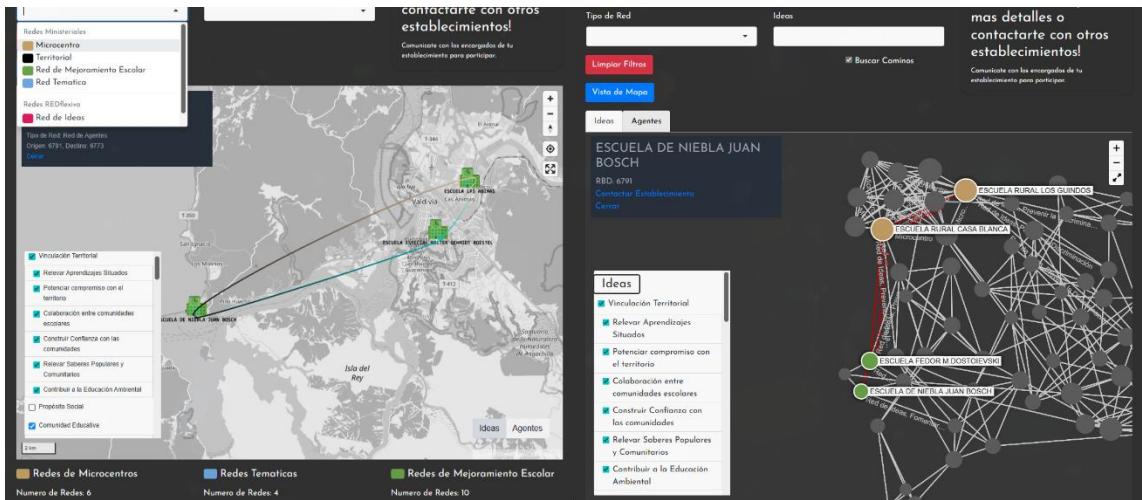


Figura 42: Mejoras de usabilidad

6. CONCLUSIONES

Este trabajo “Plataforma Digital para el Análisis y Visualización de Redes en Comunidades Socioeducativas” se enfocó en desarrollar una herramienta para comprender mejor las dinámicas de estas comunidades. La plataforma fue diseñada para ser de fácil acceso y uso, permitiendo a los usuarios cargar sus propios datos y obtener rápidamente visualizaciones y análisis de redes. Aunque la herramienta cumple con las funciones definidas inicialmente por el equipo de REDflexiva, siendo una herramienta útil para los investigadores y los actores involucrados en este tipo de comunidades, también presenta numerosas posibilidades para continuar trabajando en la creación de más herramientas para el análisis y la construcción de redes en la educación, pudiendo guiar la toma de decisiones en la planificación y ejecución de iniciativas socioeducativas. Es posible que esta plataforma ofrezca una buena base sobre la que seguir construyendo o, por qué no, que surjan otros sistemas externos a esta herramienta y a REDflexiva.

Se describió la estructura y funcionamiento del sistema educativo en Chile, la situación actual de las redes educativas, cómo estas encajan en el sistema educativo, sus propósitos y cómo funcionan, estableciendo el contexto en el que se desarrolla la herramienta y las posibilidades para seguir trabajando en ellas.

La creciente importancia de las comunidades socioeducativas y su impacto en el desarrollo social y educativo ha llevado a la necesidad de comprender mejor la estructura y las dinámicas que las rigen. En este sentido, el análisis de redes sociales se ha consolidado como una herramienta útil para el estudio de las relaciones que se establecen entre los actores de estas comunidades.

Se integró la herramienta en la plataforma REDflexiva, dejándola disponible para todos los usuarios de esta plataforma y de tal forma que se siga alimentando de datos producidos en el resto de la plataforma, así también proveyendo la base para el ultimo modulo faltante de la plataforma. A pesar de haber tomado precauciones previas al desarrollar REDflexiva, varias decisiones tomadas previamente en el proyecto afectaron directamente el desarrollo de esta herramienta. Si bien siempre se tuvieron en cuenta las necesidades de esta herramienta, también se consideraron las implicancias a futuro de aumentar la complejidad del proyecto completo en el que se integra. Por lo tanto, aunque podría haber habido formas de implementar los requisitos utilizando métodos más modernos, que hubieran requerido menos esfuerzo o podrían haber resultado en una mayor calidad, se dejaron de lado para mantener la consistencia con el resto del proyecto y permitir que otros miembros del equipo puedan seguir desarrollando esta herramienta sin una curva de aprendizaje demasiado alta.

Se realizó una demostración utilizando datos de prueba que permitieron validar las funcionalidades de la herramienta, su efectividad, usabilidad y rendimiento, frente un grupo de usuarios expertos, esto permitió analizar los puntos débiles de la herramienta y realizar mejoras en base a estos. La demostración también permitió observar que las redes ministeriales son bastante rígidas en cuanto a su formación por criterios territoriales, temáticos, etc. también ligados al sistema jerárquico con el que está organizado educación

en Chile, restringiendo de alguna manera la formación o cambios en los enlaces y en la estructura de la red de manera orgánica. El propósito de las redes definidas por el MINEDUC puede coincidir o divergir con las intenciones y proyecciones de cada establecimiento y sus equipos de trabajo. La visualización de esta situación parece ser uno de los propósitos más útiles que podría servir REDflexiva, aunque al momento de la realización de este trabajo se carece de la participación e información necesaria con la que realizar un estudio y profundizar más en las idiosincrasias de estas comunidades y relaciones.

En el futuro cercano, el trabajo en esta plataforma continuará, ahora como el módulo “posibilidades” de REDflexiva, se seguirá trabajando en mejoras e iterando constantemente en conjunto con los otros módulos, en gran parte con el mismo equipo de trabajo dentro de la Línea de Redes, Complejidad y Territorio del Centro de Liderazgo Educativo. En este proceso se espera que los otros módulos de REDflexiva continúen obteniendo más datos con los que pueda realizar un estudio de las redes en un escenario real. En este camino también se esperan nuevos desafíos, se sabe que el prototipo en su estado actual puede presentar problemas de escalabilidad, ya que aunque funcionó de manera eficiente, la selección de datos para la demostración fue bastante acotada y puede que a futuro la cantidad de datos reales sea mucho mayor, por otro lado, expandir la herramienta hacia cada vez más integrantes de la comunidad educativa expondrá aún más los problemas de usabilidad actuales, en cuanto a la necesidad de guía e inducción para el uso efectivo de la herramienta. El equipo ya se encuentra trabajando en soluciones y mejoras con el objetivo de lograr una herramienta cada vez más eficiente y útil para la comunidad educativa.

7. REFERENCIAS

- Agile Alliance. Accedido el 2 de diciembre, 2022, desde <https://www.agilealliance.org>.
- Ahumada, L., González, A. & Pino, M. (2016). ‘Redes de Mejoramiento Escolar: ¿Por qué son importantes y cómo las apoyamos?’ Documento de Trabajo No. 1. LIDERES EDUCATIVOS, Centro de Liderazgo para la Mejora Escolar: Chile.
- Ahumada, L., Lagos, A., Pino-Yancovic, M. y González, A. (2019). Informe de evaluación sobre el funcionamiento de las Redes de Mejoramiento Escolar del Ministerio de Educación. Informe Técnico N° 4. LIDERES EDUCATIVOS, Centro de Liderazgo para la Mejora Escolar: Chile.
- Ayeva, K. y Kasampalis, S. (2018). Mastering Python Design Patterns: A guide to creating smart, efficient, and reusable software, 2nd Edition (2nd. ed.). Packt Publishing.
- Azorín, C., & Muijs, D. (2018). Redes de colaboración en educación. Evidencias recogidas en escuelas de Southampton. *Profesorado. Revista de Curriculum y Formación Del Profesorado*, 22, 7–27.
<https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7845>
- Brandes, U., Kenis, P., Raab, J., Schneider, V., & Wagner, D. (1999). Explorations into the visualization of policy networks. *Journal of Theoretical Politics*, 11(1).
<https://doi.org/10.1177/0951692899011001004>
- Brooke, J. (1996). SUS -A quick and dirty usability scale Usability and context. *Usability Evaluation in Industry*, 189(194), 4–7.
- Centro de Liderazgo Educativo para la Mejora en Red +Comunidad (2021), Brochure mas comunidad. Accedido el 20 de noviembre, 2022, desde
https://centromascomunidad.cl/wp-content/uploads/2021/08/BROCHURE_MAS_COMUNIDAD-2021.pdf
- Chen, X. J., & Xue, C. Q. (2018). Network visual exploration for the cooperation map of courses in different major curricula. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 18(6).
<https://doi.org/10.12738/estp.2018.6.187>
- Cohn, M. (2004). User Stories Applied: For Agile Software Development. Boston: Addison-Wesley.
- Delors, J. (1996.): “Los cuatro pilares de la educación” en La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103.
- Dzhurov, Y., Krasteva, I., y Ilieva, S. (2009). Personal Extreme Programming—An Agile Process for Autonomous Developers. International Conference on Software, Services & Semantic Technologies, August 2016.
- Garbanzo-Vargas, G. M. (2015). Desarrollo organizacional y los procesos de cambio en las instituciones educativas, un reto de la gestión de la educación. Revista Educación, 40(1), 67–87. <https://doi.org/10.15517/revedu.v40i1.22534>
- Hadfield, M., Jopling, M., Noden, C., O’Leary, D. y Stott, A. (2006). What does the existing knowledge base tell us about the impact of networking and collaboration? A review of network-based innovations in education in the UK, Nottingham, UK: National College for School Leadership.
- Hajjhussein, H., Ahmad, A.-M., Tlais, S., Rahal, Z., Muhieddine, A., & El-Bazzal, Z. (2019). Interactive Visualization Models for Mapping and Presenting Educational Data.

