



# Políticas para el desarrollo regional sobre la base de competencias STEM: La región de Ñuble, Chile

**José Fernando Toledo Montiel**

E-mail: [ftoledo@ubiobio.cl](mailto:ftoledo@ubiobio.cl)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9435-0973>

## RESUMEN

La región de Ñuble enfrenta importantes desafíos estructurales, como desigualdades educativas, limitaciones tecnológicas y una economía basada en sectores tradicionales. En respuesta, STEM se presenta como un enfoque transformador que combina innovación, inclusión y sostenibilidad, permitiendo abordar estas dificultades. Este artículo analiza cómo la integración de STEM en políticas públicas, como la Estrategia Regional de Desarrollo 2030, puede catalizar el progreso económico y social de Ñuble. El enfoque STEM responde a las necesidades locales de la región de Ñuble y se alinea con la agenda global de educación STEM. Estas iniciativas han demostrado éxito al integrar tecnología avanzada y prácticas educativas innovadoras, ofreciendo un modelo transformador aplicable a contextos rurales como el de Ñuble. Este enfoque puede ser clave para diseñar programas que aprovechen las interacciones sociales significativas y los aprendizajes guiados, fortaleciendo el compromiso de los jóvenes con el STEM. Adicionalmente, se exploran los vínculos entre STEM y sostenibilidad, destacando su capacidad para impulsar cambios estructurales en comunidades rurales. Esto incluye mejorar competencias educativas y generar empleos en sectores emergentes como la tecnología verde. El análisis incluye una visión comparativa que examina programas exitosos en América Latina, Asia y Europa, adaptando sus lecciones al contexto particular de Ñuble. Se destacan casos de éxito internacionales y locales, como ecosistemas de aprendizaje rural y programas de participación comunitaria, los cuales ofrecen un modelo para promover la equidad y la competitividad regional. Finalmente, en un contexto global la región de Ñuble tiene una oportunidad única de transformación mediante la educación STEM, posicionándose como un referente en desarrollo sostenible e inclusivo. Por ello, integrar la teoría organizacional en la educación STEM puede conducir a cambios sistémicos y sostenibles. Estos marcos ofrecen perspectivas sobre el isomorfismo institucional, que explica cómo las organizaciones se adaptan a presiones externas y evolucionan a través de procesos de aprendizaje compartido. Esta perspectiva se alinea con los esfuerzos regionales para aprovechar STEM en el progreso económico y educativo de Ñuble.

**Palabras claves:** STEM, Sostenibilidad, Innovación educativa, Vinculación con el entorno, Transdisciplinariedad, Equidad social.

## Políticas para o desenvolvimento regional com base em competências STEM: A região de Ñuble, Chile

### RESUMO

A região de Ñuble enfrenta importantes desafios estruturais, como desigualdades educacionais, limitações tecnológicas e uma economia baseada em setores tradicionais. Em resposta, STEM se apresenta como uma abordagem transformadora que combina inovação, inclusão e sustentabilidade, permitindo enfrentar essas dificuldades. Este artigo analisa como a integração de STEM em políticas públicas, como a Estratégia Regional de Desenvolvimento 2030, pode catalisar o progresso econômico e social de Ñuble. A abordagem STEM não apenas responde às necessidades locais da região de Ñuble, mas também se alinha com a agenda global de educação STEM. Essas políticas têm demonstrado sucesso ao integrar tecnologia avançada e práticas educacionais inovadoras, oferecendo um modelo transformador aplicável a contextos rurais como o de Ñuble. No contexto de Ñuble, essa abordagem pode ser fundamental para projetar programas que aproveitem as interações sociais significativas e os aprendizados guiados, fortalecendo o engajamento dos jovens com o STEM. Adicionalmente, exploram-se os vínculos entre STEM e sustentabilidade, destacando sua capacidade de impulsionar mudanças estruturais em comunidades rurais. Isso inclui melhorar competências educacionais e gerar empregos em setores emergentes, como a tecnologia verde. A análise inclui uma visão comparativa que examina programas bem-sucedidos na América Latina, Ásia e Europa, adaptando suas lições ao contexto particular de Ñuble. Destacam-se casos de sucesso internacionais e locais, como ecossistemas de aprendizado rural e programas de participação comunitária, que oferecem um modelo para promover a equidade e a competitividade

