

INTERDISCIPLINA - #8

REVISTA

DE LAS JORNADAS DE
JÓVENES INVESTIGADORES

LA EDUCACIÓN Y LA CIENCIA
TRANSFORMAN REALIDADES



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNIVERSIDAD
NACIONAL ✦
DE TUCUMÁN

Revista de las Jornadas de Jóvenes Investigadores
Eje Interdisciplinario, Volúmen 8.

© 2025, Asociación de Universidades del Grupo Montevideo.

ISSN 3121-2220

Tucumán, Argentina. Noviembre de 2025.



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNIVERSIDAD
NACIONAL ✦
DE TUCUMÁN

Contenido

Dinámicas de sustentabilidad en la producción de Arquitectura con materiales naturales en La Comarca Andina, Patagonia Argentina.....5 <i>Ana Carolina Robledo</i>
La reforma constitucional Argentina de 1994 y la tensa relación entre democracia y capitalismo: un análisis desde los DDHH.....25 <i>Lautaro Rodríguez Bonavía</i>
Análisis de las intervenciones de los Equipos Socioeducativos Interdisciplinarios de la provincia de Santa Fe en el abordaje de trayectorias escolares interrumpidas en el nivel secundario (2021-2023).....44 <i>Larisa Schlapbach</i>
Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico con estudiantes de arquitectura en una universidad de Alto Paraná, Paraguay.....61 <i>Mirta Mena</i>
Producción de poroto con fertilización fosfatada y aplicación de bioestimulante.....75 <i>Elías Vera</i>
Grupo de pesquisa NALDEIA: teheando o pesquisar por e com indígenas.....84 <i>Tyfany de Oliveira</i>
Evaluación in vitro de aislados de <i>Trichoderma spp.</i> para el control de <i>Verticillium sp.</i> extraído de raíces de lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>).....103 <i>Sanchez, Magnolia</i>
Caracterização das fibras colágenas cardíacas de camundongos na menopausa tratados com açaí clarificado e/ou estradiol.....116 <i>Luísa Tanaka</i>
Insight Carbon: Eficiência Energética e Carbono em Projetos Comerciais.....125 <i>Ana Dib</i>
Inclusão e Desenvolvimento “Conectando o Futuro” - a inclusão tecnológica e a conectividade digital significativa para a promoção de direitos e o exercício da cidadania: perspectivas do Brasil e da América Latina.....137 <i>Bruno Beuron</i>

El ciclo luz/oscuridad influye en el tiempo de recuperación de la anestesia con ketamina y xilazina.....157

Alisson Rodrigues

Del embalse al laboratorio: estrategias biotecnológicas en cultivos de *Chlorella* sp. autóctona para la producción de compuestos de alto valor.....172

María Luz Iriarte

4.- Sustentabilidad

Dinámicas de sustentabilidad en la producción de Arquitectura con materiales naturales en La Comarca Andina, Patagonia Argentina

Autor: Robledo Salas, Ana Carolina. anacarorobledo@gmail.com

Orientador/a: Rolón, Carlos Guillermo. guillerolon02@gmail.com

Universidad Nacional de Tucumán- FAU- INTEPH (CONICET-UNT)

Resumen

La Comarca Andina es una microrregión de la Patagonia Argentina que se desarrolla entre Río Negro y Chubut. Actualmente, la práctica de la construcción con materiales naturales viene desarrollándose aquí de forma exponencial para aprovechar los recursos naturales renovables localmente disponibles y como alternativa para disminuir el impacto ambiental que ocasiona el hábitat construido. En tal contexto y posicionamiento de sus actores, se desarrollan dinámicas productivas particulares que se inscriben en paradigmas globales de sustentabilidad.

Este trabajo tiene como objetivo analizar las dinámicas actuales de la arquitectura con materiales naturales en La Comarca, considerando la particularidad del entorno y cómo eso influye en la práctica, reproduciendo especificidades de un fenómeno que forma parte de concepciones globales de sustentabilidad.

A partir de una metodología cualitativa exploratoria se realizaron catorce entrevistas a distintos actores vinculados a la práctica con el fin de indagar valoraciones sobre ésta. Entre los principales resultados, se resalta que las actividades vinculadas a la producción de arquitectura con materiales naturales implican la organización de procesos en estructuras de doble carácter a partir de su posicionamiento epistémico: local y global. Lo global permite reconocer principios generales de sustentabilidad del fenómeno; pero por su carácter abstracto, necesita de lo local para existir. El perfil productivo manifiesta formas en que el grupo social, a partir de recursos disponibles; interpreta principios globales. El trabajo discute sobre las concepciones discursivas de sustentabilidad en el desarrollo de la práctica en La Comarca; poniendo en cuestión la idea conceptual tácita.

Palabras clave: arquitectura, prácticas de sustentabilidad, análisis local/global.

1) Introducción.

Caracterización del ámbito de estudio.

La Comarca Andina forma parte del Bosque Andino-Patagónico y se compone

a partir de localidades y parajes rurales que conforman un corredor cordillerano emplazado entre las provincias de Río Negro y Chubut.

En tal contexto, el clima es un factor que influye y condiciona el desenvolvimiento de las actividades y la vida, marcando un ritmo anual regido por cambios estacionales pronunciados y particularidades que determinan un fuerte contraste entre el verano y el invierno.

Dicho fenómeno determina un calendario particular para las actividades productivas, entre estas, la construcción con materiales naturales: las prácticas que implica esta producción arquitectónica se desarrollan todo el año, pero su intensidad es variable en el ciclo anual; y tampoco es igual para cualquier eslabón de la lógica productiva. En verano las actividades se concentran en mayor medida, dependiendo de sus particularidades. Pero en invierno, el contraste es fuerte y la intensidad de desarrollo de las actividades constructivas disminuye significativamente; por lo que se hace contundente y necesario el desarrollo de la actividad desde una lógica organizativa supeditada a las especificidades del entorno.

Construcción con materiales naturales en La Comarca.

Las tecnologías de construcción con materiales naturales han experimentado un creciente resurgimiento a nivel mundial desde hace más de veinte años como consecuencia de una creciente toma de conciencia de proteger el medio ambiente y equilibrar el uso de los recursos naturales (Dorado, 2024). Ante esta preocupación

ambiental, la solución más factible parece ser el uso de materiales naturales localmente disponibles (Minke, 2008; Mühlmann, 2012); en el caso de La Comarca, estos materiales son principalmente madera, tierra, áridos, rastrojo vegetal y lana de oveja.

Para el área de estudio, tanto la producción contemporánea de esta arquitectura como su demanda son protagonizadas por una población de procedencia muy amplia, representada por un gran porcentaje de actores foráneos. Esto se fundamenta, en cierta medida, en el proceso de poblamiento de las localidades de la región, que en los últimos 15 años ha crecido a un ritmo exponencial. Según datos de censos demográficos (1991, 2001, 2010) la población en La Comarca aumentó hasta el año 2010 entre un 30% y 50%, y en los últimos 15 años, hasta un 115% (Monteleone, 2020). Este fenómeno ha sido potenciado por las facilidades que ofrecen las tecnologías y los trabajos remotos, caracterizando un período de constantes desplazamientos de personas en búsqueda de mejores estilos de vida (Lolich y Guevara, 2015). Estas personas suelen ser afines a ideologías alternativas y nuevos paradigmas como la permacultura, que emergió de la primera gran ola moderna de conciencia ambientalista en el último cuarto del siglo XX, planteando la necesidad de una

reunificación de la cultura y la naturaleza (Holgrem, 2007).

A raíz de esto y entendiendo a las tecnologías como construcciones sociales y a las sociedades como construcciones tecnológicas (Thomas et al., 2015), la arquitectura natural local, que se ha desarrollado consecuente a este proceso de poblamiento, es producto de esta relación socio-técnica.

La arquitectura caracterizada por el uso de materiales locales de la cual hay mayor registro, tanto en La Comarca como en toda la Patagonia, es aquella que, utilizando la madera como principal recurso constructivo, se ha desarrollado a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, luego de la campaña militar genocida que desplazó a los indígenas, imponiendo la cultura occidental y poblando el territorio con colonias de inmigrantes (Lolich, 2015; Rolón et al., 2022; Williams, 1999; Cañuqueo, Kropff y Pérez, 2015). A partir de entonces, tanto la cultura constructiva como las formas de producción arquitectónica que se desarrollaron en la región fueron históricamente influenciadas por aportes técnicos y modelos productivos externos.

En simultáneo al proceso de crecimiento poblacional, La Comarca se ha consolidado como un núcleo significativo de construcción natural residencial. Este desarrollo contemporáneo comprende mayormente la ejecución de obras nuevas

y, en algunos casos, reparaciones y mantenimiento de éstas. Además, se hacen evidentes las capacidades de este campo arquitectónico para desarrollarse en el territorio, dando cuenta de la existencia de un proceso activo de construcción social a nivel local (Casalis, 2011).

Dinámicas de la actividad productiva.

En La Comarca emergen diversas formas de producir arquitectura natural; y estas son guiadas por lógicas divergentes. Algunos actores desarrollan su actividad con cierto grado de “profesionalización” (autoreferenciada) y otros se desenvuelven a partir del empleo de un saber-conocimiento tecnológico “subalterno” y experiencial. Estos últimos, en contraste con los saberes-conocimientos que se instalan como “expertos”, generan incomodidad en un escenario en que existe una clara hegemonía epistémica científica (Peyloubet, 2019). Quienes componen el primer grupo, profesionales y equipos con trayectoria y estabilidad en el tiempo, se encargan generalmente de procesos completos de diseño y ejecución de proyectos inmobiliarios. Los actores del segundo grupo, por el contrario, son autoconstructores y personas sin educación formal en el rubro que ejecutan de manera intermitente sus trabajos y ciertas etapas de obra de modo aislado. Sumado a esto, se desarrollan dinámicas de “mingas” donde participan miembros de ambos grupos y personas ajenas al rubro,

en las que se crean redes de vínculos; y se constituye un “marco tecnológico” singular. Si bien estas diferencias parecen reflejar perspectivas distintas sobre el desarrollo local, ya que el grupo 1 busca fortalecer la competitividad técnica y profesional de la arquitectura natural, mientras que el grupo 2 promueve un ideal de desarrollo sostenible, reduciendo el impacto ambiental y favoreciendo el equilibrio social (Schiller, 2009; Casalis, 2011); ambos comparten valores relacionados con la ecología y la permacultura.

De todos modos, los protagonistas de la actividad productiva en La Comarca conforman un conjunto mucho más amplio y complejo. Incluso, más allá de la posibilidad concreta de identificar estas dos lógicas divergentes desde las que actúan, los límites entre ambas se construyen de manera difusa.

Las diferencias mencionadas son propiciadas por el marco de informalidad laboral con las que se desenvuelve el sector productivo actualmente en La Comarca. Esto se evidencia principalmente respecto a la contratación de mano de obra, que forma parte de una estrategia del mercado inmobiliario para ser competitivo y adaptarse a las condiciones locales.

2) Problema.

Actualmente, la práctica de la construcción con materiales naturales viene desarrollándose en La Comarca de forma exponencial como alternativa para

disminuir el impacto que ocasiona el hábitat construido. En tal contexto y posicionamiento de sus actores, la actividad se reproduce desde lógicas constructivas relativamente diferentes a las del campo de la construcción convencional; se desarrollan dinámicas productivas particulares, y estas se inscriben, a su vez, en paradigmas que trascienden la localidad: marcos ideológicos globales del orden de la sustentabilidad.

Si bien se entiende que los términos globales permiten reconocer principios generales de un fenómeno común; por su carácter abstracto, se sustentan de las experiencias y prácticas que se reproducen localmente para hacerse verificables. De esta manera, las actividades vinculadas a la producción de arquitectura con materiales naturales implican la coordinación de procesos en estructuras de gran complejidad que se conforman en su doble carácter: local y global.

En este sentido, el perfil socio-productivo que adopta la actividad localmente, es el que manifiesta las formas en que el grupo social, a partir del uso de los recursos disponibles y de las posibilidades que presenta el entorno; interpreta y contextualiza los principios globales en torno a la sustentabilidad. El trabajo pone en discusión cuáles son las concepciones que adquiere la sustentabilidad en el desarrollo de la práctica en La Comarca;

cuestionando la idea conceptual tácita y lineal de congruencia en distintas escalas.

Objetivo.

El objetivo del presente trabajo es analizar las actividades, dinámicas y procesos que se desenvuelven actualmente en torno a la producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca, considerando las condiciones históricas, geográficas, sociales y coyunturales en el que se enmarcan, para entender de qué manera estas influyen en la práctica. El análisis se centra en indagar acerca de cómo la actividad reproduce interpretaciones particulares de fenómenos y paradigmas globales, que se materializan en los procesos productivos y sus resultados. Se aborda el posicionamiento epistemológico respecto a la sustentabilidad, para entender, a partir de su análisis, cómo se conforma un perfil productivo local y así cuestionar la congruencia de interpretaciones de un mismo fenómeno.