- Kools, M., & Stoll, L. (2016). What Makes a School a Learning Organisation? En *OECD Education Working Papers* (Issue 137).
- Ley N° 17.301. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 22 de abril de 1970.
- Ley N° 20.370. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 02 de jul de 2010.
- Ley N° 20.529. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 27 de ago de 2011.
- Ley N° 20.845. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 08 de jun de 2005.
- Ley N° 21.040. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 24 de nov de 2017.
- Lieberman, Ann. (2000). Networks as Learning Communities: Shaping the Future of Teacher Development. *Journal of Teacher Education - J TEACH EDUC.* 51. 221-227. 10.1177/0022487100051003010.
- Lin, N. (2001). *Social Capital: A Theory of Social Structure and Action*. Cambridge University Press. <https://books.google.cl/books?id=KJqOngEACAAJ>
- MINEDUC (2016). Orientaciones para el apoyo técnico-pedagógico al sistema escolar. Santiago: División de Educación General, Ministerio de Educación de Chile
- Moolenaar, N. M., Sleegers, P. J. C., Karsten, S., & Daly, A. J. (2012). The social fabric of elementary schools: A network typology of social interaction among teachers. *Educational Studies*, 38(4). <https://doi.org/10.1080/03055698.2011.643101>
- Muijs, D., Ainscow, M., Chapman, C., & West, M. (2011). Collaboration and Networking in Education. En *Collaboration and Networking in Education*. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0283-7>
- Muijs, D., West, M., & Ainscow, M. (2010). Why network? Theoretical perspectives on networking. *School Effectiveness and School Improvement*, 21(1), 5–26. <https://doi.org/10.1080/09243450903569692>
- Nahapiet, J., & Ghoshal, S. (1998). Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage. *The Academy of Management Review*, 23. <https://doi.org/10.2307/259373>
- Newman, M. (2010). Networks: An Introduction. En *Networks: An Introduction*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>
- Newman, M. E. J. (2003). The structure and function of complex networks. In *SIAM Review* (Vol. 45, Issue 2). <https://doi.org/10.1137/S003614450342480>
- Nooteboom, B. (2004). *Inter-firm Collaboration, Learning and Networks: An Integrated Approach*. Routledge. <https://books.google.cl/books?id=zRWuBS-s8a0C>
- Ortega, L., Boda, Z., Treviño, E., Arriagada, V., Gelber, D., & Escribano, M. del R. (2020). The centrality of immigrant students within teacher-student interaction networks: A relational approach to educational inclusion. *Teaching and Teacher Education*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103126>
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1972). *The Psychology Of The Child*. Basic Books. <https://books.google.cl/books?id=VR1btAEACAAJ>
- Pallets (2022), Design Decisions in Flask, Accedido el 09 de diciembre, 2022, desde <https://flask.palletsprojects.com/en/2.2.x/design/>

- Python Software Foundation. (2003). PEP 333 - Python Web Server Gateway Interface v1.0. Accedido el 19 de abril, 2023 desde <https://www.python.org/dev/peps/pep-0333/>
- REDflexiva. Accedido el 14 de octubre, 2022, desde <http://www.redflexiva.cl>.
- Manual para el manejo de sistema REDflexiva, Accedido 10 de noviembre, 2022, desde <https://redflexiva.cl/manual>.
- Sauro, J. (2011). Measuring usability with the system usability scale (SUS). *Measuring Usability*. Accedido el 2 de Abril, 2022, desde <https://measuringu.com/sus/>
- Schöttler, S., Yang, Y., Pfister, H., & Bach, B. (2021). Visualizing and Interacting with Geospatial Networks: A Survey and Design Space. *Computer Graphics Forum*, 40(6). <https://doi.org/10.1111/cgf.14198>
- Sliwka, A. (2003). Networking for Educational Innovation: A Comparative Analysis. In OECD (Hrsg.), *Networks of Innovation – Towards New Models for Managing Schools and Systems* (S. 49-65). Paris: OECD: Schooling for Tomorrow Series.
- UNESCO, El derecho a la educación. Accedido el 27 de noviembre, 2022, desde <https://www.unesco.org/es/education/right-education>
- Unwin, A. (2020). Why is Data Visualization Important? What is Important in Data Visualization? *Harvard Data Science Review*.
<https://doi.org/10.1162/99608f92.8ae4d525>
- Urbina, C., López, V., & Villalobos, J. (2018). Improving relationships by using sociograms at school: A study of Chilean schools. *Perfiles Educativos*, 40, 83–100.
- Villarroel, T. (2021). La realidad de los colegios particulares subvencionados. La Tercera. Accedido el 17 de octubre 2022, desde <https://www.latercera.com/opinion/noticia/la-realidad-de-los-colegios-particulares-subvencionados/EVGB23ZW55H7LA547H5KT4CY6I/>.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
<https://books.google.cl/books?id=u2PP6b0ddtoC>
- Woodland, R. H., Douglas, J., & Matusczak, D. (2021). Assessing organizational capacity for diffusion: A school-based social network analysis case study. *Evaluation and Program Planning*, 89.
<https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.101995>
- Woodland, R., & Mazur, R. (2018). Examining capacity for “cross-pollination” in a rural school district: A social network analysis case study. *Educational Management Administration & Leadership*, 47, 174114321775107.
<https://doi.org/10.1177/1741143217751077>
- Zmuda, A., Kuklis, R., & Kline, E. (2004). Transforming Schools: Creating a Culture of Continuous Improvement. En *Transforming Schools*.
- Zoss, A., Maltese, A., Uzzo, S., & Borner, K. (2018). Network visualization literacy: Novel approaches to measurement and instruction.

8. ANEXOS

Anexo A: Tabla de Ideas

CATEGORIA IDEA	CO D	IDEA	CO D
Propósito social	01	Fomentar o potenciar acciones de inclusión de las diversidades	011
		Avanzar en equidad de género	012
		Orientar al buen vivir	013
		Prevenir la discriminación	014
		Orientar acciones desde la justicia social	015
Prácticas pedagógicas	02	Fomentar innovación educativa	021
		Fomentar la interdisciplina	022
		Propiciar el aprendizaje colectivo	023
		Mejorar evaluación y monitoreo de aprendizajes	024
		Mejorar retroalimentación de prácticas pedagógicas	025
		Potenciar la creatividad	026
Comunidad educativa	03	Incentivar la autonomía	031
		Fortalecimiento de la participación y democracia	032
		Potenciar la reflexión y el pensamiento crítico	033
		Construir ambientes colaborativas	034
		Fomentar la comunicación	035
		Cuidar la salud mental y resguardo socioemocional	036
Vinculación territorial	04	Potenciar compromiso con el territorio	041
		Relevar saberes populares y comunitarios	042
		Contribuir confianza con las comunidades	043
		Colaboración entre comunidades escolares	044
		Relevar aprendizajes situados	045
Propósito institucional	05	Fomentar un liderazgo educativo	051
		Mejorar el clima escolar	052
		Prevención de la deserción escolar	053
		Protenciar el desarrollo profesional docente	054
		Fortalecer un ambiente escolar organizado	055
		Fortalecer el sello institucional y posicionarlo	056
		Lograr mejoras en los resultados de pruebas estandarizadas	057
Recursos materiales	06	Mejorar infraestructura	061
		Incrementar recursos económicos	062
		Incorporar TIC's	063