ISSN: 2340-6194

DOI: <https://doi.org/10.17811/ria.6.1.2024.5-10>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0.

regional. Finalmente, em um contexto global que exige respostas locais efetivas, a região de Ñuble tem uma oportunidade única de transformação por meio da educação STEM, posicionando-se como uma referência em desenvolvimento sustentável e inclusivo. Por isso, integrar a teoria organizacional na educação STEM pode conduzir a mudanças sistêmicas e sustentáveis que explica como as organizações se adaptam a pressões externas e evoluem por meio de processos de aprendizado compartilhado. Essa perspectiva está alinhada com os esforços regionais para aproveitar o STEM no progresso econômico e educacional de Ñuble.

**Palavras-chave:** STEM, Sustentabilidade, Inovação educacional, Desenvolvimento, Vinculação com o entorno, Transdisciplinaridade, Equidade social.

## Policies for Regional Development Based on STEM Competencies: The Ñuble Region, Chile

### ABSTRACT

The Ñuble region faces significant structural challenges, such as educational inequalities, technological limitations, and an economy based on traditional sectors. In response, STEM emerges as a transformative approach that combines innovation, inclusion, and sustainability, addressing these difficulties. This article analyzes how the integration of STEM into public policies, such as the 2030 Regional Development Strategy, can catalyze the economic and social progress of Ñuble. The STEM approach not only addresses the local needs of the Ñuble region but also aligns with the global STEM education agenda. These policies have proven successful in integrating advanced technology and innovative educational practices, offering a transformative model applicable to rural contexts such as Ñuble. In the context of Ñuble, this approach can be key to designing programs that leverage meaningful social interactions and guided learning, strengthening young people's engagement with STEM. Additionally, the links between STEM and sustainability are explored, highlighting its capacity to drive structural changes in rural communities. This includes improving educational competencies and generating jobs in emerging sectors such as green technology. The analysis incorporates a comparative perspective, examining successful programs in Latin America, Asia, and Europe, adapting their lessons to the specific context of Ñuble. International and local success cases are highlighted, such as rural learning ecosystems and community participation programs, which provide a model for promoting equity and regional competitiveness. Finally, in a global context that demands effective local responses, the Ñuble region has a unique opportunity for transformation through STEM education, positioning itself as a reference for sustainable and inclusive development. Therefore, integrating organizational theory into STEM education can lead to systemic and sustainable change. These frameworks offer perspectives on institutional isomorphism, which explains how organizations adapt to external pressures and evolve through shared learning processes. This perspective aligns with regional efforts to leverage STEM for the economic and educational progress of Ñuble.

**Keywords:** STEM, Sustainability, Educational Innovation, Regional Development, Community Engagement, Transdisciplinarity, Social Equity.

### Introducción

La educación STEM trasciende las fronteras disciplinarias y en los contextos rurales como Ñuble, actúa como un eje integrador que vincula retos locales con desafíos globales. La zona, caracterizada por su alta ruralidad y dependencia de sectores económicos tradicionales, visualiza en el desarrollo de competencias se una vía para conectar los retos locales con la necesidad de inclusión tecnológica. Según Li (2024), STEM permite fomentar soluciones interdisciplinarias, fundamentales para enfrentar desafíos estructurales, como la brecha digital, mientras impulsa una economía sostenible basada en el conocimiento. En este contexto, la implementación de estrategias de mentorías personalizadas puede potenciar la participación de estudiantes en STEM, tal como se observa en el artículo de Evans et al. (2020), que destaca la influencia positiva de la autoeficacia matemática en la elección de carreras STEM.

El siglo XXI está marcado por cambios rápidos en tecnología, economía y sostenibilidad, exigiendo competencias interdisciplinarias como las promovidas por STEM. La región de Ñuble, enfrenta barreras significativas para el acceso a educación de calidad y oportunidades tecnológicas, especialmente en comunidades rurales. Sin embargo, estas mismas características ofrecen oportunidades únicas para transformar a la región de Ñuble en un modelo de desarrollo regional basado en propuestas educativas activas con un enfoque STEM.