Método.

Durante el año 2024, se realizó un trabajo exploratorio de carácter cualitativo; se efectuaron catorce entrevistas semi-estructuradas a distintos actores habitantes de La Comarca vinculados a la construcción natural, considerando lograr una representatividad de las entidades participantes, con el fin de indagar percepciones y valoraciones sobre ésta.

Para indagar en las lógicas que orientan a las dinámicas productivas de la construcción natural en La Comarca, se parte de las herramientas para la comprensión de modelos de producción desarrolladas por Dorado (2023); que recurre a la desagregación de los aspectos involucrados en los procesos organizativos de la actividad, para analizar y comunicar de manera clara el funcionamiento de las dinámicas en contextos particulares. Siguiendo la propuesta, entre la diversidad de aspectos que forman parte del proceso productivo, se hace hincapié en los aspectos organizacionales. En este trabajo resulta de interés caracterizar cómo las prácticas vinculadas a la producción de arquitectura con materiales naturales implican la organización de procesos en estructuras de doble carácter a partir de su posicionamiento epistémico: local y global; para discutir sobre el modo en que se interpretan los paradigmas globales, en este caso, las concepciones discursivas y prácticas concretas que adopta la sustentabilidad en la actividad productiva en La Comarca.

La estructura del trabajo se divide en cuatro partes. La primera introduce el tema de investigación; se caracteriza y describe la producción de arquitectura natural en La Comarca. La segunda parte plantea el problema a desarrollar, objetivos para el presente estudio y metodología que se aborda. La tercera parte presenta el marco

teórico en el que se inserta el trabajo; profundiza en las formas organizacionales de la actividad y en los conceptos que se desarrollarán para el ámbito de estudio específico. La cuarta y última parte se enfoca en los resultados obtenidos; se presentan y analizan los datos recabados en La Comarca para proponer una discusión; y finalmente se desarrolla una conclusión.

3) Marco teórico.

La organización en la producción.

Desde investigaciones actuales del campo disciplinar, se plantea crucial el abordaje de las dificultades contemporáneas de estas tecnologías con perspectivas que consideren los aspectos organizacionales; estos implican procesos, coordinación, comunicación, habilidades y educación (Dorado et al., 2022; Hafez et al., 2023; Pelé-Peltier et al., 2022). Los incipientes estudios fueron los primeros modos de investigar esta categoría de análisis para la construcción natural en La Comarca, considerándolos de gran interés, dada la escasa atención que han recibido estos enfoques hasta el momento y para esta región en particular.

La organización en la construcción comprende los procesos productivos que consisten en una secuencia de operaciones coordinadas por estructuras de planificación. Estas estructuras se pueden representar mediante "modelos

productivos" específicos. En el ámbito de la arquitectura, las formas de organización abarcan una serie de acciones y procesos productivos, proyectuales, de gestión y uso de materiales, así como la participación de personas. Estos esquemas o modelos productivos varían significativamente en complejidad (Torrents et al., 2004; Dorado, 2024). Además, al entender al territorio como un agente activo, es esencial considerar estos procesos anclados en él, y no solo como sistemas técnicos desarrollados meticulosamente (Dorado, Cabrera y Rolón, 2022).

Desde una perspectiva que entiende las formas organizativas como tecnologías, las dinámicas de organización adoptadas en la construcción natural constituyen tecnologías particulares. Comprender las tecnologías como creaciones sociales que se interconectan y conforman a las sociedades humanas es clave para entender la pertinencia de atender los procesos de cambios tecnológicos y sociales en contextos específicos (Thomas y Buch, 2013).

El carácter global y local para el análisis.

Las dinámicas de la producción de arquitectura con materiales naturales se conjugan en un carácter dual: intrínsecamente local, en su capacidad de interpretar, representar y generar soluciones que responden a necesidades particulares y situadas; como global, en cuanto comprende demandas,

preocupaciones, conocimientos y prácticas que abarcan múltiples ámbitos geográficos. Sin embargo, el aspecto global está comprendido mayormente dentro de la esfera de lo abstracto, de las conceptualizaciones, ideologías y modos de entender el objeto, por lo tanto, para materializarse necesita de las experiencias concretas a nivel locales. De esta manera, es a partir de éstas que el fenómeno existe, se sustenta y es esencialmente verificable. Entonces, la actividad productiva de arquitectura natural se manifiesta en el circuito de relaciones dinámicas que resultan de la convergencia de redes, actores, cosas, procesos y símbolos con localizaciones específicas, que se estructuran e interconectan de diferentes formas tanto en el ámbito de lo abstracto como de lo concreto. En razón de esto, dado que lo local es construido con prácticas y teorías que pertenecen a sus protagonistas y concurren en la producción de sociedades particulares, se generan interpretaciones y representaciones particulares. En este sentido, la acción local hace visibles muchos aspectos de las prácticas de las sociedades globales, así como reproduce constantemente sus específicas diferencias (Torre, 2018).

El posicionamiento epistémico que se construye socialmente a partir de la práctica se conforma en la doble circulación de aspectos tanto endógenos como exógenos; dinámica en la cual se

hacen fundamentales las condicionantes propias del contexto, marcando lógicas discursivas que interpretan paradigmas globales en escalas concretas. Esto se hace evidente y materializa en los mismos procesos productivos.

Paradigmas globales y sustentabilidad.

En términos globales, desde el siglo pasado se fueron consolidando principios ecológicos que se conformaron como enfoque crítico en cuestionamiento al crecimiento económico ilimitado. Propulsados por movimientos ambientalistas y grupos sociales afines, se plantearon debates y acciones en denuncia del deterioro creciente del ambiente y los desastres “naturales”, con el objetivo de generar conciencia acerca de la finitud de los recursos naturales (E. Viale y M. Svampa; 2020). En el mismo proceso, se fueron diversificando y consolidando diferentes paradigmas del orden de lo ecológico; desde los años '70 con la formulación de objetivos de desarrollo sostenible a través de la proyección de estrategias nacionales y supranacionales, lo que se denominó “Transición ecológica” (P. Diaz Cuevas et. All; 2020), la definición de nuevos conceptos como “Permacultura”, que emergió en los años '80 como filosofía holística para el diseño del asentamiento humano en armonía con el entorno natural (H. Hieronimi y M. Ortiz, www.tierramor.org), el desarrollo de teorías propositivas como el “Decrecimiento”,

expresando la imperiosa necesidad de modificar y reducir el uso de materiales e impactos antrópicos en el ambiente a escala mundial (R. Bermejo et All; 2010), o la consolidación de nuevas ideologías de vida como “El Buen Vivir”, propuesta interpretativa alternativa a modos de entendimiento convencionales sobre el desarrollo (E. Gudynas; 2011).

Entre estos y en dicho proceso emergieron los términos de “sustentabilidad” o “desarrollo sostenible”. Actualmente, estos se sitúan entre las demandas y discusiones más repetidas en la agenda global, en la búsqueda de su legitimación e incorporación en la esfera de las preocupaciones ambientales y reflexiones sobre el desarrollo. Incluso la sustentabilidad como paradigma, posicionamiento ideológico o estratégico, ha alcanzado esferas empresariales que buscan visibilizarse en adherencia al compromiso ambiental.

Sin embargo, el debate instalado reproduce una gran proliferación de los contenidos que se le otorga a la idea de sustentabilidad y es posible identificar que en las mismas conceptualizaciones se encuentran contradicciones. La situación se complejiza porque el concepto es aplicado a contextos variados y en defensa de distintos intereses, de crecimiento económico, por ejemplo; y en esta diversidad el término se vuelve difuso (Gudynas, 2011).

En el intento por construir una definición conceptual lo más clara posible, la sustentabilidad alude a las acciones y lineamientos que aseguran la calidad de vida de las sociedades actuales, sin comprometer la posibilidad de satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. Sin embargo, más allá de las disputas que implica el desafío, el mismo concepto encuentra límites que tienen que ver con el estado actual de la tecnología y la organización social. En este sentido, años atrás se propulsaba un intenso debate sobre los límites ecológicos al plantearse una oposición entre las posibilidades de conservar la naturaleza y la capacidad de aprovecharla productiva y económicamente.

Sumado a esto, no sería acertado desdeñar que las conceptualizaciones deben ser comprendidas desde sus contextos históricos y sociales. La posición epistemológica respecto a la sustentabilidad tanto como otros paradigmas emergentes del orden de lo ecológico, adquiere diversas interpretaciones, de acuerdo a los debates contemporáneos, discursos e intereses de los grupos sociales en contextos específicos. De esta manera, este aspecto resulta determinante para la manera en que se aborda, en acciones y prácticas concretas, desde diferentes ámbitos y actividades de desarrollo de la vida, los

principios que impulsa la agenda de la sustentabilidad.

En términos generales, las reflexiones en torno a la sustentabilidad que se vienen acumulando a lo largo de estas décadas, además de impulsar en el plano de las ideas un cambio de conciencia y valores ambientales, explora nuevas perspectivas a través de prácticas y organizaciones sociales.

4) Resultados y discusión.

La organización en la producción arquitectónica en La Comarca.

La producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca involucra aspectos funcionales, espaciales, ambientales, estéticos, económicos, estructurales y constructivos; cada uno de estos es resuelto por los agentes intervinientes de maneras diversas, por lo que adquieren configuraciones distintas; tanto en las resoluciones técnicas finales, en el sistema productivo implementado, como en la modalidad de producción aplicada (Dorado, 2023).

Siguiendo la propuesta de Dorado (2023) para abordar el aspecto organizativo de la construcción, se aborda la dimensión tecnológica de la actividad; y sin agotar su totalidad, se caracteriza específicamente dos componentes internos que la conforman: los roles/funciones que desempeñan las entidades participantes y

las actividades/acciones que desenvuelven; para aproximarnos a la comprensión de la manera en que el grupo social protagoniza la práctica actualmente y la forma en que se organizan para su desenvolvimiento.

La actividad en torno a la producción de esta arquitectura en La Comarca es desarrollada por entidades que desempeñan roles altamente superpuestos y se identifican numerosos casos en los que un mismo actor ejecuta diversas actividades. Entendiendo esto, y para una aproximación a su comprensión, se parte de la desagregación de roles y actividades (Tabla 1- Pag.10)

Los principales roles/actores que intervienen en el proceso productivo son: autoconstructores, constructores de distintos oficios, arquitectos, proveedores de recursos, comitentes y contratistas. Entre estos, el desempeño en una o más actividades es variado; incluso algunos agentes se desempeñan en más de un rol en la actividad productiva; esto se puede identificar en la (Tabla 2- Pag. 11)

A partir de la propuesta de desagregación de roles que se efectuó en la (Tabla 1) para ilustrar la diversificación que comprende la actividad; en la (Tabla 2) se identifican aquellos en los que se desempeñaron y/o desarrollan actualmente las personas entrevistadas en relación al rubro.

Tabla 1. Desagregación roles/actividades del rubro de la construcción natural en La Comarca.

Roles	Sub roles	Actividades	Sub actividades
Autoconstructor	albañil (oficial, ayudante, aprendiz)	construye (Diferentes ítems de obra)*	construye cimientos
			construye estructuras y cubiertas
			construye cerramientos
	gestor de recursos	gestiona, coordina*2	realiza terminaciones
			realiza carpintería de vanos
			realiza instalaciones eléctricas y sanitarias
encargado	toma decisiones, planifica *3	gestiona materiales y herramientas	
		gestiona albañiles	
		financia	
Constructor	albañil (oficial, ayudante, aprendiz)	construye (Diferentes ítems de obra)*	toma decisiones técnicas
			toma decisiones diseño
	carpintero	realiza trabajos exclusivamente de madera	programa
			idem (*)
	estuero	construye estufas	realiza estructuras y cubiertas
			realiza puertas y ventanas
dirección técnica	toma las decisiones técnicas *4	estufas con técnicas de albañilería	
		diseña y toma decisiones técnicas	
formativo	comparte conocimientos en cursos y talleres	toma decisiones de diseño técnico	
		supervisa	
		comparte talleres de constr. natural general	
Arquitecto	proyectista	diseña	comparte talleres de terminaciones
			comparte talleres de estufería
	contratista	gestiona, coordina, contrata, terciariza	ejecuta planos
			se relaciona con el cliente
	encargado + gestor de recursos	toma decisiones, planifica, gestiona	gestiona materiales y herramientas
			contrata albañiles
director técnico	realiza consultas particulares	se relaciona con el comitente	
		realiza recomendaciones e inspecciones	
formativo	comparte conocimientos en cursos y talleres	contrata o terciariza servicios y equipos	
		idem (*2)+(*3)	
		idem (*4)	
Proveedor	aserradero	provee madera	realiza recomendaciones e inspecciones
			idem (*)
	proveedor de arcilla	provee arcilla	comparte talleres de constr. natural general
comparte cursos de diseño proyectual			
Comitente	cliente	encarga el proyecto	se provee de materia prima
			transforma el recurso
	usuario	recibe un plan de políticas públicas de viviendas	comercializa
			comercializa, distribuye
autoconstructor	emprende su proyecto	se provee de arcilla	
		comercializa, distribuye	
financista	provee el recurso económico	toma decisiones, elige	
		financia	
Contratista	encargado	gestiona recursos, contrata, organiza	financia
			construye
	arquitecto	proyecta, contrata y organiza	gestiona materiales y herramientas
			organiza, programa, planifica

Tabla 1. Elaboración propia en base a entrevistas, 2024.