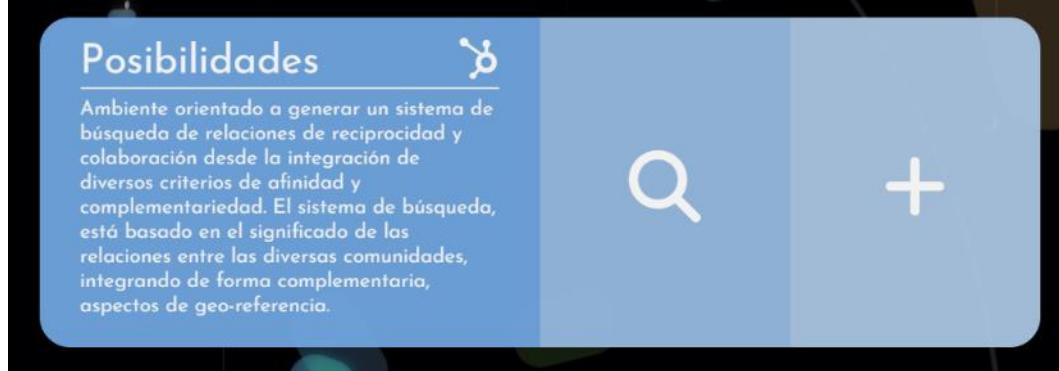
Anexo B: Tabla de Agentes

CATEGORIA AGENTES	CO D	AGENTES	COD
Red Escolar	01	Estudiantes	011
		Centro De Estudiantes	012
		Apoderadxs	013
		Centro De Apoderadxs	014
		Docentes	015
		Prof.Jefe	016
		Pie- Otros Profesionales Del Establecimiento	017
		Asistentes De La Educación	018
		Directivos	019
Asociaciones De La Sociedad Civil	02	JJ.VV	021
		Centros Comunitarios	022
		Bibliotecas Comunitarias	023
		Clubes Deportivos	024
		Organizaciones Juveniles	025
		Cooperativas	026
		Centros Culturales	027
Organizaciones Educativas	03	Establecimientos Educacionales	031
		Instituciones De Educación Superior	032
		Red De Mejoramiento Escolar O Temáticas Del Ministerio	033
Organizaciones Culturales (Institucionales)	04	Biblioteca Regional	041
		Museos	042
Organizaciones Administrativas Enfocadas A La Comunidad	05	Seremis	051
		Sostenedor	052
		Deprov	053
		Municipalidad	054
Org Enfocadas En El Cuidado De La Comunidad	06	Centros De Salud Comunitaria	061
		Jardines	062
Organizaciones Sin Fines De Lucro	07	Ong/Fundaciones	071
Organizaciones Comunicacionales Locales	08	Radios Locales	081
		Diarios Locales	082

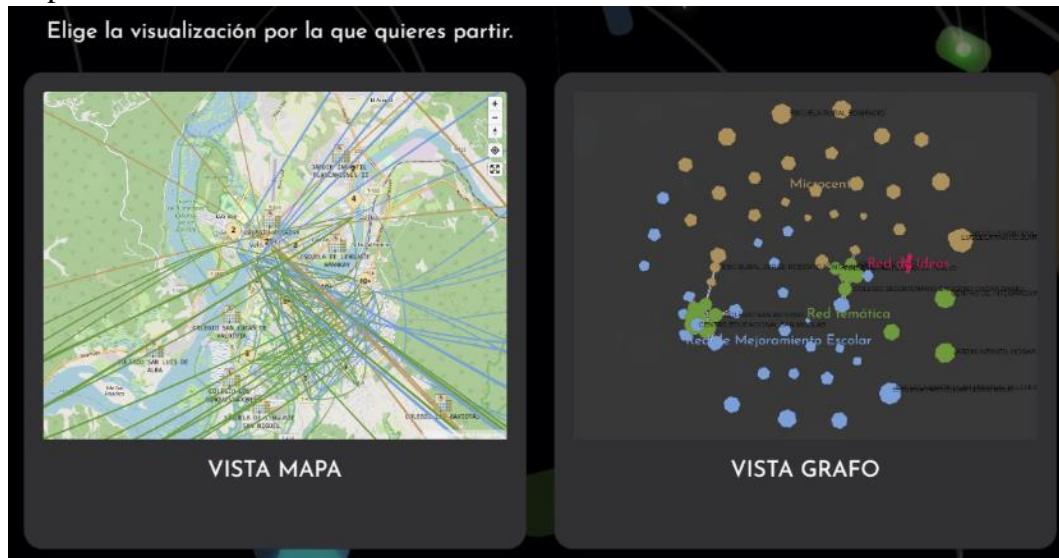
Anexo C:

Prueba Guiada

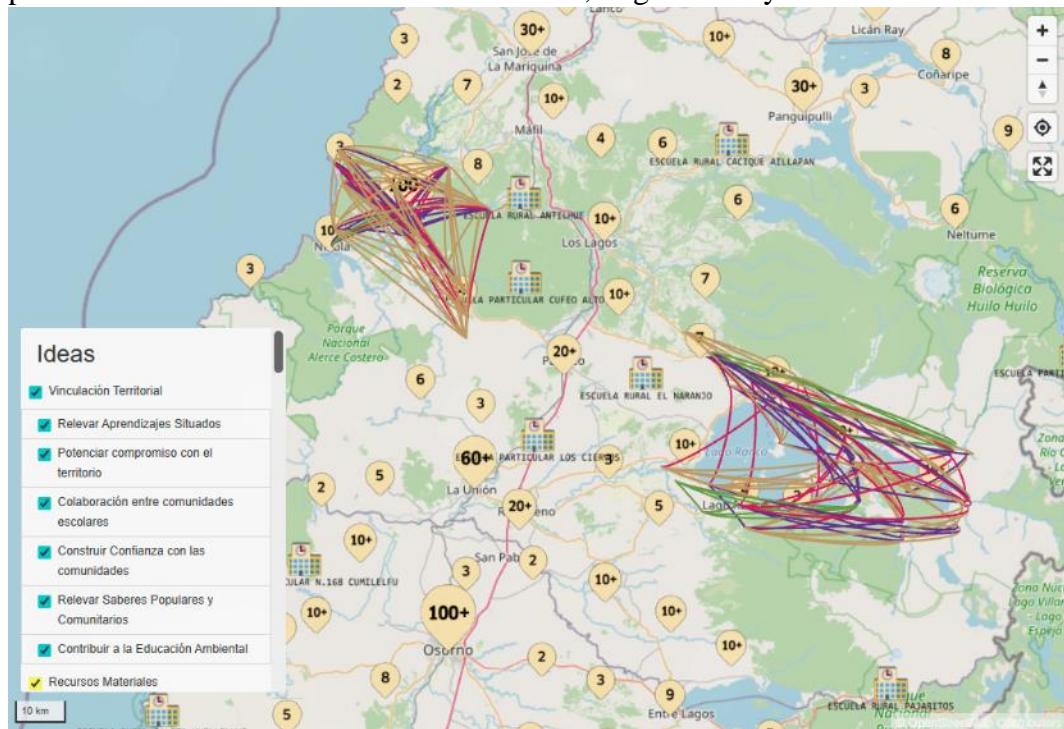
1. Ingresaremos al ambiente posibilidades utilizando el banner de posibilidades en la parte inferior de la página y presionando el ícono de lupa.



2. Partiremos con la Vista de Mapa, ingresar apretando la imagen de la visualización de mapa con el cursor.



3. Utilizar la rueda del ratón o los botones de +/ – para alejarse del mapa, hasta que se puedan visualizar todas las redes de Valdivia, Lago Ranco y Futrono.



4. Buscaremos una escuela en particular, aplicaremos filtros para no tener que lidiar con tantos enlaces a la vez. Utilizar el filtro de “Tipo de Red” en la parte superior y elegir “Red de Mejoramiento Escolar”.