Este artículo explora cómo la educación STEM, articulada en políticas públicas y prácticas comunitarias, puede abordar desigualdades estructurales, diversificar la economía y fortalecer

la cohesión social. Para comprender el potencial transformador de STEM en Ñuble, se explora cómo este enfoque puede actuar como un catalizador para el desarrollo sostenible. Para ello, resulta esencial definir los conceptos clave que fundamentan esta propuesta. Un ejemplo destacado es el 'STEM Challenge', desarrollado en colaboración entre Texas Tech University y el Distrito Escolar Independiente de Lubbock (LISD). Este programa anual combina desafíos de diseño de ingeniería con mentorías por parte de estudiantes universitarios, promoviendo habilidades clave como creatividad, colaboración y pensamiento crítico. Estas experiencias son esenciales para replicar en Ñuble, considerando sus beneficios en ecosistemas rurales. (Hite, 2020)

La implementación del modelo Community STEM, descrito por McBeath y Hansen (2021), destaca cómo integrar ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en proyectos comunitarios puede empoderar a jóvenes y abordar problemas locales relevantes. Esta metodología, que combina prácticas científicas con diseño de ingeniería, ofrece un marco transformador para abordar desafíos como la sostenibilidad ambiental y la inclusión educativa. En Ñuble, adaptar este enfoque podría fortalecer las capacidades locales, promoviendo soluciones innovadoras y participativas.

La percepción pública del aprendizaje STEM, según Gupta et al. (2020), resalta la importancia de ecologías de aprendizaje que trascienden los entornos formales. Estos ecosistemas incluyen centros científicos, zoológicos y espacios comunitarios, promoviendo un enfoque democrático que permite a diversos públicos interactuar con STEM en contextos informales. En Ñuble, esta perspectiva es clave para diseñar experiencias educativas que se alineen con las necesidades locales, especialmente en áreas rurales. Según

Zizka et al. (2021), los programas STEM en instituciones de educación superior que integran sostenibilidad no solo fortalecen sus comunidades locales, sino que también promueven un aprendizaje transformador al conectar los tres pilares de sostenibilidad: ambiental, social y económico. En Ñuble, esta conexión es crucial para alinear los programas educativos con las necesidades locales, garantizando un impacto duradero en el desarrollo regional.

### Contexto global de la educación STEM

A nivel global, STEM es reconocido como un catalizador de prosperidad y seguridad nacional. Países como Estados Unidos y Corea del Sur han implementado políticas que fortalecen STEM mediante financiación estratégica, alianzas público-privadas y reformas curriculares. Estas experiencias son particularmente relevantes para Ñuble, ya que ofrecen ejemplos de cómo conectar sistemas educativos con economías del conocimiento, maximizando el impacto en comunidades rurales y marginadas. Además, según Evans et al. (2020), la interacción temprana con laboratorios científicos y cursos avanzados de matemáticas en colegios comunitarios demuestra ser determinante en la persistencia de los estudiantes en estas áreas.

En el ámbito global, la educación STEM se reconoce como un eje transformador para abordar desafíos como la automatización, la sostenibilidad ambiental y la equidad social. Naciones como Finlandia y Corea del Sur han implementado con éxito políticas que vinculan la educación STEM con la productividad económica y la inclusión social. Estas experiencias son relevantes para Ñuble, una región con gran potencial agrícola y recursos naturales, pero que requiere modernizar sus estructuras educativas para aprovechar plenamente estos recursos.

### Estudios de caso internacionales y locales

Programas como “Educate to Innovate” en Estados Unidos y el modelo de colaboración rural del programa RAIN en Arizona destacan el rol de STEM en la creación de ecosistemas de aprendizaje colaborativo (WHOPS, 2009). Además, iniciativas como “Girls in STEM” en Australia subrayan la importancia de la equidad de género en disciplinas científicas. En Ñuble, estas experiencias pueden adaptarse para promover la inclusión, reduciendo brechas de género y fomentando una participación más diversa en sectores productivos como la agricultura tecnificada.