En base a este análisis se entiende el carácter difuso/complejo que adquieren las formas organizativas para la producción de arquitectura natural en La Comarca; cómo al establecerse estructuras en la que se diversifican y superponen los roles y las

actividades, se generan lógicas variadas que, si bien son posibles de diferenciar en dos grandes grupos (aquellos que se dedican a la autoconstrucción y quienes desenvuelven la actividad laboralmente y de manera profesionalizada), en las

prácticas cotidianas se dinamizan y se construyen tramas sociales mucho más complejas.

En este sentido, resulta importante tener en cuenta que la organización de la producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca también comprende instancias colectivas, aspecto que implica la construcción de lógicas

alternativas en común. Estas se materializan en redes socio-técnicas y organizativas, a nivel local (Red de Bioconstructores de La Comarca Andina), a través de la cual los actores afines por diferentes razones a la actividad productiva o involucrados en la misma de diversos modos, participan en la gestión de instancias formativas y de coordinación.

Tabla 2. Superposición de roles/actividades.

COD	Roles						Subroles										Actividades											
	Autoconstrutor	Constructor	Arquitecto	Proveedor	Comitente	Contratista	Albañil (of., ay.)	Gestor de recursos	Encargado	Dirección técnica	Carpintero	Formación	Proyectista	Aserradero	Usuario	Estuero	Construye (gral.)	Gestiona recursos	Toma decisiones téc.	Planifica- coordina	Trabajos de carpintería	Dicta cursos- talleres	Provee madera	Construye (específicos)	Construye estufas	Diseña- proyecta	Resulta consultorias	Contrata equipos
E1	x	x					x (o)	x	x	x					x		x	x	x	x	x					x		
E2		x					x (a)			x							x			x								
E3	x	x	x				x (o)	x	x	x		x	x		x		x	x	x	x	x				x	x	x	
E4				x									x									x						
E5	x						x (o)	x	x	x					x		x	x	x	x	x				x			
E6	x				x		x(a)	x							x		x	x								x		
E7	x	x	x			x	x (o)	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	
E8		x					x (o)			x								x	x	x			x					
E9			x							x		x	x						x	x		x				x		
E10		x					x (o)																x					
E11		x	x				x (o)	x	x								x	x	x	x	x							
E12			x					x		x		x						x	x	x						x		
E13	x	x					x (o)	x	x	x		x			x			x	x	x			x					
E14	x	x					x (o)	x	x	x		x			x			x	x	x	x							

Tabla 2. Elaboración propia en base a entrevistas, 2024

El doble carácter de la actividad: lo local y lo global.

El aspecto local del fenómeno de la construcción natural en La Comarca se crea a partir de acciones concretas que desarrollan agentes y organizaciones particulares, movilizadas por demandas y ofertas de diferentes tipos: habitacionales, formativas, de gestión de recursos e incluso organizativas. En las mismas prácticas se configuran procesos, cosas y sentidos propios y específicos del territorio, que como resultante generan un complejo

conjunto de elementos dinámicos que se distribuyen/concentran en diferentes densidades y posiciones espaciales determinadas; esto es posible de distinguir en las categorías previamente identificadas. Actualmente, para el caso de La Comarca I) las demandas habitacionales implican aquellas de tipo constructivo y proyectuales, que se sitúan mayormente en comunas rurales y zonas de interfase (Las Golondrinas, Mallín Ahogado) o en áreas urbanas en crecimiento (Lago Puelo); además, suelen

realizar desplazamientos cotidianos quienes trabajan en la construcción para desenvolverse en sus actividades laborales en las distintas localidades y parajes del sector, II) las formativas se desarrollan en las mismas construcciones de manera práctica y experiencial, u ocasional y periódicamente en instituciones (escuelas, centros de formación técnica, talleres y encuentros) generalmente con mayor concentración en zonas urbanas, III) la provisión de recursos naturales depende del mismo recurso en cuestión: la madera para la construcción se obtiene de áreas de bosques intermedios o cercanos a las localidades, que son asignados por las unidades ejecutoras de protección de bosques, y a su vez, los agentes que transforman el recurso (aserraderos) se encuentran en zonas aledañas a los centros urbanos; las canteras de áridos y arcilla se encuentran junto a ríos y en zonas de montaña, en cercanía a las áreas productivas, y en algunas ocasiones son gestionadas por los mismos constructores y en otras por proveedores particulares; el material vegetal es comercializado mayormente por cooperativas y agentes que trabajan en la producción agroecológica en grandes chacras, en áreas próximas al centro urbano de El Bolsón por ejemplo; y los elementos de corralón se obtienen en los centros urbanos más desarrollados (El Bolsón principalmente), IV) por último, las

cuestiones del ámbito organizativo, que incluye reuniones y asambleas (RedBioCA- Red de Bioconstructores de la Comarca Andina; y político institucionales- mesas de gestión convocadas por municipalidad de El Bolsón), generalmente se concentran en espacios comunitarios y centros de formación en el primer caso (Loma del Medio-El Bolsón) y en oficinas del estado en el segundo (El Bolsón).

Dicho esto, cabe destacar que en el mismo desarrollo de la actividad y las acciones concretas que moviliza, en las que se van configurando territorialmente elementos y procesos; se construyen percepciones, concepciones y experiencias, en la creación de una existencia social particular en torno a la producción arquitectónica en el contexto. Lo percibido, categoría que se crea en las prácticas y experiencias de la vida cotidiana, se constituye en la actividad constructiva misma, en las modalidades y dinámicas relacionales que adopta, en las formas de habitar, en los encuentros, en las experiencias comunicativas y formativas. Lo concebido es el resultado de elementos que se organizan en la esfera de lo conceptual y racional, determinado por una forma particular de entender. Se reproduce como sistema cognitivo en dinamismo, que se materializa en la dimensión de lo comunicativo; diseño, información, técnicas constructivas y objeto arquitectónico. Por último, las experiencias y emociones traducen las vivencias a una

categoría simbólica que otorga sentidos en torno a la actividad; en estas incide el mismo territorio y su historia, memorias e identificaciones; creando nuevos sentidos de pertenencia, identidades, lógicas, intereses y valores. De esta manera, las experiencias vividas se traducen en todo aquello que incorpora significantes por su condición de localidad y particularidad, individual y colectivamente, en relación armónica con ciertos paradigmas globales con los que sus protagonistas se identifican; para el caso, valores ecológicos y de sustentabilidad.

Figura 1. “Espacialidad de la producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca”

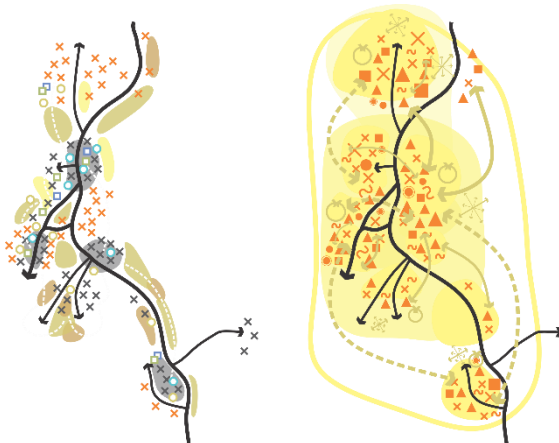


Figura 1. Elaboración propia, 2025. A. Distribución espacial de la actividad productiva, B. Representación espacial de la producción local de la actividad en La Comarca

Todos estos aspectos van mapeando un territorio dinámico de nodos y conexiones, que además de disponerse en posiciones particulares dentro del conjunto, varían en frecuencia y consolidación; conformando una trama heterogénea y consolidada de elementos, procesos y sentidos con

distintas direcciones que siguen una lógica específica.

Lo global del fenómeno en cambio se crea en las prácticas de territorialidad que genera la actividad productiva; por lo tanto, existe a partir de las tramas y conexiones que trascienden la localidad alcanzando a diferentes sociedades y actores; y que, del mismo modo, configuran una dimensión abstracta del fenómeno en el orden de lo cognitivo y lo simbólico, pero en esta escala, de manera común y subyacente a los diferentes casos en los que este se reproduce. Por lo tanto, lo global se hace evidente de manera clara en las prácticas concretas de redes de diferentes tipos y en las construcciones sociales que resultan de éstas. Dichas prácticas se agrupan en: formativas, comunicativas, habitacionales y organizativas; y a partir de estas se reproducen complejas configuraciones epistémicas de un fenómeno de carácter global. I) En cuanto a lo formativo, la práctica se concreta en la demanda y oferta de talleres, encuentros y seminarios de formación práctica y/o teórica de los que participan personas afines a ciertos intereses y provenientes de diferentes ámbitos geográficos, ya sean en modalidades virtuales o presenciales, de carácter nacional o internacional, institucionales o privados, II) por prácticas de la esfera de lo comunicacional se incluyen aquellas por las que a través de diferentes medios de comunicación, ya

sean libros, artículos, videos, imágenes y publicaciones en redes sociales, se transmite información tanto del ámbito de lo técnico como de lo discursivo e ideológico, III) la categoría habitacional tiene que ver con la consulta proyectual y asesorías técnicas para el diseño y ejecución en diferentes sitios, tanto como con los desplazamientos de constructores y equipos de construcción hacia otras localidades distantes en momentos del año específicos (para el caso de La Comarca mayormente en invierno y por demandas particulares como estufas de inercia térmica de gran desarrollo técnico en la zona), IV) por último, lo organizacional se materializa en la participación de miembros de la actividad productiva en redes sociotécnicas y organizativas, tanto a nivel local (RedBioca), nacional (RedProTierra) e Iberoamericana (RedProterra), organizaciones con intereses formativos, ideológicos y de gestión en común.

De esta forma, las prácticas implicadas en la producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca, también se insertan en sistemas mayores, paradigmas globales y estructuras epistémicas comunes en diferentes ámbitos; que para la actividad en cuestión y en aspectos generales, reproducen valores e intereses que se orientan mayormente hacia el orden de lo cultural o de lo ecológico/sustentable, dependiendo del caso. A su vez, este es el modo en que

se justifica y construye socialmente fundamento al desarrollo de la actividad, en la creación de sentidos comunes de la práctica; posicionándola como símbolo de resistencia al modelo productivo capitalista e industrializado y reproduciendo una trama que se expande en prácticas verdaderamente territorializadas.

Interpretaciones de Sustentabilidad: el caso de La Comarca.

La concepción de sustentabilidad como el conjunto de acciones y principios que buscan alcanzar ciertos grados de calidad de vida para las sociedades actuales, sin comprometer la posibilidad de satisfacción de necesidades de las generaciones futuras; se aplica en el contexto de La Comarca a través de prácticas y discursos que, guiados por valores ecológicos, instalan el debate y la demanda en torno a lo sustentable. Para el ámbito de estudio las dinámicas de sustentabilidad se instalan en las actividades que desarrolla la construcción con materiales naturales, como también en otras afines, de producción agroecológica, mercados locales, conformación de comunidades ecológicas, entre otras. Sin embargo, volviendo a los límites que el mismo concepto plantea, en las prácticas parecen reflejarse perspectivas divergentes, aun compartiendo principios en común.

Como se mencionaba previamente, los posicionamientos epistémicos y las acciones concretas en relación al término,

son particulares del entorno y sus condicionantes. Para el caso de La Comarca, las dinámicas actuales de sustentabilidad surgen como respuesta particular en el marco en el que se insertan: territorio que hace décadas se encuentra en constante y acelerado crecimiento poblacional, factor que además de acentuar la marginación a pobladores nativos que históricamente fueron relegados y vulnerados, incentiva la proliferación de urbanizaciones espontáneas y facilita la promoción de lógicas de crecimiento que mercantilizan los recursos naturales, el paisaje y el suelo; sumado a las presiones de emprendedores turísticos que no contemplan las capacidades ambientales y locales, ni el deterioro ambiental que todo esto implica, redundando en un panorama de permanentes amenazas por potenciales desastres antrópicos, debido al escaso desarrollo de estrategias y planificación para el asentamiento humano en el sector. En tal contexto, la construcción con materiales naturales se presenta como actividad productiva de arquitectura alternativa a la convencional, que, movilizadora por diversos intereses, promueve valores de sustentabilidad que se manifiestan en dinámicas particulares. En la siguiente tabla (Tabla 3- pág. 17) se categorizan y describen las formas en que el término se traduce de diferentes modos y en acciones concretas en el proceso de

producción.