Establecimiento

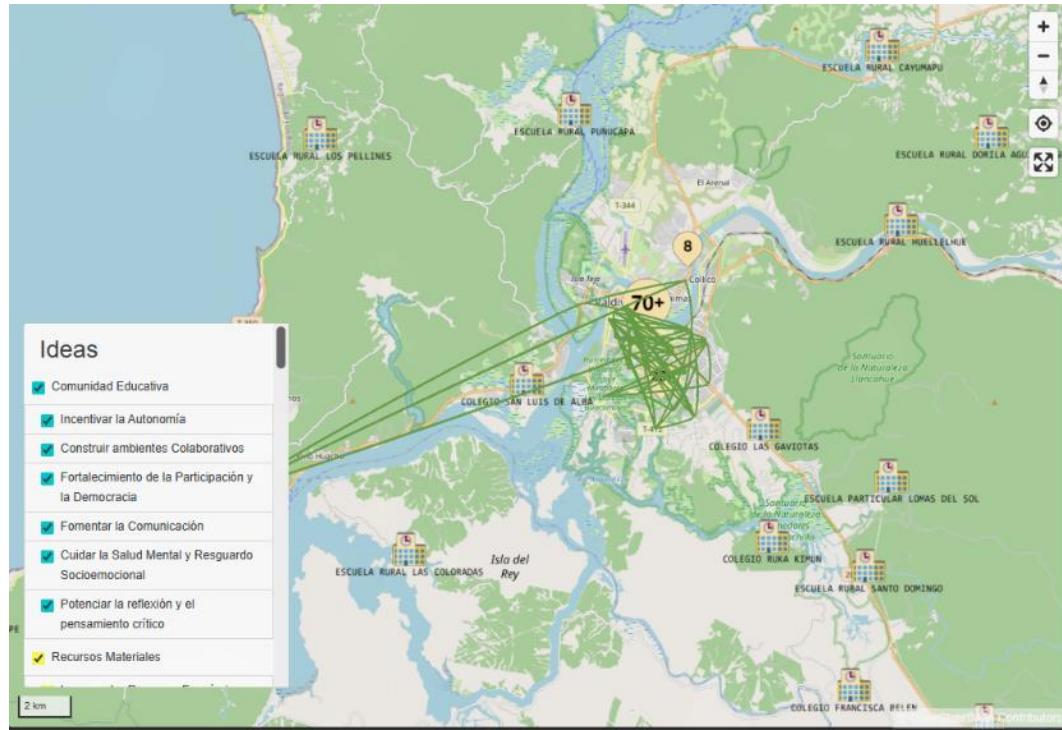
Tipo de Red

Región

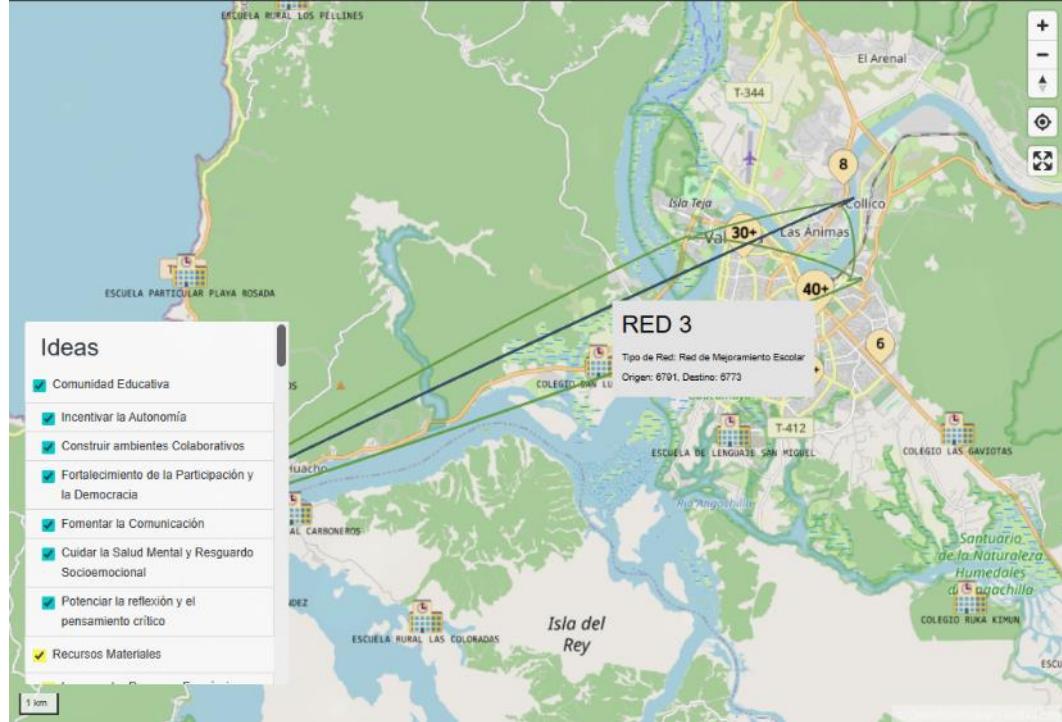
Red de Mejoramiento Escolar

- Microcentro
- Territorial
- Red de Mejoramiento Escolar
- Red Tematica
- Red de Ideas
- Red de Agentes

5. Ahora tenemos todos los enlaces de solo las “REDES DE MEJORAMIENTO ESCOLAR”. Utilizar la rueda del rato o los botones de +/– para acercarse Valdivia.



6. Nos enfocaremos en una red en particular. Vemos que hay una escuela muy separada que extiende enlaces fuera de Valdivia. Utilizar el cursor para inspeccionar las redes de mejoramiento escolar individuales y encontrar la “RED 3”.



7. Seguimos el enlace de “RED 3” a la izquierda hasta encontrar la escuela “ESCUELA DE NIEBLA JUAN BOSCH”.



8. Analizaremos un poco mas esta escuela. Apretar el boton de Limpiar Filtros.

Establecimiento

Tipo de Red

Región

Limpiar Filtros

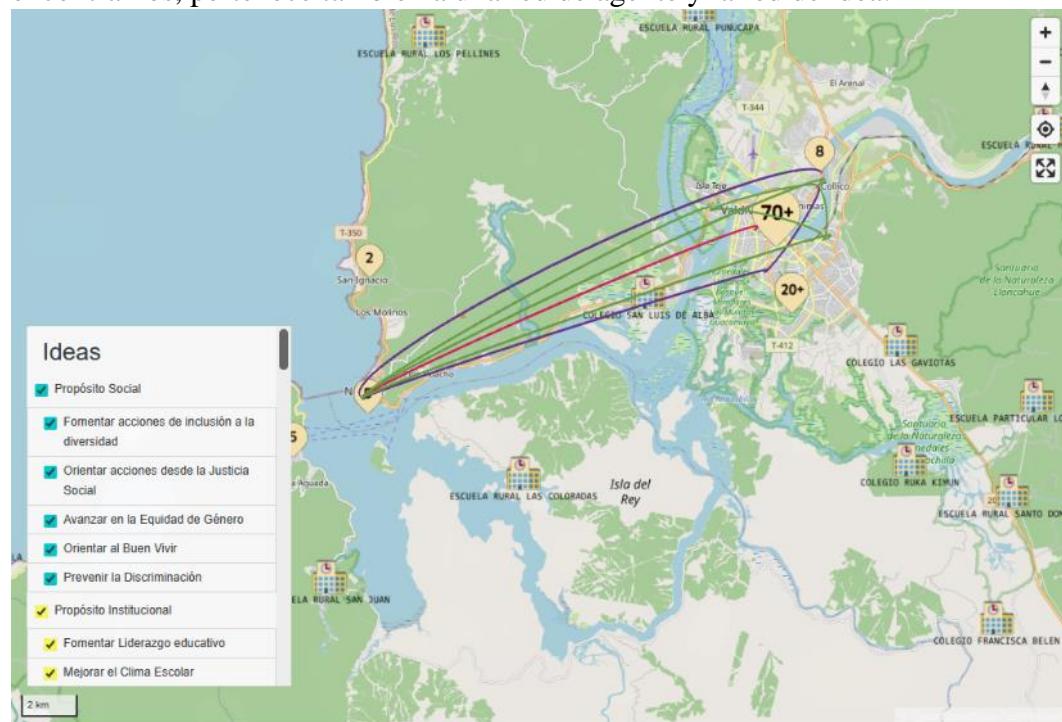
Vista de Grafo

9. Utilizar el buscador e ingresar el nombre del establecimiento de prueba “ESCUELA DE NIEBLA JUAN BOSCH” para aislar las redes y que se muestren solo las de esta escuela.

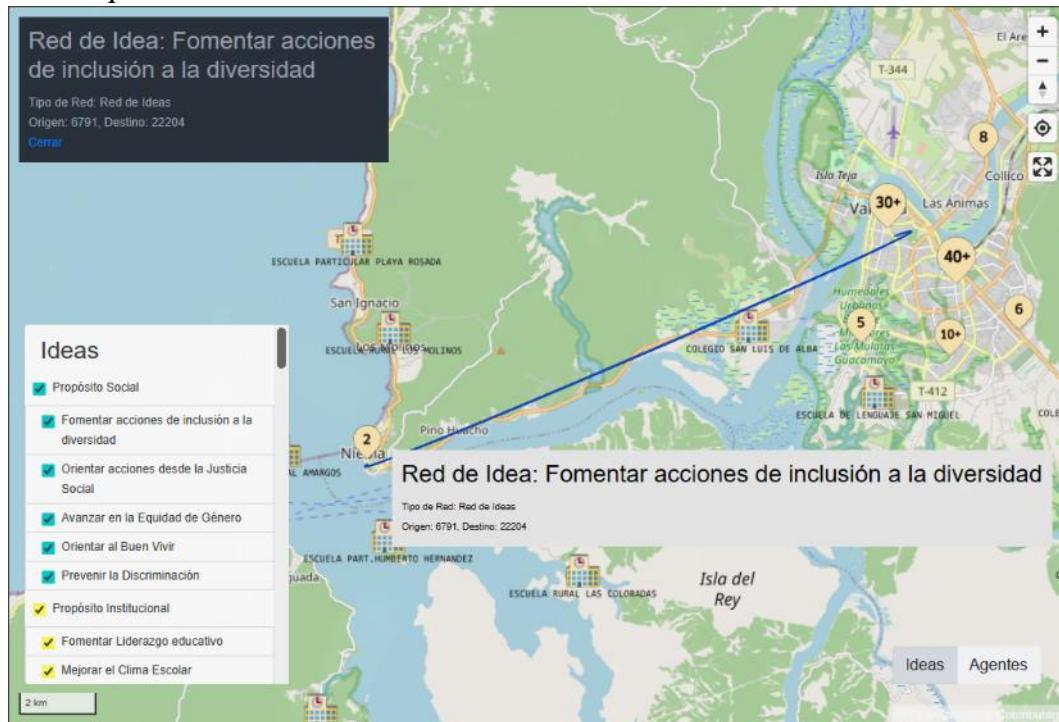
The screenshot shows a search interface with the following elements:

- Establecimiento** (Establishment) label at the top left.
- A search bar containing the text **ESCUELA DE NIEBLA**.
- Below the search bar, a result card displays the text **ESCUELA DE NIEBLA JUAN BOSCH - RBD: 6791**.
- Two dropdown menus are positioned below the result card.
- At the bottom left is a red button labeled **Limpiar Filtros** (Clear Filters).
- At the bottom right is a blue button labeled **Vista de Grafo** (Graph View).