En un contexto más local, las iniciativas lideradas por universidades chilenas han mostrado cómo los proyectos STEM pueden adaptarse a realidades específicas, promoviendo tanto el desarrollo educativo como el económico. En Ñuble, la implementación de iniciativas similares podría reducir brechas de género y fomentar una participación más diversa en la economía.

### STEM como herramienta de cambio social

Más allá de sus implicaciones educativas, STEM tiene el potencial de transformar estructuras sociales y económicas, particularmente en comunidades marginadas. Según el informe de la UNESCO (2021), las intervenciones STEM que integran elementos culturales y comunitarios logran mayores niveles de aceptación y participación. Esto resulta crítico para una región como Ñuble, donde la identidad local puede ser un catalizador clave para la adopción de prácticas tecnológicas.

La implementación de STEM puede posicionar a Ñuble como un actor relevante en mercados globales, especialmente en sectores agrícolas tecnificados. Esto incluye el desarrollo de productos

de alto valor agregado y la participación en cadenas de suministro internacionales, apoyadas por tecnología avanzada y competencias técnicas.

En este sentido, algunas de las propuestas de mejora para políticas públicas que son factibles de implementar son:

- Creación de centros de excelencia en STEM: Establecer espacios dedicados al aprendizaje y la investigación, con un enfoque en problemas locales como la gestión hídrica y la resiliencia climática, o en áreas productivas tales como la agricultura y forestal.
- Incentivos para el sector privado: Promover inversiones en tecnología educativa y proyectos comunitarios a través de beneficios fiscales.
- Evaluación continua: Implementar sistemas de monitoreo para medir el impacto de las políticas STEM, adaptándolas según las necesidades emergentes de la región. Para lograr un impacto sostenible, es crucial que la región de Ñuble adopte un enfoque holístico que integre educación, innovación y participación comunitaria. Este modelo debe basarse en la colaboración entre los sectores público y privado, así como en el aprendizaje continuo de experiencias internacionales. Solo así será posible construir un futuro en el que STEM actúe como motor de equidad y progreso para la región de Ñuble.

### Desafíos globales y locales de la educación STEM

Las resistencias culturales y la falta de infraestructura tecnológica son desafíos comunes en la implementación de STEM, especialmente en regiones rurales. Según Li (2014), estas barreras pueden superarse mediante la creación de ecosistemas de aprendizaje que promuevan colaboración entre instituciones educativas, gobiernos y el sector privado, garantizando el acceso equitativo a recursos y fomentando la innovación local.

A nivel global, sin embargo, el avance tecnológico y los retos climáticos han puesto a STEM en el centro de las estrategias educativas.

En regiones como Ñuble, con altos índices de ruralidad y dependencia de sectores tradicionales, la educación STEM representa una oportunidad de cambio estructural. Las experiencias en Finlandia y Corea del Sur muestran cómo la integración de políticas educativas y económicas puede transformar territorios marginados en polos de innovación y sostenibilidad.

El ‘STEM Challenge’ ofrece lecciones sobre cómo integrar sostenibilidad y tecnología avanzada en el aprendizaje STEM. Por ejemplo, el uso de sensores inteligentes y drones en proyectos prácticos pueden modernizar la gestión de recursos agrícolas en Ñuble, abordando desafíos locales como la sostenibilidad hídrica y la resiliencia climática.

El proyecto Making Sense, desarrollado en Fab Lab Barcelona, ilustra cómo herramientas de código abierto y prácticas de diseño colaborativo pueden abordar problemas ambientales locales. Según Balestrini et al. (2016), este enfoque fomenta la creación de dispositivos personalizados que no solo generan datos, sino que también empoderan a las comunidades para tomar decisiones informadas. Este modelo podría adaptarse a Ñuble, especialmente en el ámbito de la gestión hídrica y el monitoreo agrícola, donde la tecnología y la participación comunitaria pueden converger para abordar problemas críticos.

Según el concepto de ecología de aprendizaje STEM presentado por Gupta et al. (2020), integrar entornos informales como centros de aprendizaje comunitarios y espacios naturales puede fortalecer la sostenibilidad en la educación STEM. En Ñuble,

iniciativas como huertos escolares y laboratorios al aire libre pueden convertirse en núcleos de aprendizaje colaborativo que fomenten habilidades transdisciplinarias relacionadas con el cambio climático y la gestión de recursos hídricos.