El cuadro de análisis muestra cómo el concepto de lo sustentable se manifiesta tanto en el producto arquitectónico como en los procesos, lógicas y tecnologías que se desarrollan para alcanzarlo. Además, se hace evidente que la posición epistemológica respecto a la sustentabilidad en La Comarca comprende una diversidad de variables, que en mayor o menor medida se aproximan a principios globales del paradigma; pero que, para este caso específico, se encuentran vinculados directamente a las formas de asentamiento en el territorio y las posibilidades/desafíos que éste presenta, a la lucha coyuntural en defensa y protección del mismo ante lógicas capitalistas y de despojo, a la convergencia de ideas de múltiples orígenes en un mismo sector que dispone de abundantes recursos, a las condiciones de crecimiento del área, a las capacidades organizativas de los grupos sociales y a la contemporaneidad con otros movimientos socioambientales.

Ahora bien, los límites conceptuales de la sustentabilidad se expresan en el alcance del paradigma en esferas que promueven intereses contradictorios respecto a los lineamientos que el concepto intenta proponer; estos son, lógicas empresariales y capitalistas. En La Comarca, este conflicto epistemológico se hace evidente en la actividad que desenvuelven e impulsan desarrolladores inmobiliarios,

empresarios de turismo, y grandes terratenientes, quienes buscan rentabilidad económica usando ideas en torno a la sustentabilidad, calidad de vida, contacto con la naturaleza y retorno a una vida más saludable. Estos agentes son guiados por lógicas que centralizan el paisaje como mercancía inmobiliaria, constituyendo formas simbólicas y materiales de apropiación de la naturaleza, a través de mecanismos que usan al “paisaje privilegiado” como producto de valor inmobiliario; y a su vez, desestiman la finitud de los recursos naturales y los cuidados socioambientales necesarios para propiciar la calidad de vida de las generaciones futuras (A. Monteleone, 2020).

Respecto a esto, en la producción de arquitectura con materiales naturales, de la misma manera surgen lógicas que, si bien parecen inscribirse en los mismos paradigmas, se reproducen a partir de perspectivas e intereses divergentes. Las formas de entender al desarrollo local en términos de sustentabilidad de quienes desenvuelven la actividad de manera autoconstructiva parecen contemplar la necesidad de construir nuevas formas de habitar, pensar y vincularse con el ambiente y el grupo social, favoreciendo el equilibrio y acciones de cuidado; sin embargo, quienes participan en el proceso productivo como actividad laboral en la que buscan el crecimiento profesional y técnico,

comparten valores similares de desarrollo local, pero al estar atravesados por necesidades y demandas de otros agentes comitentes, además de tener que responder a necesidades de rentabilidad económica, deben desarrollar estrategias para posicionarse en lugares de mediación entre sus propias ideologías, los intereses de la segunda parte, y los requerimientos para hacer un producto competitivo en la oferta inmobiliaria.

En vista de lo comentado, cabe preguntarnos entonces cómo se transforma el concepto de lo sustentable a partir de cada dinámica del proceso productivo, con el fin de entender si efectivamente, a pesar de las diferencias, logran responder a las preocupaciones que plantea el paradigma; o de no ser así, si sus valores son tergiversados por las mismas lógicas capitalistas que se intentan derribar.

Es necesario profundizar en las implicancias que pueden traer consigo estas disputas de sentidos de la práctica en La Comarca, pensar en los posibles horizontes tecnológicos de la construcción a partir de materiales naturales para el contexto y las transformaciones que estos posicionamientos epistemológicos producen potencialmente en la misma. En términos filosóficos, intentar de-construir la posición de la hegemonía epistémica, cuestionar los mecanismos con los que se legitima cierto saber e invisibiliza

conocimientos subalternos (Peyloubet, 2019). Además, partiendo del sentido que adquiere la actividad productiva en el territorio en cuanto al valor de los procesos

autogestivos y de organización colectiva, indagar en las implicancias que traen consigo las tendencias capitalistas para su desarrollo.

Tabla 3. Interpretaciones de sustentabilidad para el caso de La Comarca.

Dinámicas de sustentabilidad en la construcción natural en La Comarca Andina		
Categorías de análisis	Descripción	
Actores e intereses /significantes	Objetivos de la práctica contemporánea	Enfasis en el crecimiento y desarrollo técnico/ logístico de la construcción a partir de materiales locales, para lograr posicionarla como alternativa habitacional en las lógicas actuales, poniendo en valor su capacidad de generar ciclos de vida completos y disminuir la repercusión de la actividad humana sobre el ambiente.
	Discurso/ ideología de los actores que conforman el grupo social	El debate de la sustentabilidad está instalado en La Comarca y se discute de diferentes modos, tanto en el área de la construcción y el hábitat, como en otros ámbitos de la vida. Lo protagonizan agentes externos que se desplazaron hacia el sector en búsqueda de nuevos estilos de vida, trayendo ideas y valores ambientales.
	Conformación social en clave histórica	En la historia de poblamiento del sector, se desarrollaron y utilizaron recursos, técnicas y estrategias que resultaron necesarios para sobrellevar los desafíos que implicaba el habitar áreas rurales, a veces inhóspitas y climas desafiantes; acciones que traen implícitos ciertos principios de sustentabilidad previos al concepto.
Manejo de recursos	Recursos materiales	La actividad promueve el uso de materiales localmente disponibles, principalmente madera, fibra vegetal, áridos, arcilla y lana de oveja; con el objetivo de aprovechar los abundantes recursos que brinda el entorno, evitando generar gastos energéticos mayores y huella de carbono, que ocasionan los traslados a grandes distancias.
	Recursos laborales	En el mismo sentido, tal como propone la reducción del uso de materiales industrializados, la actividad promueve mayor inversión económica en mano de obra y trabajo de oficio en lugar de financiar productos terminados para la construcción provenientes de procesos extractivos a gran escala, mecanizados y monopolizados.
Estrategias organizativas	Organización para la producción	Se desarrollan lógicas organizativas para lograr desenvolver la actividad de manera continua anualmente, creando estrategias para adaptarse a las especificidades climáticas y del entorno. Estas permiten desarrollar un calendario productivo adaptado armónicamente a las condiciones naturales.
	Organización colectiva	En diferentes grados y coyunturas, el grupo social adopta estrategias organizativas para resolver problemáticas y crear instancias de coordinación, formación, gestión en común y acción; guiadas por valores de cuidado y protección al entorno y a la sociedad, llevándolos a prácticas concretas.
	Dinámicas organizativas	Los roles y actividades que realizan los diferentes actores se diversifican y superponen de manera estratégica para lograr desarrollarse en la actividad. Las dinámicas autoconstructivas son aquellas que de manera más explícita, promueven y materializan los ideales de desarrollo sostenible
Estrategias técnicas	Desarrollo para la eficiencia energética	Diseño arquitectónico con criterios de implantación en el terreno, de asoleamiento y de protección al frío a través de la disposición y materialidad de cerramientos, con el objetivo de disminuir el uso de recursos energéticos excedentes para el confort térmico
	Desarrollo de sistemas particulares	Desarrollo tecnológico del producto para mejorar las condiciones de calidad de vida en armonía con el entorno; estos son: estufas de inercia térmica, sistemas de tratamientos de agua y de residuos sólidos, sistemas de cerramientos específicos, etc.

Tabla 3. Elaboración propia en base a entrevistas, 2025

Perfil productivo.

El perfil productivo manifiesta las formas en

que el grupo social, a partir de los recursos disponibles, interpreta fenómenos globales

para desarrollar actividades de producción; por lo tanto, éstos varían para cada ámbito geográfico, guiados por las características intrínsecas de la sociedad implicada y por las posibilidades/desafíos contextuales contingentes.

Dicho esto, el desarrollo contemporáneo de la producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca, manifiesta un perfil predominantemente colectivo e ideológico-ecológico: con una fuerte participación de la comunidad en torno a la esfera organizacional en la gestión socio-técnica y política, a través de prácticas que contemplan el cuidado ambiental y construyen sobre principios de sustentabilidad; para responder a necesidades y demandas que se presentan en el entorno y superar dificultades técnicas y habitacionales propias de las rigurosidades climáticas, manifestándose como propuesta alternativa a las lógicas que mercantilizan y capitalizan al territorio. Las prácticas de autoconstrucción comunitaria en “mingas” que se desarrollan en La Comarca, tanto como en otras regiones, en cuanto expresión organizativa representativa de la construcción con materiales naturales, adquieren valor y otorgan sentido a la actividad en este contexto particularmente que se encuentra en proceso de formación de un sujeto social fuertemente politizado y agrupado en la lucha por la defensa del territorio y sus recursos en disputa. En cuanto a esto, es

posible afirmar que aquellos procesos *autogestionados o espontáneos*, como han sido mencionados por algunos autores, son en realidad organizaciones productivas complejas que además involucran una multiplicidad de dimensiones y variables en su interior (Dorado, 2023).

Conclusiones.

Este trabajo analizó las dinámicas que adopta actualmente la producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca, para demostrar cómo la práctica se constituye en estructuras de doble carácter a partir de su posicionamiento epistémico: local y global. Se logró evidenciar cómo los grupos sociales, a partir del entorno en el que se desarrollan y los recursos disponibles en él, interpretan paradigmas globales incorporando posicionamientos particulares que se acercan en mayor o menor medida al fenómeno en su carácter global. La forma en que se organizan sus actores y las concepciones discursivas locales que reproducen alrededor de la práctica ponen en manifiesto un perfil productivo representativo del fenómeno en escala local y las concepciones epistemológicas que lo atraviesan.

La organización en la práctica arquitectónica en La Comarca comprende estructuras sociales de gran complejidad respecto a los actores y roles/actividades que intervienen en el proceso productivo; y esto se hace evidente principalmente en la

diversificación y superposición de roles que se desempeñan. Este aspecto deviene en la conformación de lógicas discursivas divergentes que condicionan su desarrollo y fomentan perspectivas diferenciales.

La actividad productiva se constituye localmente a partir de acciones concretas de diferentes tipos: habitacionales, formativas, de gestión de recursos y organizativas; a través de las cuales se configuran procesos, cosas y sentidos específicos del territorio en el que se desarrolla. El aspecto global de la misma se crea en las prácticas de territorialidad que genera, en las tramas y conexiones de clase formativa, comunicativa, habitacional y organizativa que trascienden la localidad y configuran una dimensión abstracta del fenómeno en el orden de lo cognitivo y lo simbólico. Entonces, los marcos globales contribuyen a justificar y construir sentidos a la actividad productiva; pero lo local permite que el fenómeno exista y sea verificable, por lo que su traducción, inherentemente, implica interpretaciones particulares del mismo.

El concepto de sustentabilidad se manifiesta en La Comarca en la producción de arquitectura con materiales naturales tanto a través del producto arquitectónico como de los procesos, lógicas y tecnologías que implica. La posición epistemológica de sus protagonistas respecto al término se constituye en una diversidad de aspectos, que en mayor o

menor medida se aproximan a principios globales del paradigma; pero, fundamentalmente, se vinculan a la coyuntura contemporánea del territorio y la historia que lo condiciona. Asimismo, la concepción respecto a las prácticas sustentables en el contexto fluctúa en inconsistencias y contradicciones que convocan a la reflexión.

Por último, el trabajo logró destacar cómo el desarrollo contemporáneo de la producción de arquitectura con materiales naturales en La Comarca manifiesta un perfil productivo con una fuerte impronta social y ecológica, que responde tanto a las características inherentes del territorio como a la conformación social y política que se propiciaron en él y las capacidades que los actores desarrollaron para consolidarse.

Bibliografía.

- Bermejo, R., Arto, I., Hoyos, D., Garmendia, E. (2010). *Menos es más, del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible*. País Vasco: Editorial Egoa.
- Cañuqueo L., Kropff L., Pérez P. (2015). *A la sombra del Estado: comunalización indígena en parajes de la pre cordillera de Río Negro, Argentina*. Revista del Museo de Antropología. IDACOR-CONICET / Facultad de Filosofía y Humanidades. UNC. p.159-170
- Casalis, A. (2011). *Desarrollo local y territorial: aportes metodológicos y teóricos para las políticas públicas*. Revista de ciencias sociales, 3(19), 159-175. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto UNQ
- Díaz Cuevas, P., Becerra Fernández, D., Villar Lama, A. (2020). *Transición ecológica y emergencia climática en las enseñanzas de turismo*. Cuadernos de

Turismo, nº 48, (2021); pp. 325-349

eISSN: 1989-4635 DOI:

<https://doi.org/10.6018/turismo.492791>

Dorado P., Cabrera S., Rolón G. (2022). *Contemporary difficulties and challenges for the implementation and development of compressed earth block building technology in Argentina*. Publicado en: Journal of Building Engineering 46, 103748.