10. Podemos ver que pertenece a la red de mejoramiento escolar con la que la encontramos, pertenece tambien a una red de agente y la red de idea.



11. Revisar el enlace de color rosado conectado a la escuela para ver que la escuela conecta con la “IDEA” “Fomentar acciones de inclusión a la diversidad”, también vemos que conecta solo con una escuela en Valdivia.



12. A continuación, exploraremos otras redes de ideas cercanas. Apretar el botón de Limpiar Filtros.

Establecimiento

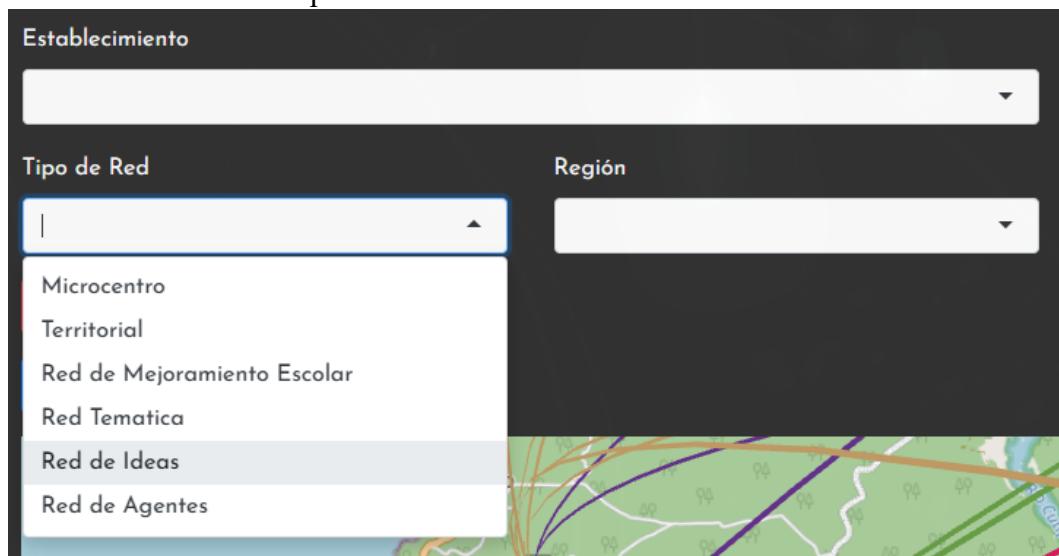
Tipo de Red

Región

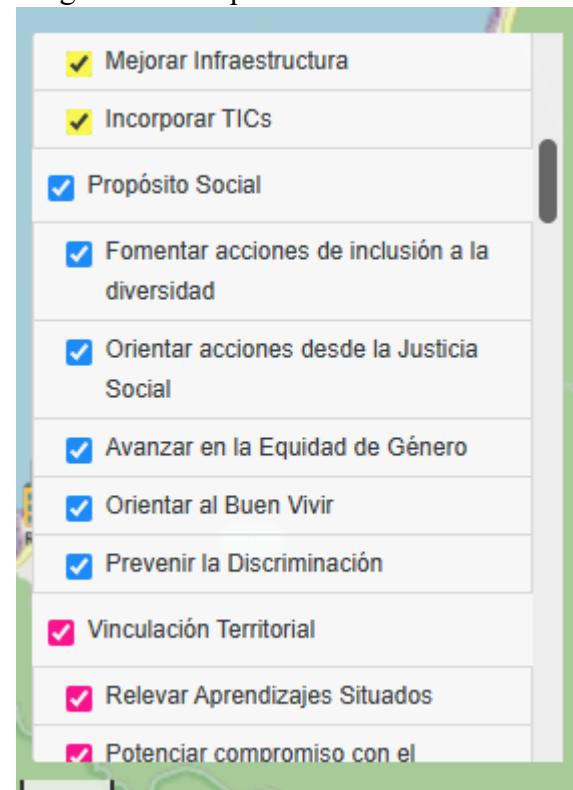
Limpiar Filtros

Vista de Grafo

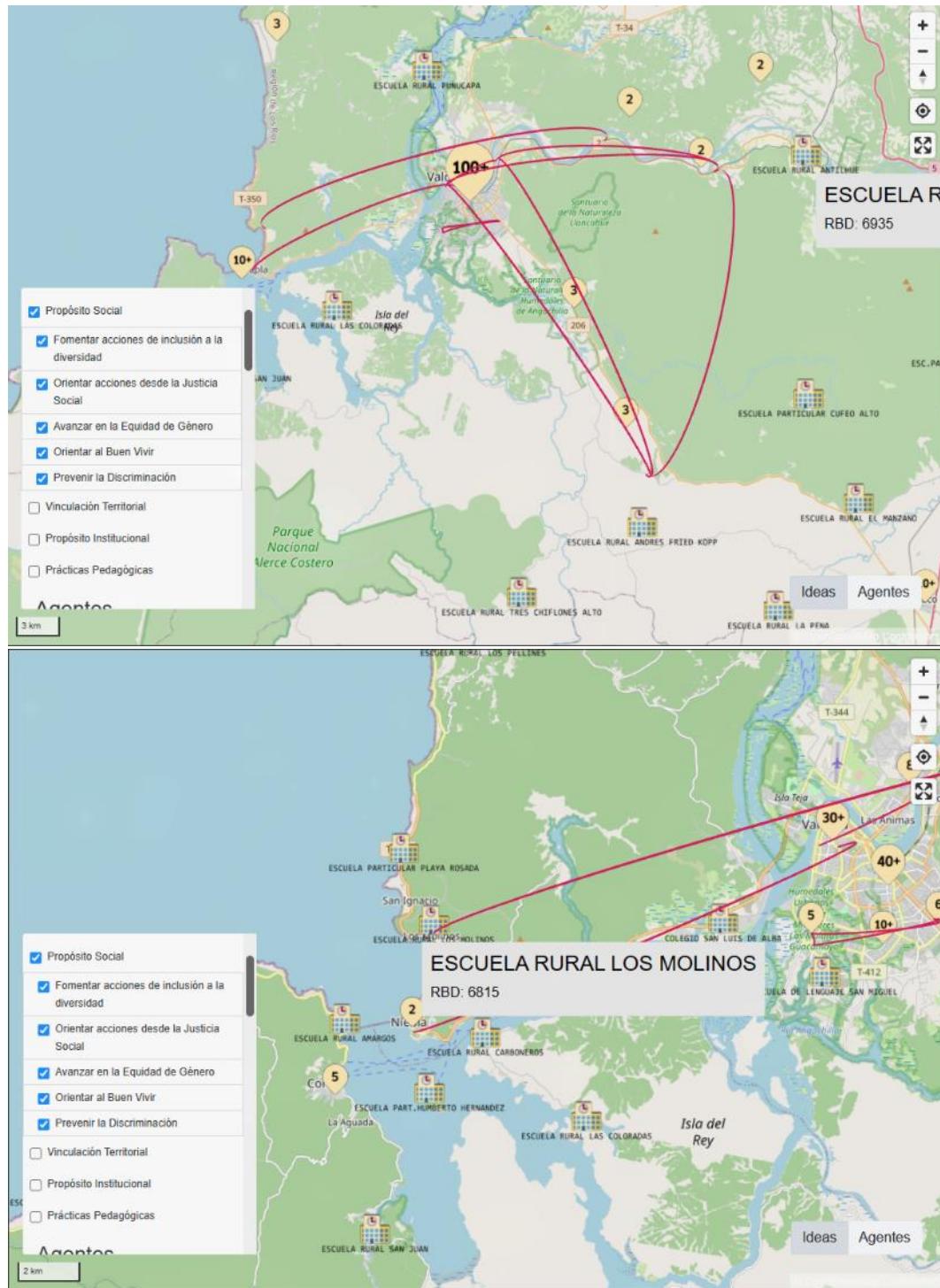
13. Cambiar el filtro de “Tipo de Red” a “Red de Ideas”