La investigación de Zizka et al. (2021) demuestra que una educación STEM basada en sostenibilidad puede transformar a los estudiantes en agentes de cambio capaces de liderar iniciativas sostenibles en sus comunidades. En Ñuble, esto se traduce en la oportunidad de diseñar programas STEM que integren acciones comunitarias sostenibles, como la gestión de residuos y el diseño de tecnologías verdes adaptadas al contexto local.

### **Innovación y sostenibilidad como pilares del aprendizaje STEM**

Integrar conceptos de sostenibilidad en el aprendizaje STEM no solo conecta la educación con los desafíos ambientales de Ñuble, como la gestión hídrica y la adaptación al cambio climático, sino que también prepara a las nuevas generaciones para enfrentar problemas globales con soluciones locales. Inspirados en prácticas exitosas de países como Australia, donde la educación STEM ha abordado desafíos como la desertificación mediante proyectos comunitarios, es posible adaptar estas estrategias a la realidad de Ñuble para generar un impacto transformador en los ecosistemas de la región.

En este contexto, proyectos piloto en escuelas rurales de Ñuble han demostrado que la integración de STEM con prácticas agrícolas sostenibles puede marcar una diferencia tangible, mostrando que es posible alinear el aprendizaje científico con la resiliencia climática y el desarrollo agrícola sostenible.

Asimismo, el diseño de programas STEM en colaboración con comunidades ancestrales pueden abrir nuevas oportunidades para fusionar el conocimiento ancestral con enfoques científicos modernos. Esto dará lugar a modelos educativos innovadores que no solo respetan, sino que potencian la riqueza cultural de Ñuble, promoviendo una educación inclusiva y diversa.

Los ejemplos de América Latina muestran que STEM tiene un enorme potencial para transformar comunidades rurales. Con referencia a Vargas-Velandia (2021), en Colombia, el programa “Pequeños Científicos” ha mejorado el rendimiento académico y la participación comunitaria en más de 1,000 escuelas rurales, demostrando que una educación basada en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas puede ser un motor de cambio. En Brasil, proyectos que combinan STEM con capacitación agrícola han aumentado los ingresos familiares en un 25%, fortaleciendo las economías locales y promoviendo la autosuficiencia.

Estos casos refuerzan la idea de que el aprendizaje STEM debe estar vinculado a objetivos de desarrollo sostenible. En Ñuble, esto podría traducirse en estrategias que garanticen el acceso equitativo a recursos educativos y fomenten el uso de tecnologías limpias, alineando la educación con las necesidades y los desafíos de la región.

Para que STEM se consolide como una herramienta de desarrollo en Ñuble, es esencial fortalecer las alianzas entre el gobierno local, las universidades y el sector privado. Estas colaboraciones pueden garantizar la implementación exitosa de políticas STEM que respondan a las necesidades locales. Además, la creación de redes de apoyo permitirá que los docentes, estudiantes y comunidades trabajen juntos para construir un futuro más sostenible y equitativo. De esta manera, la educación STEM en Ñuble no solo será un pilar para la sostenibilidad y la innovación, sino también un puente hacia una sociedad más preparada para garantizar un desarrollo sostenible e inclusivo para las generaciones futuras.

### **El rol transformador de STEM en el contexto global**

A nivel internacional, STEM ha sido identificado como una herramienta fundamental para abordar problemas complejos que abarcan desde el cambio climático hasta la automatización laboral. Por ejemplo, Singapur ha desarrollado programas de Aprendizaje Aplicado que enfatizan la resolución de problemas reales, integrando a estudiantes en proyectos de robótica y análisis de datos. Estas estrategias han consolidado al país como líder global en innovación y tecnología. De forma similar, Tailandia y Vietnam han priorizado STEM en sus políticas educativas, con proyectos que han permitido revitalizar comunidades rurales al alinearlas con la economía digital global.