Dorado, P. (2023). *La Producción de arquitectura con tierra en los Valles Tucumanos. Aproximaciones a la definición de un cluster productivo emergente*. Tesis de doctorado. FAU. UNT.

Dorado, P. (2024). *Modelos de producción y dinámicas contemporáneas de la arquitectura residencial rural. Su análisis desde la construcción con tierra en los valles tucumanos, Argentina. Tucumán, Arg.* Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura y Sociedad. Vol.37 - N.º 37

Gudynas, E. (2011). *Buen Vivir: germinando alternativas de desarrollo*. Quito, Ecuador: A.L. en Movimiento.

Hafez H., El-Mahdy D. & Marsh A.T.M. (2023). *Barriers and enablers for scaled-up adoption of compressed earth blocks in Egypt*. Building Research & Information.

Hieronimi, H., Ortiz, M. (2008).

Permacultura: diseño para un mundo en descenso energético. Recuperado de www.tierramor.org

Holgreem, D. (2007). *La esencia de la Permacultura*. Victoria, Australia: 16 Fourteenth Street, Hepburn.

Lolich L. y Guevara T. A. (2015). *Public Policies Under Tension: Tourism and Environmental Protection – A Case Study in Patagonia*. Tourism Research Unit.

Lolich, L. (2015). *Water and Built Habitat*. Luciano Editore.

Minke, G. (2008). *Manual de construcción con tierra*. Montevideo: Fin de Siglo.

Monteleone, A. (2020). *Acceder al paraíso. El paisaje como mercancía inmobiliaria en la cordillera patagónica. El caso de la localidad de Lago Puelo, provincia de Chubut*. Ediciones Extramuros.

Mühlmann, S. (2012) *La Selección de Materiales de Construcción con Criterios*

de Sustentabilidad como Interfase en el Proceso Proyectual. XXV Jornadas de Investigación y VII Encuentro Regional, si+amb, Proyecto y Ambiente, SI-FADU-UBA, coordinado por G. Sorda, edición literaria, I. Mignaquí, 1º ed., Aulas y andamios, Buenos Aires, págs. 1008-1018

Pelé-Peltier A., Charef R., Morel J.C. (2022). *Factors affecting the use of earth material in mainstream construction: a critical review*. Building Research & Information.

Peyloubet, P. (2019). *La tecnología como territorio de la co-construcción del conocimiento en el campo del hábitat*. Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad - Vol. 26 - N.º 26.

Rolón, G., Sanchez A. y Herr C. (2022) *La tecnología de construcción con tierra en la conformación del paisaje de frontera del Estado-nación argentino durante el siglo XIX y principios del XX*. Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas "Mario J. Buschiazzo", v. 52 (1), 1-17.

Schiller, S. (2009). *Arquitectura para un futuro sustentable*. Centro de Investigación Hábitat y Energía. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo-Universidad de Bs. As. CUMEX, Mexicali.

Svampa, M., Viale, E. (2020). *El colapso ecológico ya llegó*. Ciudad Autónoma de Bs As, Argentina: Editorial Siglo XXI

Thomas, H. y Buch A. (2013). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. UNQ. Editorial. Bernal.

Thomas, H., Juárez, P., Picabea, F. (2015). *¿Qué son las Tecnologías para la Inclusión Social?* 1a ed. - Bernal: UNQ.

Torre, A. (2018). *Micro/macro: ¿local/global? El problema de la localidad en una historia espacializada*. Historia Crítica nº 69

Williams, F. (1999). *Las viviendas rurales de la colonia galesa del Chubut: primeras conclusiones de un relevamiento*. Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas, FADU UBA. Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas, FADU, UBA. Buenos Aires.

1.- DDHH en América Latina: desafíos presentes y futuros

"La Reforma Constitucional Argentina de 1994 y la tensa relación entre Democracia y Capitalismo: un análisis desde los DDHH"

Autor: Rodríguez Bonavía, Lautaro; lautarorodriguezbonavia29@hotmail.com

Orientador/a: Borello, Raúl; rborello1734@gmail.com

Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales

Resumen

La reforma constitucional en la Argentina en 1994 se enmarca en una tendencia regional en América Latina, marcada por múltiples cambios en los textos constitucionales de cada país. A su vez, se enmarca en un contexto internacional signado por la implosión de la Unión Soviética y el fin de la Guerra Fría, que conllevaron a la hegemonía global de la Democracia Liberal -mas no sin conflictos de por medio.

Uno de los conflictos que rodearon esta época fue lo que autores como Chantal Mouffe señalan como: la tensión entre Democracia y Capitalismo, entendiendo al primero como los elementos en pro de la búsqueda de la igualdad y el incremento de la soberanía popular, mientras el segundo como los mecanismos de regulación de la intervención estatal y defensa de las garantías individuales

En el siguiente trabajo se buscará
En el siguiente trabajo se busca determinar la relación entre la Reforma Constitucional

de 1994 -en clave de los D.D.H.H. ratificados y reconocidos por esta- y la dicotomía o tensión entre Democracia y Capitalismo. Se pretende realizar una caracterización del "Pacto de Olivos" y las reformas introducidas a la constitución, para determinar la ligazón entre las mismas con la "Democracia" y el "Capitalismo". Finalmente se pasa a una discusión de los balances positivos y negativos de la relación existente. Como resultado principal, se obtuvo que la relación entre la reforma constitucional de 1994 y la tensa relación Democracia – Capitalismo fue de mutua complementariedad. A su vez, se encontró que la reforma acabó por mantener y exacerbar la tensión Democracia – Capitalismo -imponiendo a este último- y generando efectos negativos que al día de hoy se mantienen en el Estado y sociedad de la Argentina.

Palabras clave: Democracia, Capitalismo, Reforma Constitucional

Introducción

Con el derrumbe del muro de Berlín en 1989 y la posterior disolución de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas tan solo 3 años después, el sistema capitalista estadounidense alzó como flamante victorioso en la contienda contra su máximo rival: el comunismo soviético y con ello parecía llegarse a lo que pensadores como Francis Fukuyama (1992) denominarían como el “fin de la historia”. Para Fukuyama, con el triunfo norteamericano en la Guerra Fría, se había alcanzado un momento en la humanidad en el cual -desde entonces y hasta el fin de la humanidad- ya no sería posible el surgimiento de ideologías o posturas contrapuestas al liberalismo político-social y al capitalismo; de modo que, de una vez por todas, se sellaba en forma inquebrantable la relación entre la Democracia y el Capitalismo; por lo cual la única forma viable de gobierno que podría tener lugar en cada país del mundo sería exclusivamente la democracia de corte liberal-capitalista. Sin embargo, ya para mediados de la década de los 2000, esta relación en apariencia “inquebrantable” entre Democracia y Capitalismo comenzó a ser cuestionada por diversos autores de las ciencias sociales. En este sentido, destacan trabajos como el de Ellen Meiksins Wood (Wood, 2006) titulado “Estado, democracia, globalización”; en donde pone en cuestión que la democracia

que acompaña al sistema capitalista no es tanto una democracia “sustancial” o “total” -es decir, una en la cual se da una plena participación popular por vías de democracia directa y donde la participación responda a las diferencias existentes entre clases sociales- sino más bien una de tipo “formal”, en la cual el poder de decisión del pueblo se ve restringido meramente a la emisión de un voto en comicios electorales; donde la visión del pueblo pasa a ser reemplazada por la de los “ciudadanos”, entendidos como sujetos individualizados -es decir, los lazos comunitarios disueltos- con Derechos cívico-políticos naturales y en donde la esfera de lo político se separa radicalmente de la de lo económico. Sumado a esto, otro aspecto que destaca en el estudio efectuado por Wood es que las Constituciones nacionales y sus procesos de reforma juegan un rol fundamental ya que -siguiendo una visión liberal al estilo de John Locke- Wood afirma que estas permiten el establecimiento de un sistema político tendiente ya sea al “cercamiento” o la “limitación” del poder popular -con el fundamento de defender las “libertades individuales” como la propiedad privada y la vida- o bien, en caso contrario, a la “expansión” del poder popular, por medio de mecanismos como los de la llamada “Democracia Directa” (Wood, 2006) -Iniciativa Popular, Consultas Populares, por mencionar algunos.

En el caso de la Reforma Constitucional de la Argentina de 1994 - durante la presidencia de Carlos Menem – esto no resulta un dato menor, puesto que la misma se dio en un contexto de profundas transformaciones en la estructura social, económica y política del país. En primer lugar, destaca la reciente transición a la democracia -luego de lo que fue el sanguinario “Proceso de Reorganización Nacional” entre 1976 y 1983- la cual, se hallaba transitando un momento complicado para establecerse en forma definitiva. En segundo lugar, se vivía un panorama macroeconómico sumamente complejo, caracterizado por altos niveles inflacionarios a finales de la década de los 80 y la transición hacia un modelo económico que priorizaba la retirada del Estado de la intervención en la economía y la prioridad del mercado y lo privado por sobre lo público. En tercer lugar, se evidenciaba un malestar social muy grande -derivado del panorama económico y político crítico- que pedía por una redefinición del rol del Estado (ya fuese por una reducción del mismo a su mínimo posible o por la ampliación del mismo para garantizar una distribución de bienes más equitativa y mayores vías para la participación popular). En este sentido, la Reforma Constitucional de 1994 resulto de gran relevancia puesto que la misma terminaría por delimitar una cierta forma de accionar del Estado desde entonces -y

durante el resto de la década-, a la vez que supondría un realineamiento de fuerzas políticas pocas veces visto en la historia argentina. Teniendo en cuenta estos todos estos condimentos, el presente estudio propone una mirada alternativa a la última reforma de la Constitución Nacional de la Argentina, a la luz no solo de los efectos de la misma en términos de nuevos Derechos Humanos -de ahora en más D.D.H.H.- reconocidos, sino que, a la vez, poniendo en discusión las teorizaciones de diversos autores como Chantal Mouffe quienes han denunciado la existencia de una “tensión” al interior de la Democracia Liberal que hasta el día de hoy reina sobre nosotros, tensión signada por la oposición entre la soberanía/participación popular y la limitación del Estado y sus poderes sobre los ciudadanos. Destaca, en este sentido, la postura propuesta por Chantal Mouffe (Mouffe, 2003), donde postula la existencia de una “tensión” al interior de la Democracia Liberal, dado que la misma reúne en su seno dos aspectos que, en sí mismos, resultan opuestos: Democracia y Capitalismo.

Objetivos

El presente estudio tiene como objetivo determinar la relación entre la Reforma Constitucional de 1994 -en clave de los D.D.H.H. ratificados y reconocidos por esta- y la dicotomía o tensión entre Democracia y Capitalismo. Se buscará establecer qué conexión existe entre estos

nuevos Derechos reconocidos por la Constitución de 1994 y su relación con la tensión ya mencionada. Adicionalmente, se pretenderá realizar un balance de los cambios introducidos a la reforma y los aspectos positivos y negativos que estos hayan podido tener en el Estado y la sociedad argentina.

Materiales y métodos

Para el presente estudio, se emplearán diversas investigaciones que abarcan los pormenores de la Reforma Constitucional de 1994 -entre ellos de autores como Rodrigo Uprimny (Uprimny, 2011) y Laura Soto Moreno (Soto Moreno, 2020), además de estudios referentes a la tensión al interior de la Democracia Liberal como los de Mouffe y Jean-Fabien Spitz (Spitz, 2019).

Se tomará como marco teórico las conceptualizaciones de Chantal Mouffe en su libro “La Paradoja Democrática”, en el cual define a la Democracia Liberal como producto de una imbricación entre dos tradiciones: “Por un lado (...) la tradición liberal, constituida por el imperio de la ley, la defensa de los derechos humanos y el respeto a la libertad individual; por otro, la tradición democrática cuyas ideas principales son las de igualdad, identidad entre gobernantes y gobernados y soberanía popular” (Mouffe, 2012: p. 20) De estas dos tradiciones, tomaremos a la segunda para referirnos a la “Democracia” en términos concretos, mientras que a la

primera la identificaremos más bien como “liberalismo” y la emparejaremos con el concepto de “Capitalismo”, el cual tomaremos como las tendencias o mecanismos que pretenden limitar el poder del Estado y de la participación popular. Para Mouffe estas dos tradiciones se desenvuelven en un proceso de “pluralismo agonístico”, según el cual, si bien pueden tener puntos de contacto, en general se manifiestan en formas diametralmente opuestas y en cada tipo de régimen que se implemente (sea una Democracia puramente liberal, deliberativa o pluralista) siempre una de las dos tradiciones acaba por imponerse por sobre la otra; siendo imposible la conciliación entre ambas por vías de “consensos”. Nos centraremos en esta relación entre la Democracia -entendida como la tradición democrática descrita por Mouffe- y el Capitalismo -asociado a la “tradición liberal” de primacía de la ley, los Derechos Humanos y la libertad individual frente a la igualdad, que conlleva a la limitación de la intervención del Estado y de la participación popular-, en el caso particular de la reforma constitucional del año 1994; entendiendo a la Constitución Nacional de 1994 bajo la definición propuesta por Juan Manuel Cortez, quien la entiende como: “un evento político que constituye el origen de una convención social (...) implica, por lo tanto, el origen de una práctica social continua” (Cortez, 2021: p. 1). Es decir, se

tomará a la Constitución surgida del proceso de reforma en 1994 como el producto de un pacto entre actores políticos que busca hacer frente a esta contradicción entre Democracia y Capitalismo -evidenciado este “pacto” en un suceso histórico delimitado en tiempo y espacio como lo fue el “Pacto de Olivos”.