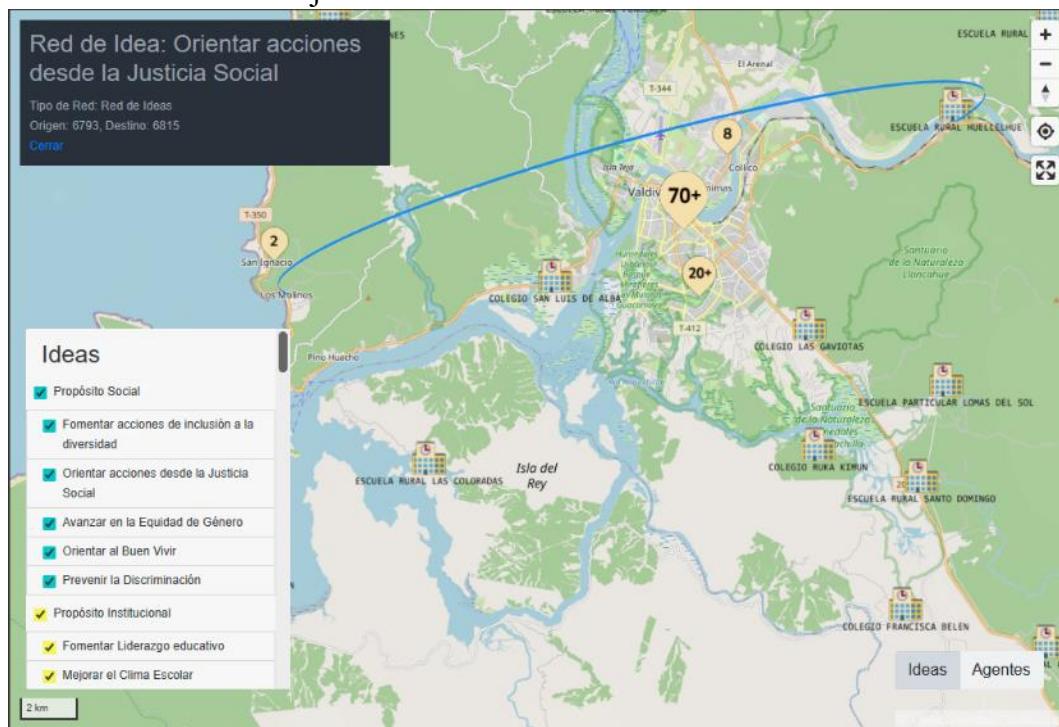
14. Revisaremos otras ideas dentro de la misma categoría, buscar “Fomentar acciones de inclusión a la diversidad” en el panel de ideas y ocultar las demás hasta dejar solo la categoría de “Propósito Social”



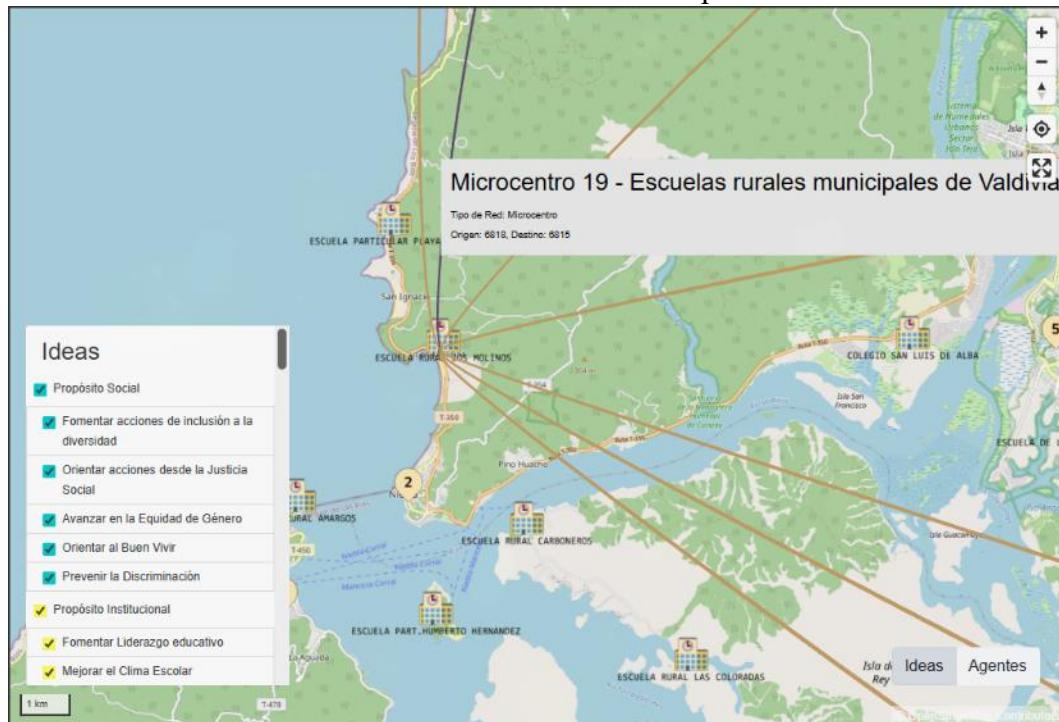
15. Podemos ver que existen otras redes de ideas en la misma categoría y podemos revisar otras escuelas cercanas en la misma categoría, aquí encontramos la escuela “ESCUELA RURAL LOS MOLINOS”.



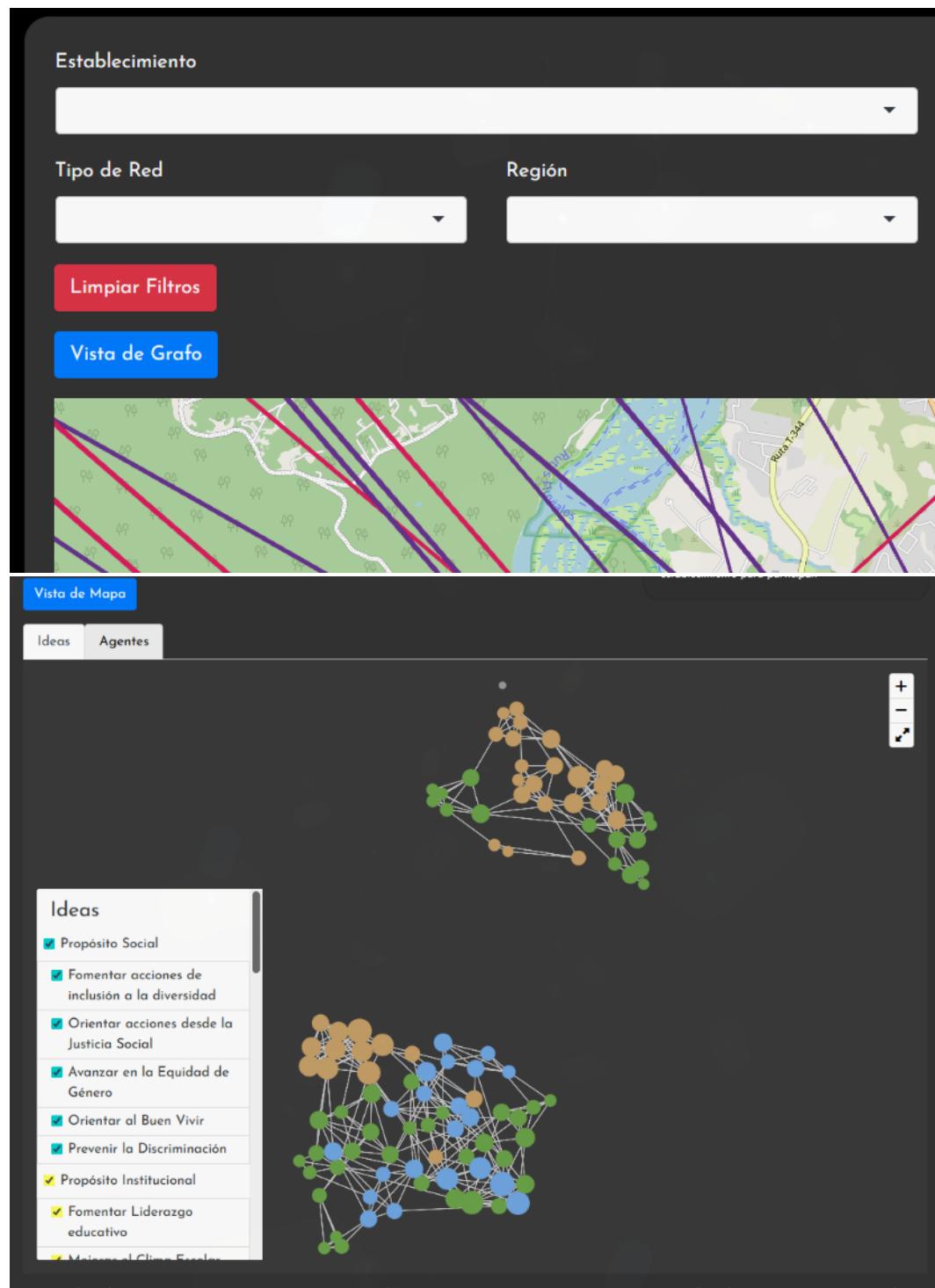
16. Podemos revisar que esta escuela está conectada en la red de idea “Orientar acciones desde la Justicia Social junto con la “ESCUELA RURAL HULLELUHUE”