### **Estudios de caso: Lecciones globales en educación STEM**

Programas internacionales han demostrado cómo la educación STEM puede adaptarse a contextos específicos, ofreciendo lecciones valiosas para Ñuble. En Vietnam, el Ministerio de Educación ha integrado educación formal e informal, logrando un aumento en la matrícula de áreas rurales. En Australia, iniciativas como el “Victorian Model Solar Vehicle Challenge” han promovido la participación en ciencias aplicadas con enfoque en soluciones sostenibles. Estos casos destacan la importancia de alianzas entre comunidades, empresas y gobiernos para maximizar el impacto de STEM. (Doig, B., & Jobling, 2019).

En América Latina, ejemplos como el programa “Pequeños Científicos” en Colombia han permitido a estudiantes de áreas rurales acceder a becas y empleos en tecnología, aumentando la movilidad social. En Brasil, proyectos que combinan STEM y capacitación agrícola han elevado ingresos familiares en un 25%, fortaleciendo economías locales. Estas experiencias resaltan el valor de integrar STEM con desafíos locales para potenciar el desarrollo sostenible.

**Integración de tecnologías emergentes en STEM:** El uso de tecnologías avanzadas, como inteligencia artificial y drones, ha transformado economías rurales en Asia y América Latina. En Ñuble, estas herramientas podrían modernizar la agricultura, optimizar la gestión hídrica y mejorar la eficiencia en cultivos. La adopción de estas tecnologías no solo impulsa la innovación, sino que también conecta la educación STEM con sectores productivos clave.

**Ecosistemas de aprendizaje y sostenibilidad en STEM:** Modelos globales, como el proyecto RAIN en Arizona, muestran cómo ecosistemas de aprendizaje colaborativo pueden conectar comunidades rurales con recursos educativos y económicos. Estos sistemas aprovechan asociaciones locales y recursos compartidos, promoviendo la resiliencia y la sostenibilidad. En Ñuble, un enfoque similar podría vincular escuelas, universidades y sectores productivos para fomentar soluciones transdisciplinarias.

**Enfoques transdisciplinarios y aprendizaje basado en problemas:** La transdisciplinariedad permite abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas, combinando disciplinas científicas con conocimientos locales. En Brasil, proyectos STEM han optimizado prácticas agrícolas y recursos naturales, mientras que, en Carolina del Norte, estudiantes desarrollaron soluciones sostenibles para comunidades urbanas. En Ñuble, proyectos similares podrían enfocarse en desafíos como la eficiencia hídrica y la transición hacia energías renovables.

**Lecciones sobre sostenibilidad en educación STEM:** La sostenibilidad debe integrarse transversalmente en programas STEM, combinando pilares ambientales, sociales y económicos. Según Zizka et al. (2021), estas interdependencias fortalecen el

compromiso social y económico de las comunidades. Iniciativas como laboratorios científicos comunitarios y programas de aprendizaje-servicio han vinculado teoría con práctica, empoderando a estudiantes como agentes de cambio en sus comunidades.

**Relevancia para Ñuble.** Las experiencias internacionales subrayan la necesidad de contextualizar la educación STEM, alineándola con desafíos específicos como la gestión hídrica, la sostenibilidad agrícola y la brecha digital. Para Ñuble, esto implica:

- Desarrollar centros de excelencia STEM en zonas estratégicas.
- Promover campañas de sensibilización en comunidades rurales.
- Fomentar alianzas público-privadas para infraestructura y capacitación tecnológica.

Con una implementación adecuada, STEM puede transformar Ñuble en un modelo de innovación y sostenibilidad, cerrando brechas educativas y posicionando a la región como un referente en la economía del conocimiento.

## Discusión

### Lecciones internacionales y su relevancia para Ñuble

Los estudios de caso internacionales, como “Educate to Innovate” en Estados Unidos y las experiencias comunitarias en Europa, ofrecen una perspectiva valiosa sobre cómo implementar políticas STEM efectivas en Ñuble. Estos modelos destacan la importancia de tres pilares fundamentales: la inversión en infraestructura tecnológica, la creación de redes de colaboración y el diseño de aprendizajes inclusivos. Sin embargo, el éxito de estas estrategias en Ñuble requiere adaptaciones que consideren las características particulares de la región. La dependencia agrícola, las brechas de conectividad digital y las resistencias culturales hacen evidente la necesidad de soluciones personalizadas que equilibren la transferencia de aprendizajes globales con la comprensión de dinámicas locales.