Se pretenderá, en primer lugar, realizar una contextualización general del proceso de Reforma Constitucional del 94 (inserción en el contexto latinoamericano, circunstancias y motivaciones para encauzar el proceso de la reforma, etc.); posteriormente proceder con un análisis detallado del “pacto” determinado y de los mayores cambios acaecidos en la nueva Constitución Nacional en términos de qué D.D.H.H fueron añadidos, reconocidos y/o ratificados y a qué “tradición” reflejan (Democracia o Capitalismo). Finalmente, se establecerá la relación existente entre los cambios en materia de DDHH incluidos en la reforma y la tensión entre Democracia y Capitalismo -cómo esta se modificó, qué tradición se impuso- y se pasará a una breve discusión de sus efectos positivos y negativos.

Resultados y discusión

De acuerdo con autores como Rodrigo Uprimny (2011), el caso de la reforma constitucional en la Argentina en 1994, lejos de ser un suceso aislado, puede enmarcarse en lo que se conoce como el “Nuevo Constitucionalismo

Latinoamericano”, iniciado a mediados de la década de los ochenta (con la reforma constitucional colombiana en 1988) y que se extendió incluso hasta finales de la década de los 2000 (con la reforma constitucional boliviana de 2009). Este proceso se caracterizó por la búsqueda de diversos países de la región de dictarse nuevas constituciones o bien propiciar reformas profundas a las ya existentes; siguiendo el ejemplo de las enmiendas (amendment) en los Estados Unidos -o sea, la modificación del texto constitucional a través de “correcciones” que implementen reformas las cuales no alteren el orden fundamental de la Constitución. Es decir que, a diferencia de casos como la Reforma Constitucional boliviana de 2009 -que supuso una redacción de una constitución nueva- en Argentina, la reforma se llevó a cabo vía introducción de reformas notorias al texto constitucional, aunque sin la necesidad de encauzar la redacción de una nueva constitución desde cero.

El proceso de reforma constitucional en la Argentina siguió esta segunda variante de las “enmiendas” y, de acuerdo con Laura Juliana Soto Moreno (Soto Moreno, 2020), es posible encontrar su explicación en el contexto político argentino de mediados de la década de los 90. Fundamentalmente, para esta autora, la necesidad de la reforma constitucional respondía: por un lado al relativamente

reciente proceso de redemocratización argentino - luego de lo que fue la experiencia del “Proceso de Reorganización Nacional” entre 1976 y 1983- y la urgencia por garantizar un marco jurídico firme que ayude a evitar la recaída en nuevos regímenes autoritarios que atentasen no solo contra el imperio constitucional de la ley, sino que también contra las libertades individuales de los ciudadanos -como bien son la libertad de expresión o de asociación- como ocurrió en la última dictadura cívico militar con la desaparición de 30.000 personas, a la vez que se buscaba que dicho marco jurídico también pudiese responder a las demandas globales -y de organismos, convenciones y pactos internacionales- de garantizar la protección de ciertos Derechos fundamentales inherentes a los ciudadanos de todo el mundo por su condición de humanos; siendo estos los que hoy se conocen como “Derechos Humanos” o D.D.H.H (v.gr. el Derecho a la libertad de prensa, a la Propiedad privada, etc.), los cuales suponen - fundamentalmente- un límite a lo que el Estado puede hacer o en lo que puede intervenir en la vida de cada ciudadano. Por otro lado, la otra preocupación que motivaba a la reforma del texto constitucional argentina tenía que ver con el panorama político-económico general que se vislumbraba desde finales del gobierno de Raúl Alfonsín y, más aún, en

el tramo final del primer gobierno de Carlos Saúl Menem. Durante el período comprendido entre 1985/86 y 1994 se venían aplicando en el país políticas neoliberales de libre mercado, reducción de la intervención del Estado en la economía y defensa férrea de la propiedad privada, siguiendo las recetas en un principio de los Planes Baker y Brady frente a la “Crisis de la Deuda Externa” y luego del llamado “Consenso de Washington. Estas políticas habían generado en el país -pese al optimismo inicial- severos daños en la Argentina, destacando un vertiginoso crecimiento de las desigualdades sociales -expresadas en el aumento de la pobreza, la desocupación y el empleo informal-, un creciente deterioro en la relación entre los gobernantes y los gobernados -producto de la cada vez menor injerencia del Estado integrando a los sectores sociales subalternos- e índices de participación política popular decrecientes. Con todo lo explicado, puede afirmarse que - retomando las conceptualizaciones de Mouffe- las motivaciones para impulsar el proceso de reforma constitucional se explicaban tanto por la necesidad de garantizar por un lado la defensa del imperio de la ley, la libertad individual -no solo política sino también económica- y los Derechos Humanos propios de la tradición liberal y del Capitalismo (a fin de evitar un nuevo “Proceso de Reorganización Nacional” o similar) y por el otro lado hacer

frente a los efectos nocivos del modelo neoliberal, posibilitando una relación más cercana entre gobernantes y gobernados - impulsada por el Estado y sus instituciones-, mayor soberanía popular en la toma de decisiones y mayor igualdad político-económica; aspectos coincidentes con la Democracia -o bien la “tradición democrática”-. A raíz de estas dos motivaciones contrapuestas, se encararon negociaciones entre los líderes de los mayores partidos políticos nacionales -el Partido Justicialista y la Unión Cívica Radical- y, producto de las mismas, se llegó al conocido “Pacto de Olivos” (con el presidente Menem y el expresidente Alfonsín a la cabeza) siendo este un pacto a que tuvo como meta el hacer frente a la necesidad de la “Democracia” y del “Capitalismo” a través del impulso en conjunto de la reforma constitucional y, una vez en la asamblea reformadora, la votación y aprobación de “enmiendas” en común como: la reducción del mandato presidencial de 6 a 4 años, la mayor reglamentación de los mecanismos del Poder Ejecutivo, fortalecimiento del Poder Judicial; así como la adhesión a los tratados internacionales de Derechos Humanos. A través de este pacto político, lo que se buscaba era saldar la irremediable tensión entre Democracia y Capitalismo -recrudecida tanto con la dictadura cívico-militar como con la implementación de las políticas

neoliberales que llevaron en los 80 a un fuerte período hiperinflacionario y en los 90 a un recrudecimiento de las desigualdades sociales. Sin embargo, esta tensión -según la argumentación tanto de Alfonsín como de Menem- no buscaba solucionarse priorizando una “tradición” por sobre otra, o una necesidad por sobre la otra (ni la Democracia por sobre el Capitalismo ni el Capitalismo por sobre la Democracia), sino que se buscaba llegar a la formación de un consenso fuerte que lograra encontrar puntos de contacto entre ambas tradiciones y, con ello, unir las para garantizar en forma simultánea la libertad individual y la igualdad (junto con la soberanía popular). Con este “consenso” entre ambas tradiciones en mente, se encaró el proceso de reforma constitucional.

Antes de entrar de lleno en los cambios introducidos por la reforma, es necesario tener en cuenta que no todos los tipos de D.D.H.H se encuadran dentro de una misma y única categoría. Por el contrario, numerosos autores han realizado distintas categorizaciones de los mismos siguiendo distintos criterios. A los fines de nuestro análisis, se seguirá la categorización efectuada por Magdalena Aguilar Cuevas en su texto: “Las tres generaciones de los Derechos Humanos”. De acuerdo con esta autora, los D.D.H.H puede dividirse en tres “generaciones” (Aguilar Cuevas, 1998). En primer lugar,

los D.D.H.H. de “Primera Generación” refieren a aquellos surgidos tras la Revolución Francesa como forma de oposición al absolutismo del Antiguo Régimen y que, como tal, demandan o suponen un “límite” a lo que el Estado puede hacer y hasta dónde el Estado puede intervenir en la vida de los ciudadanos de una sociedad -siendo este el motivo por el que también se los suele llamar “Derechos Negativos”. Ejemplos de estos son: el Derecho a la propiedad privada, a la libertad de expresión, al voto o a la intimidad. En segundo lugar, los de “Segunda Generación” son aquellos originados durante mediados de la década de 1930, en respuesta al Crac del 29 y el surgimiento del Estado de Bienestar y que suponen que el Estado debe tener un rol “positivo” (es decir, activamente interviniendo con políticas públicas) para garantizar un mínimo nivel de igualdad de condiciones entre los ciudadanos -por lo que suelen conocerse como “Derechos Positivos”. Algunos ejemplos incluyen: el Derecho a la salud, al salario digno y a las condiciones laborales dignas. Por último, los Derechos de “Tercera Generación” se originan entre finales de los 80 y principios de los 90, siendo aquellos que proclaman que son los colectivos o los grupos sociales -a veces “los pueblos”- los sujetos de Derecho y que el Estado debe garantizar, interviniendo, condiciones equitativas que garanticen la paz, la cooperación entre

pueblos y una mayor soberanía popular. Los ejemplos más claros de esta generación son: por un lado, los Derechos a la autodeterminación de los pueblos y la identidad cultural y, por el otro, el Derecho al acceso a ciertos mecanismos de participación semidirecta (o bien directa) en la toma de decisiones, como lo son las Consultas Populares, la Iniciativa Popular, los referéndums y revocatoria de mandato.

Esta distinción entre las tres generaciones resulta vital para nuestro estudio dado que cada una responde, en mayor o menor medida, a una de los dos “tradiciones” al interior de la Democracia Liberal (Democracia o Capitalismo). Los D.D.H.H de Primera Generación, generalmente se encuentran en la tradición del “Capitalismo”, al exigir una limitación del poder del Estado -así como de la soberanía del colectivo- a fin de salvaguardar al individuo. Mientras, la Segunda y Tercera Generación responden -incluso con sus salvedades y excepciones- a la tradición democrática, pues abogan tanto por la igualdad y la soberanía y participación popular en la toma de decisiones como por la intervención positiva del Estado

Hecha esta distinción entre las tres generaciones de D.D.H.H, es posible pasar a las modificaciones que introdujo la reforma de 1994.

Entre los cambios más relevantes que se desprendieron del proceso de

reforma de la ley suprema nacional, es posible identificar:

1) Por el lado de la tradición de la “Democracia”, dos mecanismos de participación popular semidirecta en la toma de decisiones -enmarcados en la Tercera Generación de D.D.H.H.- como lo son la Iniciativa Popular (artículo 39 de la Constitución Nacional) que permite que los ciudadanos puedan presentar proyectos de ley a la Cámara de Diputados del Congreso Nacional y la Consulta Popular (artículo 40 de la Constitución), que somete a votación popular -vinculante o no vinculante- un proyecto de ley emitido por el Congreso o por el Poder Ejecutivo. Luego, se destaca la ratificación de algunos Derechos sociales y económicos (denominados “de Segunda Generación”) como los referentes al trabajo y la protección laboral (artículos 14 y 14 bis). Otro aspecto muy importante fue la modificación en la forma de elección del presidente y vicepresidente de la Nación, pasándose de una elección indirecta -con colegio electoral- a una sola vuelta a una elección directa - en donde los votantes definen quien es electo para presidente y no un cuerpo intermedio como el colegio electoral- con doble vuelta o “balotaje” que ayuda a darle mayor participación a los votantes y, a la vez, da mayor legitimidad a quien resulta electo. Finalmente, cabe destacar la inclusión del segundo párrafo del artículo 37 constitucional que garantiza

la igualdad de derechos políticos entre hombres y mujeres por acción positiva del Estado.