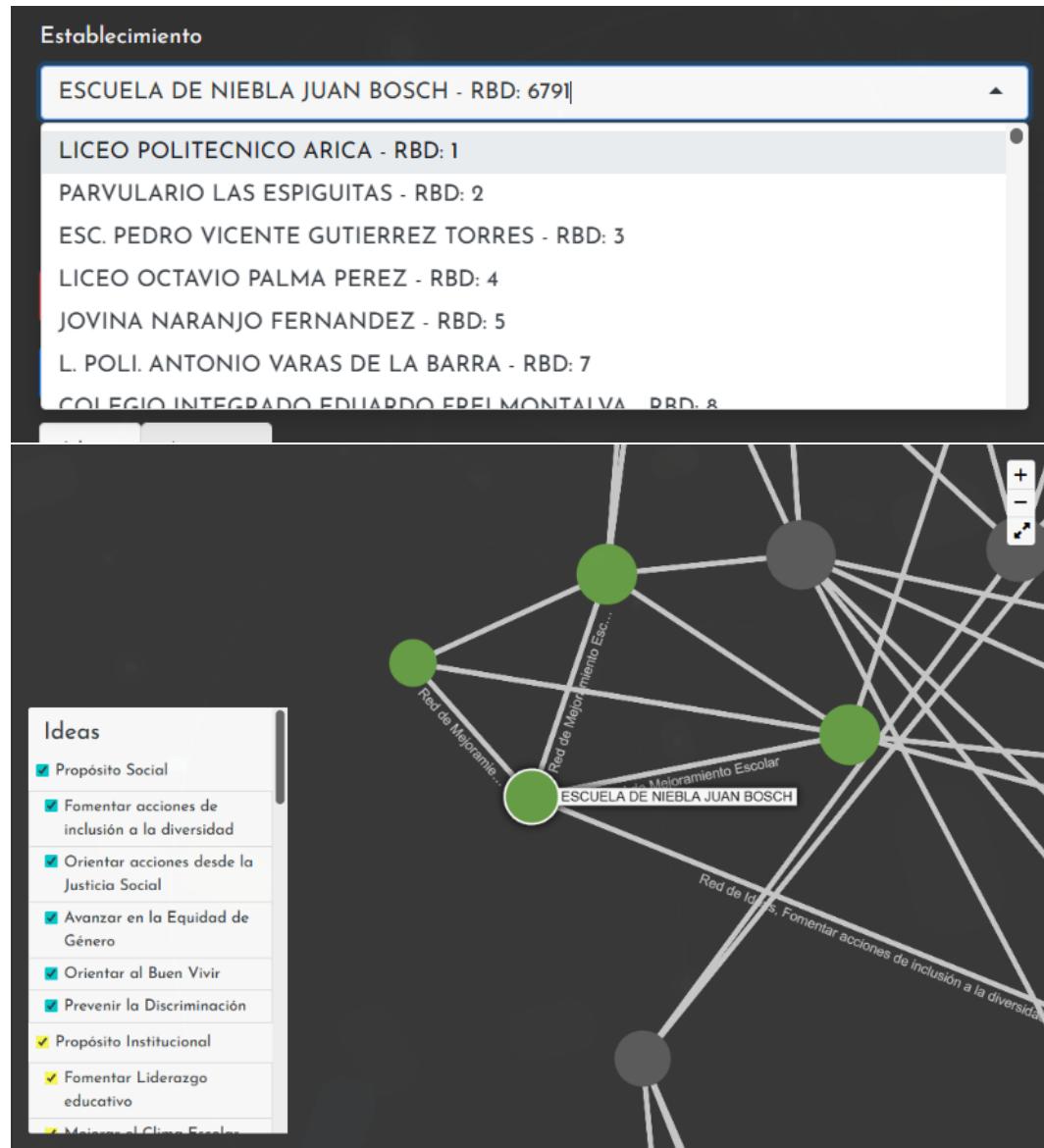
17. Si limpiamos el filtro de tipo de red también podemos revisar que pertenece la red ministerial “Microcentro 19 – Escuelas rurales municipales de Valdivia”.



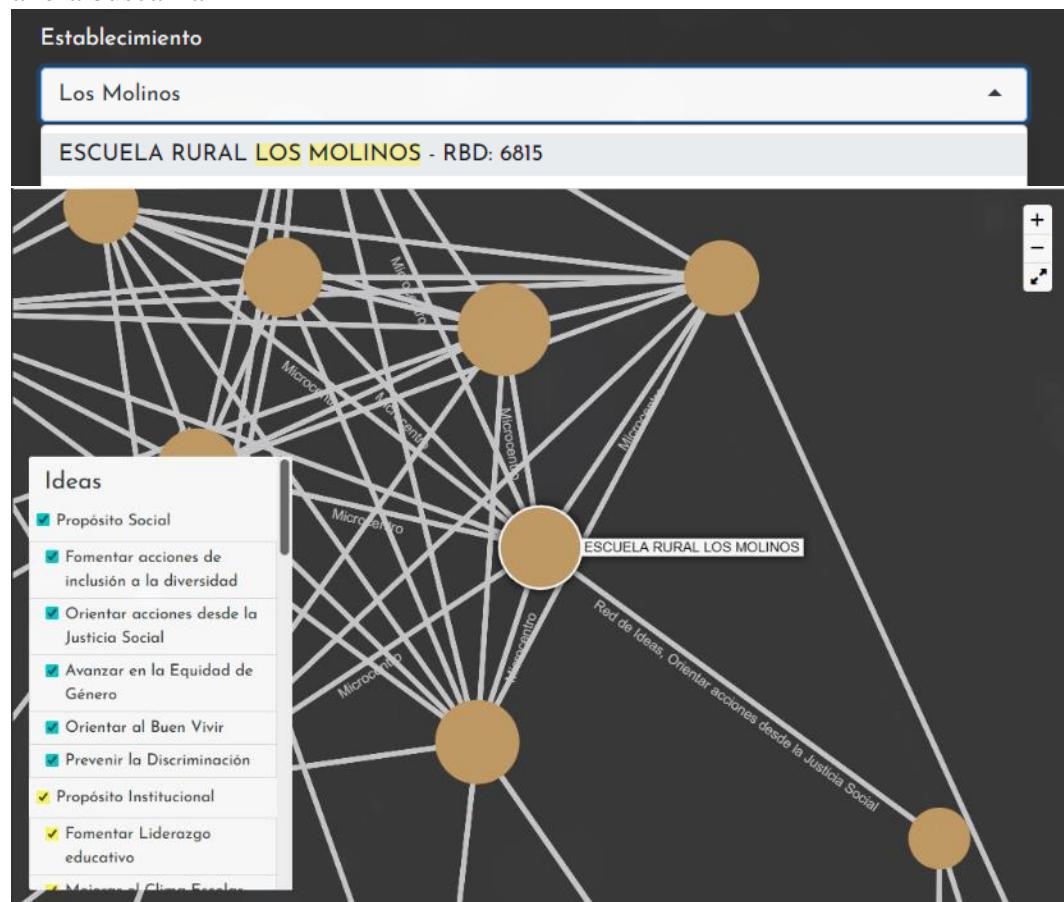
18. Ahora revisaremos si tenemos alguna forma de conectar a estas dos escuelas. Utilizaremos para esto la vista de grafo. Apretar el botón de vista de grafo para cambiar a la otra vista.