### Desafíos locales

La región de Ñuble enfrenta barreras significativas, como la falta de infraestructura tecnológica adecuada y la necesidad de formación docente continua para implementar metodologías innovadoras. Además, las resistencias culturales hacia enfoques educativos no tradicionales representan un reto para la aceptación y apropiación de políticas STEM. Estas barreras, aunque desafiantes, pueden ser abordadas mediante la creación de alianzas público-privadas, la implementación de programas piloto en zonas rurales y el fortalecimiento de la participación comunitaria.

### Oportunidades únicas

A pesar de los desafíos, Ñuble presenta ventajas distintivas que pueden ser aprovechadas. La posibilidad de integrar tecnologías STEM en su sector agrícola es particularmente prometedora, permitiendo a los agricultores locales optimizar procesos mediante el uso de drones, inteligencia artificial y sensores inteligentes. Asimismo, la región cuenta con un entorno propicio para construir alianzas estratégicas entre actores públicos, privados y comunitarios, impulsando una inversión sostenible en infraestructura y programas educativos.

### Implicaciones del enfoque integral

La experiencia internacional refuerza que un enfoque integral es clave para garantizar el éxito de STEM en Ñuble. Esto implica no solo invertir en infraestructura, sino también promover una formación docente especializada, diseñar currículos

inclusivos y fomentar la participación activa de las comunidades locales. Al hacerlo, STEM puede convertirse en un motor de transformación social, mejorando la calidad educativa, impulsando la cohesión social y fortaleciendo la sostenibilidad económica de la región.

La experiencia del ‘STEM Challenge’ subraya la relevancia de las colaboraciones universidad-comunidad para la implementación efectiva de políticas STEM. Adaptar este modelo a Ñuble puede transformar el ecosistema educativo de la región, fortaleciendo tanto la inclusión como la sostenibilidad.

Programas como Green Energy Technology City y Realizing Environmental Architecture League refuerzan la idea de que los modelos STEM comunitarios pueden redefinir las relaciones entre ciencia, comunidad y sostenibilidad. Según Calabrese Barton et al. (2013), estos enfoques permiten a los participantes crear artefactos tangibles que resuelven problemas locales, al tiempo que promueven un sentido de pertenencia y empoderamiento. En Ñuble, estas prácticas pueden convertirse en un motor para el desarrollo sostenible, conectando el aprendizaje STEM con las necesidades locales y los objetivos de equidad social.

Las ecologías de aprendizaje STEM, descritas por Gupta et al. (2020), ofrecen un marco para conectar a las comunidades locales con prácticas educativas innovadoras. Al adaptar este modelo a Ñuble, se puede fomentar un enfoque inclusivo que integre recursos culturales y ambientales, posicionando a la región como un líder en educación STEM sostenible.

Como subraya Zizka et al. (2021), los programas STEM que promueven la sostenibilidad fomentan la creación de agentes de cambio comprometidos con el desarrollo social y económico de sus comunidades. Adaptar estas prácticas a Ñuble consolidaría a la región como un modelo de innovación educativa y sostenibilidad en Chile.

## Conclusiones

La implementación de políticas STEM en Ñuble representa una oportunidad histórica para posicionar a la región como líder en innovación educativa y desarrollo sostenible en Chile. Inspirándose en experiencias internacionales y adaptando estas estrategias al contexto local, Ñuble puede superar barreras estructurales para transformar sus comunidades rurales. Al integrar STEM en sectores clave como la agricultura, no solo se fortalecerá la competitividad económica, sino que también se garantizará un impacto duradero en términos de equidad educativa y cohesión social.

Los desafíos, como las limitaciones tecnológicas y las resistencias culturales, pueden ser contrarrestados mediante un enfoque colaborativo que combine sostenibilidad, inclusión y participación activa de los actores locales. La integración de STEM en sectores clave no solo mejorará la competitividad económica, sino que también garantizará un impacto duradero en términos de equidad educativa y cohesión social.