2) Por el lado del “Capitalismo” y la tradición “liberal”, se identifica en primer lugar la ratificación de los Derechos cívico-políticos llamados “de Primera Generación” (v.gr. el Derecho a la libertad de expresión, a la libre circulación por los ríos, a la propiedad privada) que ponen un freno al accionar del Estado frente a los individuos; en segundo lugar, también se destaca lo que se conoce como “Bloque de Constitucionalidad”, que consistió en la adopción de los tratados y pactos de Derechos Humanos firmados por la Argentina que hicieron ciertos Derechos fundamentales - como los Derechos contra el genocidio y la desaparición forzada de personas- pasen, según Leopoldo Fidyka (Fidyka, 2018) a “complementar” las garantías que reconoce la Constitución; en tercer lugar pueden destacarse las modificaciones destinadas a poner mayores límites y controles al poder del Estado siendo algunos ejemplos la reglamentación más restringida de herramientas como los Decretos de Necesidad y Urgencia y los Decretos Delegados; la creación de los llamados “Órganos de extra poder” -v.gr. el Ministerio Público Fiscal, el Consejo de la Magistratura y la Defensoría Del Pueblo. Por último, el reconocimiento de otros Derechos de Tercera Generación -como el

Derecho a la identidad cultural y al medioambiente sano.

Todos estos cambios introducidos con la reforma, lejos de ser recibidos en forma unánime y acrítica, despertaron un fuerte debate respecto a los efectos y balances -positivos y negativos- que dejaron en el tejido institucional, político, económico y social de la Argentina.

Por un lado, se encuentran posturas más favorables hacia la reforma constitucional del 94, como lo es la del ex senador Eduardo Menem, quien ha calificado a esta reforma como la más democrática de todas las reformas en la historia argentina, basándose fundamentalmente en el hecho de que: “más allá de sus diferencias, los partidos políticos mayoritarios concordaban en un mismo diagnóstico: la necesidad de la reforma constitucional” (Menem, 1994, pg. 1). A su vez, se tiene la postura de autores como Alberto García Lerma, quien remarca la introducción de los tratados con jerarquía constitucional en la Ley Suprema Argentina, al representar un sólido avance en defensa de los D.D.H.H (García Lerma, 1994).

Por otro lado, existen posturas mucho más críticas y que -sin negar posibles aspectos positivos de la reforma- arrojan que la misma tuvo un balance más bien negativo. Primero, destaca la postura de Roberto Gargarella quien afirma que el mayor problema que tuvo la reforma del 94

fue que la misma solo fue una “reforma de miras cortas” (Gargarella, 2015: pg. 19), en tanto se propuso solo solucionar necesidades de corto plazo -como la habilitación de la reelección para el entonces presidente Menem- ignorando las cuestiones de mediano y largo alcance a tratar -como la cuestión de la mejoría en la matriz productiva o los mecanismos de participación popular. En esta misma sintonía, Félix Lonigro, afirma que la reforma -también en buena parte por el ímpetu reeleccionista de Menem- acabó por descuidar la regulación de herramientas del Poder Ejecutivo como los Decretos de Necesidad y Urgencia -DNU- o las Facultades delegadas, en tanto no se incluyeron penalidades, por ejemplo, por presentación de los proyectos de DNU fuera del plazo estipulado (Lonigro, 2024). Por último, Raúl Zaffaroni -en diálogo con Gustavo Palmieri y Gastón Chillier- también efectúa ciertas críticas al texto constitucional reformado, fundamentalmente debido a que -según su análisis- existieron varios Derechos introducidos o ratificados -como el Mecanismo de Consulta Popular o el Hábeas Corpus- que no tuvieron un reglamento propiamente redactado en forma precisa. Por ejemplo, la inclusión del “Derecho al medioambiente sano” no incluyó medios de tratamiento especial para las comunidades afectadas ni tampoco estuvo acompañado por siquiera

una ley que regule el nivel mínimo de protección ambiental a nivel nacional (Palmieri y Chillier, 1996).

Tanto las críticas positivas como negativas que se han mencionado con respecto a la reforma del 94 tienen sus puntos a favor y, como tal, reflejan balances tan positivos como no positivos para analizar a la Constitución Nacional de 1994. Sin embargo, desde nuestra postura, ambas posturas omiten un factor crucial que hace que, al final, la Reforma Constitucional de 1994 arroje un balance muy poco positivo y que, hasta el día de hoy impacta negativamente en nuestra carta magna nacional. Ese factor crucial no remite a otra cosa que la ya mencionada tensión entre Democracia y Capitalismo al interior de nuestra Democracia Liberal. Sucede que, y esto representa la postura fundamental de este estudio, los D.D.H.H. introducidos, ratificados y/o institucionalizados con la reforma tuvieron una estrecha ligazón con la tensión Democracia-Capitalismo en tanto los mismos -no por sí solos, pero si en buena parte- colaboraron en que una de las dos tradiciones (en forma discreta) se imponga por sobre la otra.

Es que si bien la reforma constitucional de 1994 trajo aparejada consigo aspectos más que positivos como lo fueron la implementación de la elección directa presidencial (permitiendo mayor y más soberana participación popular

expresada en los comicios) o el reconocimiento de Derechos Humanos fundamentales que le corresponden a todo ciudadano por su condición de ser humanos; hay una crítica que debe hacerse y es la de su objetivo político de llegar a un "consenso" entre la Democracia y el Capitalismo (o bien entre la tradición "democrática" y la "liberal"), suponiendo que se podría no solo ignorar sino subsanar definitivamente la pluralidad agonística entre ambas. Si retomamos la teoría de Chantal Mouffe, podremos afirmar que la lucha entre la tradición liberal del imperio de la ley, los Derechos Humanos y la libertad individual por un lado y la tradición democrática que promulga la defensa de la igualdad, la conexión entre gobernantes y gobernados y la soberanía popular no es posible de ser en algún momento superada ya que, esencialmente, es este mismo conflicto entre tradiciones el que hace a la Democracia Liberal moderna como hoy la conocemos. Empleando la teoría del autor alemán Carl Schmitt (1984), podemos decir que la esencia de la Democracia moderna es la propia contradicción entre la Democracia en términos puros y el Liberalismo político (y económico) bajo la lógica de amigo/enemigo. De esta manera, es preciso afirmar que el conflicto entre Democracia y Capitalismo -en los términos que se han planteado a lo largo de este trabajo- siempre estará presente y,

además, siempre acabará con la imposición de uno por sobre el otro, con lo cual es errado pensar que por vía del mero “consenso” se podrá llegar a la conciliación Democracia-Capitalismo. Por estas razones, la mayor crítica que podemos hacer con respecto a la forma en que se encaró la reforma constitucional de 1994 - es decir, la idea del “consenso” Democracia-Capitalismo del Pacto de Olivos- es que partió desde la idea de alcanzar un objetivo imposible desde un principio. De este modo, no solo que no se saldó la tensión entre Democracia y Capitalismo presente en la democracia moderna argentina, sino que además se terminó dejando la misma tensión en un segundo plano de relevancia, con lo cual se permitió la imposición enmascarada de una de las dos tradiciones frente a la otra.

Si se revisan nuevamente los cambios al texto constitucional promulgados con la reforma de 1994 se podrá divisar que los mismos tendieron a un claro predominio del Capitalismo -en su vertiente neoliberal- muy por sobre la Democracia. Esto se evidencia claramente si se tiene en cuenta:

- 1) Que la mayoría de los D.D.H.H. introducidos y ratificados se enmarcaron en la llamada “Primera Generación”; los cuales -como ya se aclaró- presuponen ponerle un “alto” o “límite” a la intervención del

Estado (coincidente con el discurso neoliberal de menos Estado y más Mercado) y un “cercamiento” a la soberanía popular (contribuyendo a la atomización e individualización de las masas con la excusa de no atacar las “garantías individuales”)

- 2) Los mecanismos de Democracia Semidirecta -más coincidentes con la “Tercera Generación” de D.D.H.H.- pese a formar parte de las reformas introducidas a la constitución; no obtuvieron una reglamentación lo suficientemente precisa en cuanto a requerimientos y procedimientos a seguir. De igual modo, no se discutieron otros modos de Democracia Semidirecta como la revocatoria de mandato.
- 3) En lo que respecta a D.D.H.H. de “Segunda Generación” se evidencia, quizás, el mayor de los déficits de la reforma de 1994. Fundamentalmente, escasean los artículos y prerrogativas que no solo garanticen una igualdad de condiciones en acceso a salud y educación pública, sino que además no se avanzó en el

otorgamiento de un rol más positivo -es decir, de intervención más activa- del Estado en la producción y distribución de bienes; como si se hizo en otras reformas (como la de 1949).

- 4) Retomando las críticas tanto de Gargarella como de Lonigro, la reforma del 94 no atacó el problema del “Hiperpresidencialismo” -en términos de Carlos Nino- ya que no propició una regulación más estricta de mecanismos como el veto presidencial, los DNU, las facultades delegadas y la elección de los Jueces de la Corte Suprema de Justicia, así como tampoco brindó más herramientas a los otros poderes (Legislativo y Judicial) para contrarrestar la influencia del Poder Ejecutivo -que hasta día de hoy permanece casi “monolítico” en la figura del presidente.

Por las razones mencionados, lo que la reforma constitucional de 1994 propició, en última instancia, fue una notoria modificación de la ley suprema mucho más en favor del recrudescimiento de las políticas neoliberales de la década de los 90 -y principios de los 2000- tendientes al cercenamiento de las

capacidades y poderes de las instituciones estatales, la retirada del Estado de la economía y la liberalización indiscriminada del mercado en defensa de la “libertad individual y los Derechos Humanos” y en detrimento de la búsqueda de una mayor igualdad de oportunidades y una mayor soberanía del pueblo en la toma de decisiones.

Como resultado de esta reforma y la profundización de las políticas neoliberales, se fortaleció el establecimiento de una Constitución predominantemente capitalista-neoliberal que se encargó de desarmar progresivamente las capacidades del Estado de hacer frente a la producción y el desarrollo económicos, de integrar a las masas populares en la toma de decisiones y de garantizar un piso mínimo de igualdad de oportunidades. Todo bajo la idea de que dejando a la “mano invisible del mercado” actuar sin impedimentos en la distribución del excedente económico y fortaleciendo la “libertad individual” de los grandes capitales extranjeros y firmas oligopólicas nacionales, se daría un crecimiento del Producto Interno que “derramaría” de las clases dominantes hacia los sectores más necesitados de la economía nacional (lo que se conoció como la “Teoría del Efecto Derrame”).

Actualmente, bajo el gobierno neoliberal de Javier Milei, estos defectos heredados de la reforma constitucional del

año 1994 representan un elemento que debe ponerse en cuestión si se desea hacer frente a la hegemonía del discurso neoliberal de mercado e individualismo. Si no se discuten estas temáticas se corre el riesgo de que los elementos puramente capitalistas de la actual constitución se mantengan -o en un escenario aún más adverso se profundicen- lo cual conllevaría a un retroceso aún mayor de la tradición democrática en el Estado y la sociedad de la Argentina. Por ende, si queremos que la tradición de la Democracia florezca y se impongan sobre la tradición del Capitalismo/Liberalismo -y con ello que florezcan tanto la soberanía popular como los discursos y políticas públicas en pos de la igualdad- es necesario que comencemos a hacernos preguntas y a pensar formas en que se podrían en caso de una eventual nueva reforma introducir elementos más democráticos a nuestra Ley Suprema - como pueden ser más y mejores mecanismos de Democracia Semidirecta, más artículos que insten al Estado a llevar a cabo la distribución de bienes por políticas públicas o más mecanismos de control del poder presidencial.

Llegados a este punto, conviene hacer una breve recapitulación de lo explicado.

La reforma constitucional argentina del año 1994 -lejos de ser un suceso aislado- se encuadra dentro del “Nuevo Constitucionalismo Latinoamericano”,

proceso histórico regional por el cual gran parte de los Estados latinoamericanos encauzaron procesos de reforma de sus leyes supremas. Argentina, dentro de esta tendencia, perteneció al subgrupo de aquellos Estados que, en lugar de redactar constituciones nuevas de cero, realizaron cambios en las ya existentes a través del sistema de “enmiendas” o “amendments”.

El proceso de la reforma respondió, fundamentalmente, a la necesidad política de hacer frente a un panorama institucional y socio-económico complicado: por un lado a la urgencia de fortalecer las instituciones democráticas luego del reciente proceso de transición desde la última dictadura -y con el objetivo de repeler cualquier amenaza de recaído a un nuevo régimen dictatorial- y por el otro lado a la urgencia de morigerar los efectos nocivos que ya se estaban evidenciando en la economía y sociedad argentinas por la implementación de políticas neoliberales en favor del mercado (así como propiciar un “acercamiento” hacia el pueblo por parte del Estado Nacional). Dicho de otro modo -empleando las categorías de Mouffe-, la reforma del 94 se vio justificada por la necesidad de hacer frente tanto a elementos de la tradición democrática - promoción de la igualdad, la participación popular y morigeración de los efectos del neoliberalismo- como de la tradición capitalista/liberal -establecimiento de una mejor institucionalidad que limite el poder

del aparato del Estado, evitando una recaída a regímenes dictatoriales que ataquen las garantías individuales-.