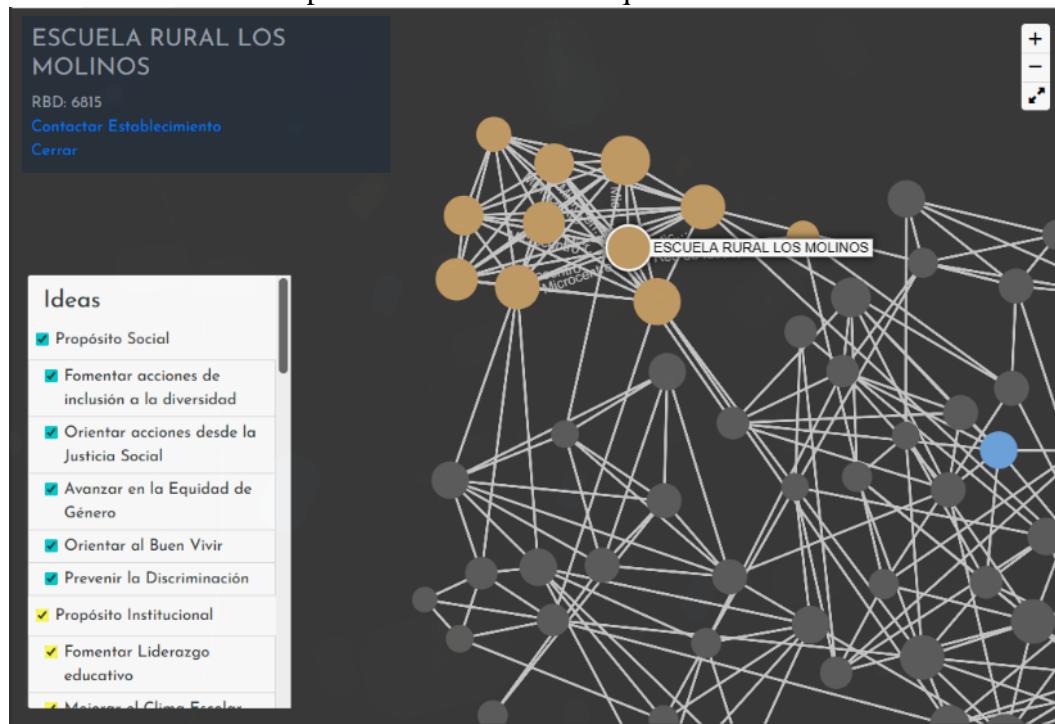
19. Una vez en la vista grafo utilizar el buscador de establecimiento para buscar la escuela “ESCUELA DE NIEBLA JUAN BOSCH”.



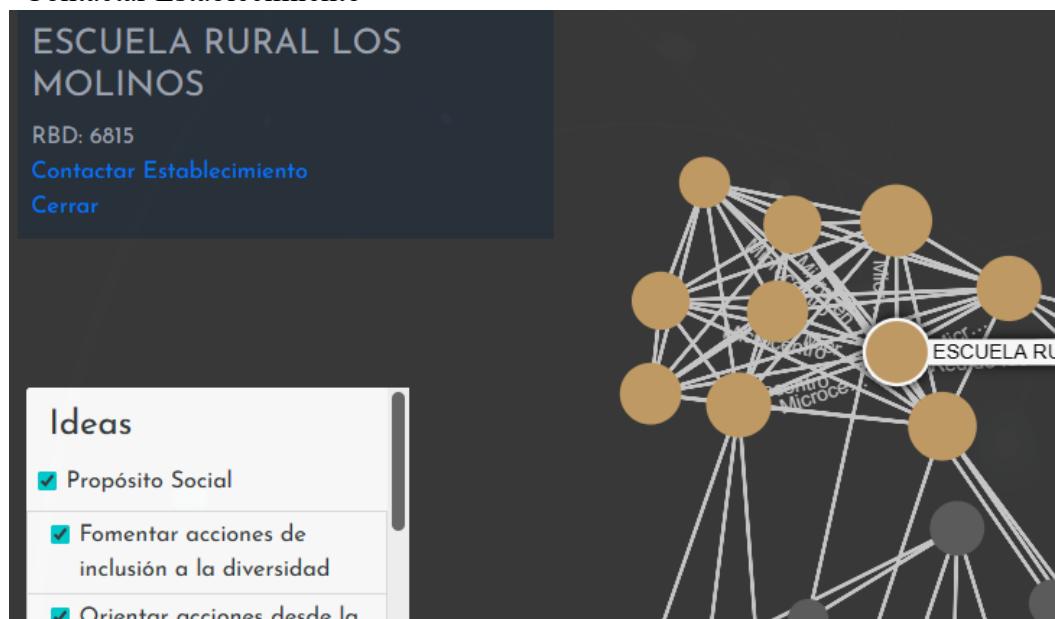
20. Recordar donde se encuentra la escuela “ESCUELA DE NIEBLA JUAN BOSCH” y ahora buscar la escuela “ESCUELA RURAL LOS MOLINOS”.



21. Buscar un camino hasta la escuela “ESCUELA DE NIEBLA JUAN BOSCH” a través de los enlaces y la otras escuelas. Podemos ver que escuelas como “LICEO SANTA MARIA DE LA BLANCA” o “ESCUELA ALEMANIA” puede conectar las redes ministeriales de microcentro y redes de mejoramiento escolar mientras que el resto de las escuelas puede conectar con cualquiera dentro de su red ministerial.



22. Para finalizar enviaremos un mensaje a la escuela “ESCUELA RURAL LOS MOLINOS” para comunicarnos sobre nuestros propósitos similares. Seleccionar la escuela “ESCUELA RURAL LOS MOLINOS” utilizando el puntero y luego apretar “Contactar Establecimiento”

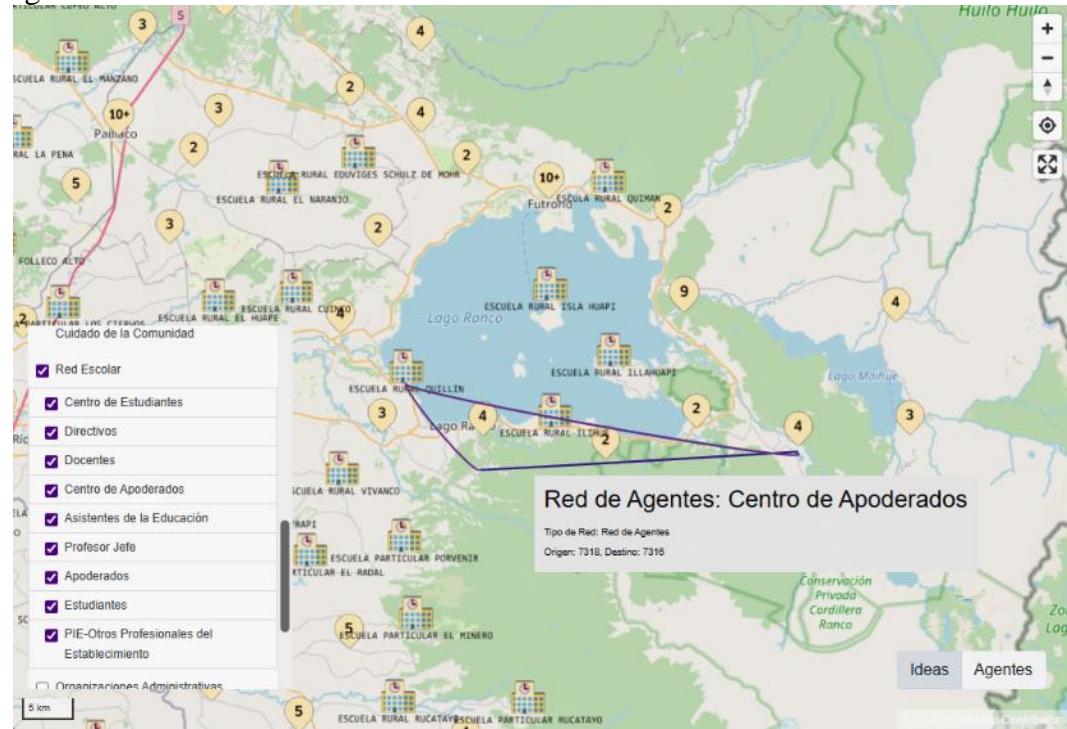


23. En la casilla de mensaje escriba cualquier feedback que tenga hasta el momento y aprete enviar.

Nombre del Establecimiento	Codigo RBD	Dígito Verificador RBD	
ESCUELA RURAL LOS MOLINOS	6815	2	
Región	Comuna	Dirección	Número
Los Ríos	Valdivia		
Tipo de Establecimiento	Niveles de Educación del Establecimiento		
Urbano	Educación Parvularia		
Nombre del Director/a	Email de Contacto del Establecimiento	Número Telefónico de Contacto del Establecimiento	
Temas de Interés Idea 1: Orientar acciones desde la Justicia Social Idea 2: Potenciar la reflexión y el pensamiento crítico Idea 3: Potenciar compromiso con el territorio			
Expectativas de Relación Agente 1: Bibliotecas Comunitarias Agente 2: Directivos Agente 3: Apoderados			
¿Por qué quieres comunicarte con este Establecimiento?			
Mensaje			
Feedback			
<input type="button" value="Enviar"/>			

Prueba Objetivo

Refrescar la página, realizar los mismos pasos, pero centrarse en el sector de Lago Ranco y Futrono en el Mapa e intentar llegar a la red agente “Centro de Apoderados” y a su categoría.



Prueba Libre

Explorar las redes y establecimientos disponibles, explorar la Vista de Grafo