En resumen, impulsar las disciplinas STEM no solo constituye una inversión clave para el crecimiento económico global, sino también para fortalecer la capacidad de las sociedades de enfrentar los grandes desafíos del futuro. En un mundo que avanza hacia una era marcada por la interconectividad y la creciente complejidad tecnológica, asegurar un acceso equitativo a la educación STEM se vuelve imprescindible para promover un desarrollo inclusivo y sostenible en todas las regiones del planeta.

En última instancia, Ñuble tiene el potencial de convertirse en un ejemplo regional y nacional de cómo la educación STEM puede promover la equidad, la innovación y el desarrollo sostenible, contribuyendo significativamente al progreso de Chile

## Referencias

- Balestrini, M., Diez, T., Pólvara, A., & Nascimento, S. (2016). *Mapping participatory sensing and community-led environmental monitoring initiatives* (Deliverable D6.2 + D4.1). Making Sense Project. Retrieved from <https://making-sense.eu/wp-content/uploads/2016/07/Making-Sense-D62-D41-Mapping-Participatory-Sensing.pdf>.
- Calabrese Barton, A., Kang, H., Tan, E., O'Neill, T., & Bautista-Guerra, J. (2013). Crafting a future in science: Tracing middle school girls' identity work over time and space. *American Educational Research Journal*, 50(1), 37-75. <https://doi.org/10.3102/0002831212458142>.
- Doig, B., & Jobling, W. (2019). Inter-disciplinary mathematics: Old wine in new bottles? En B. Doig & W. Jobling (Eds.), *Interdisciplinary Mathematics Education* (pp. 245-255). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6_15)
- Evans, C. A., Chen, R., & Hudes, R. P. (2020). Understanding determinants for STEM major choice among students beginning community college. *Community College Review*, 48(3), 227-251. <https://doi.org/10.1177/0091552120917214>.
- Gupta, R., Voiklis, J., Rank, S. J., de la Torre Dwyer, J., Fraser, J., Flinner, K., & Nock, K. (2020). Public perceptions of the STEM learning ecology – perspectives from a national sample in the US. *International Journal of Science Education, Part B*. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1719291>.
- Habig, B., & Gupta, P. (2021). Authentic STEM research, practices of science, and interest development in an informal science education program. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00314-y>
- Hite, R., Spott, J., Johnson, L., & Sobehrad, L. (2020). STEM challenge: Two years of community-engaged engineering. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 57-82. <https://doi.org/10.1108/JRIT-12-2019-0080>.
- Li, Y. (2014). A platform to promote STEM education and research worldwide. *International Journal of STEM Education*, 1:1.
- McBeath Nation, J., & Killian Hansen, A. (2021). Perspectives on Community STEM: Learning from Partnerships between Scientists, Researchers, and Youth. *Integrative and Comparative Biology*, 61(3), 1055-1063. <https://doi.org/10.1093/icb/icab092>.
- López, N., Morgan, D.L., Hutchings, Q.R., & Davis, K. (2022). Revisiting critical STEM interventions: A literature review of STEM organizational learning. *International Journal of STEM Education*, 9(7), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00357-9>
- Takeuchi, M. et al.(2020). Transdisciplinarity in STEM education: a critical review. *Studies in Science Education*, 56:2, 213-253, <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755802>
- Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2019). Defining interdisciplinary collaboration based on high school teachers' beliefs and practices of STEM integration using a complex designed system. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0201-4>.
- The White House, Office of the Press Secretary. (2009, November 23). *President Obama launches "Educate to Innovate" campaign for excellence in science, technology, engineering & math (STEM) education*. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>
- Vargas-Velandia, C. J., & Morales-Silva, T. A. (2021). Análisis de habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias: Caso comparativo entre profesores de Chile y Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (50), 57-75. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-11129>
- Zizka, L., & McGunagle, D. M. (2017). Integrating sustainability in STEM programs: Challenges and opportunities. *Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(4), 1-15.
- Zizka, L., McGunagle, D. M., & Clark, P. J. (2021). Sustainability in science, technology, engineering and mathematics (STEM) programs: Authentic engagement through a community-based approach. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123715. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123715>