Por estos motivos, se llegó a un acuerdo -conocido como “Pacto de Olivos”- entre las dos fuerzas políticas más importantes (Peronismo y Radicalismo), representadas por Carlos Menem y Raúl Alfonsín; con el objetivo de “saldar” la tensión entre Democracia y Capitalismo y generar, al mismo tiempo, una nueva constitución que promulgue la libertad, los D.D.H.H y la limitación del aparato del Estado y que promulgue mayores niveles de igualdad y soberanía popular.

En lo que respecta a los cambios introducidos, si bien la reforma añadió mecanismos tanto referentes a la Democracia -v.gr. ciertos mecanismos de Democracia Semidirecta- como al Capitalismo -v.gr. los Tratados Internacionales con Jerarquía Constitucional en protección de ciertos D.D.H.H. individuales-; lo cierto es que (contrario al objetivo de saldar la tensión) la reforma acabó por favorecer a uno de los dos bandos enfrentados: la tradición del Capitalismo -y más aún en su aspecto de “cercamiento” tanto del poder del Estado para intervenir como de la soberanía popular-.

Es aquí donde radica el quid de la cuestión: entre la reforma constitucional argentina de 1994 y la tensa relación entre Democracia y Capitalismo existió una

relación de complementariedad notoria en tanto fue esta tensa relación (junto con las necesidades políticas coyunturales de mediados de los 90) lo que determinó que era necesario el proceso de reforma constitucional -con ley de necesidad de reforma mediante- y, al mismo tiempo, la reforma constitucional posibilitó que esta misma tensa relación Democracia-Capitalismo se mantenga y exacerbe (aunque en forma encubierta). Inclusive, como bien se explicitó a lo largo de este trabajo, fue la reforma constitucional (promoviendo muchos más D.D.H.H de “Primera Generación” que de Segunda y Tercera Generación) la que le permitió a la tradición del Capitalismo (en su vertiente neoliberal) imponerse por sobre la tradición de la Democracia.

Esto supuso no solo una mayor legitimación para la imposición y aceleración de las políticas neoliberales en la Argentina durante el resto de la década de los 90 -así como principios de los 2000- impidiendo la conformación de un verdadero Capitalismo Democrático que, de acuerdo con Spitz, combinase: “la soberanía de la voluntad mayoritaria, por un lado, y la protección de las libertades individuales contra los abusos de esta misma mayoría, por el otro” (Spitz, 2019: pg. 75); también la reforma acabó por hacer que la sociedad argentina deba heredar de ese proceso histórico del neoliberalismo de los 90 una ley suprema

que -al día de hoy- continúa resultando un impedimento para que el Estado -en un rol más activo- pueda llevar a cabo el diseño y promoción de políticas públicas a los fines de generar una mayor igualdad, una mayor soberanía popular y, con ello, propiciar un refloreamiento de la tradición de la Democracia.

Conclusiones

La década de 1990 está signada por la sucesión de numerosos y profundos cambios en la escena internacional, los cuales derivaron -entre otras cosas- en lo que Fukuyama denominó “El Fin de la Historia” y el establecimiento de la Democracia Liberal a la norteamericana en el grueso del mundo.

En Argentina, esta década tuvo como uno de sus momentos destacados la reforma constitucional de 1994 - enmarcada en el “Nuevo Constitucionalismo Latinoamericano”- ; la cual respondió tanto a necesidades de la coyuntura política de entonces - instituciones que corrían riesgo de escaladas autoritarias y efectos nocivos del neoliberalismo como incremento del desempleo y la desigualdad- como a la necesidad de hacer frente a la tensa relación entre Democracia y Capitalismo inmersa en el seno de la Democracia Liberal post Guerra Fría. Pese a que el objetivo político de la reforma fue saldar esta tensión entre Democracia y Capitalismo, las modificaciones

introducidas -que priorizaron los D.D.H.H. de Primera Generación, caracterizados por postular la necesidad del limitar la intervención del Estado y la participación de los colectivos en defensa de las garantías individuales- sirvieron no solo para no “saldar”, sino que para mantenerla, profundizarla e incluso permitirle -en forma enmascarada- el predominio total al Capitalismo sobre la Democracia - evidenciando que la reforma constitucional y la tensión Democracia-Capitalismo tuvo una relación de complementariedad.

La reforma del 94 fue recibida en formas distintas por diferentes actores y autores. Por un lado, posturas más favorables, que destacan su carácter plural y democrático -al ser acordada por el amplio grueso de los partidos políticos- y por el otro posturas más críticas -que cuestionan tanto su mirada de corto alcance centrada en la reelección presidencial como en la escasa regulación de mecanismos de poder del Ejecutivo y del presidente, así como de nuevas garantías añadidas.

Si bien la adición de elementos como los Tratados Internacionales con Jerarquía Constitucional resultaron más que provechosos, no es menos cierto que estos también contribuyeron a enmascarar el predominio del Capitalismo por sobre la Democracia; teniéndose como consecuencia una reforma que habilitó la profundización de las políticas neoliberales

-y una menor democratización del Estado y la sociedad- y que permitió que, al día de hoy, se tenga un Estado sumamente reducido en sus funciones, una constitución que reconoce más al individualismo que al pueblo y menos herramientas que dirijan al país hacia un refloreamiento de la tradición democrática de igualdad, soberanía popular y participación del pueblo en la toma de decisiones.

Por esto, si se desea revertir esta situación; será necesario -en el caso de una eventual nueva reforma del texto constitucional- discutir nuevamente estas temáticas, redefinir qué queremos añadir a la nueva constitución y, más específicamente, añadir más componentes que ayuden a que los valores democráticos se impongan por sobre los capitalistas, como pueden ser más mecanismos de Democracia Semidirecta o artículos precisos que insten al Estado a ser el actor encargado por ley en la producción y distribución de bienes.

Referencias Bibliográficas

Aguilar Cuevas, M. (1998) Las tres generaciones de los derechos humanos. *Derechos Humanos*, 30, pp. 93-102.

Cortez, J.M. (2021) El diseño institucional estatal. Análisis de la Provincia de Santa Fe. Rosario: Universidad Nacional de Rosario. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/147RegAkJvXLoIV3rNfg0thuxVmuesfcG/view>

Fidyka, L. (2018) Participación ciudadana: Despliegue temático en el marco constitucional comparado en la República Argentina. Trabajo presentado en nombre del I Congreso Nacional de Estudios de Administración Pública. Asociación Argentina de Estudios de Administración Pública, Rosario. Recuperado de <https://aaeap.org.ar/ponencias/participacion-ciudadana-despliegue-tematico-en-elmarco-constitucional-comparado-de-la-republica-argentina/>.

García Lerma, A.M. (1994) La reforma por dentro: La difícil construcción del consenso constitucional. Editorial Planeta, Buenos Aires.

Gargarella, R. (2015) Un breve balance de la reforma constitucional de 1994, 20 años después. *Pensar en Derecho*, 5, 17-34

Lonigro, F. V. (2024) Reforma constitucional de 1994: un balance negativo. *La Nación*. Recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/opinion/reforma-constitucional-de-1994-un-balance-negativo-nid19082024/>

Meiksins Wood, E. (2006) Estado, democracia, globalización, CLACSO, Capital Intelectual. Recuperado de <https://bibliotecarepositorio.clacso.edu.ar/handle/CLACSO/14457>.

Menem, E. (1994) Prólogo, en García Lerma, A.M. (1994). *La reforma por dentro: La difícil construcción del consenso*

constitucional. Editorial Planeta, Buenos Aires, págs. 1-3.

Mouffe, C. (2012) *La Paradoja Democrática: El peligro del consenso en la política contemporánea*. Barcelona: Gedisa editorial.

Palmieri, G. y Chillier, G. (1996) *La Reforma Constitucional de 1994. La reglamentación de las nuevas instituciones relacionadas con los Derechos Humanos, en CELS. (1996) Informe anual sobre la situación de los Derechos Humanos en Argentina. 1995*. Siglo XXI Editores, Buenos Aires, págs. 75-84.

Soto Moreno, L. J. (2020) *La Constitución argentina de 1994 y el constitucionalismo en América Latina. Tensiones entre lo instrumental y lo aspiracional de la Reforma*. Ab-REVISTA DE ABOGACÍA, (6), 175-184. Recuperado a partir de <https://publicaciones.unpaz.edu.ar/OJS/index.php/ab/article/view/716>.

Spitz, J. F. (2019) *El capitalismo democrático: ¿el fin de una excepción histórica?* *Nueva Sociedad*, 282, 69-82.

Uprimny, R. (2011) *Las transformaciones constitucionales en América Latina. Tendencias y desafíos*; Revista Pensamiento Penal, Bs. As., 2011.

Agradecimientos

A mis padres, por educarme y hacerme la persona que soy hoy. Por su amor y sus enseñanzas, que me ayudaron a transitar mi vida con esperanza y

optimismo sin importar la adversidad.

Al profesor Raúl Borello, por ser la luz que orientó el presente estudio y, más aún, por su incansable dedicación para con mi enseñanza y su acompañamiento durante todo el cursado de la materia "Política y Derecho II".

A Ignacio, Lautaro, Martiniano, Santiago, Thomas y Valentín por acompañarme a lo largo de toda mi vida. Sea en las buenas o en las malas, siempre estando allí para escucharme y aconsejarme. Por nunca olvidar nuestra amistad y siempre recordar los bellos momentos vividos juntos.

A Ana, Luján, Lucía D, Lucila, Lucía G, Lorenzo, Nair, Franco, Francesca e Iván, por su cariño incondicional; por su escucha atenta y por las mañanas y tardes de cursada y mateada en la facultad con risas y charlas políticas de por medio.

A mis compañeros de la Febo Asoma, por su amabilidad, su compromiso para con la universidad y la comunidad y por ayudarme a valorarme más a mí mismo y hacerme ver a la política y la militancia con otra perspectiva.

A la Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales por ser mi segunda casa, mi lugar en el mundo y el lugar donde puedo sentirme realizado a la vez que escuchado y apreciado.

A la Universidad Nacional de Rosario por abrirme las puertas a nuevas y valiosas oportunidades. Por ser mi

espacio de desarrollo académico y profesional y por ayudarme a sacar lo mejor de mí día a día.

A mis compañeros de Oajnu Rosario, por enseñarme a apreciar el trabajo comunitario y el voluntariado con toda mi vida y por ser parte de mi sostén emocional en tiempos difíciles.

5.- Inclusión

Análisis de las intervenciones de los Equipos Socioeducativos Interdisciplinarios de la provincia de Santa Fe en el abordaje de trayectorias escolares interrumpidas en el nivel secundario (2021-2023)

Autora: Schlapbach, Larisa Rocío; E. mail larischlapbach@gmail.com

Orientador: Moltó, Mauricio; E. mail mauriciomolto@gmail.com

Universidad Nacional del Litoral / Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales

Resumen

A partir de la Ley 26.206 de Educación Nacional del año 2006, el nivel secundario se convirtió en un derecho humano que el Estado debe garantizar. Sin embargo, en nuestro país existen trayectorias escolares de jóvenes que se encuentran interrumpidas temporal o indefinidamente. En esta investigación nos centramos en dicha problemática y en las acciones que lleva adelante el Estado provincial de Santa Fe para contrarrestarla. Por ello, analizamos las intervenciones que desarrollan los Equipos Socioeducativos Interdisciplinarios (ESE) de la Región IV del Ministerio de Educación de Santa Fe para el abordaje de las trayectorias escolares interrumpidas del nivel secundario.

Este trabajo lo llevamos adelante mediante entrevistas semiestructuradas a profesionales de los equipos, complementadas con el análisis de datos estadísticos, normativa vigente y fuentes secundarias.

Los ESE buscan resignificar las demandas que reciben, problematizando la información inicial para comprender la complejidad de cada situación. A partir de allí, intervienen colectivamente junto a las escuelas y establecen redes con instituciones públicas y privadas del territorio. Su accionar incluye, en muchas situaciones, el trabajo directo con el adolescente y su familia. No obstante, sus intervenciones se ven condicionadas por la precarización laboral, la ineficacia de ciertos instrumentos administrativos y las dificultades en la articulación interinstitucional.

Palabras clave: trayectorias escolares interrumpidas, nivel secundario, equipos socioeducativos interdisciplinarios

Introducción

Con la sanción de la Ley de Educación Nacional en el año 2006, se prolonga la obligatoriedad de la educación a todo el nivel secundario, y con ello la responsabilidad del Estado de tomar medidas para garantizar la inclusión de todos los jóvenes en el sistema educativo. La expansión de la obligatoriedad de la escuela secundaria se encontró con un sistema excluyente ligado a un “carácter selectivo y meritocrático de una escuela que no fue pensada para todos” (Consejo Federal de Educación [CFE], Resolución N° 84/09, p. 3). Esto dio resultado a lo que Jacinto (2009) plantea como la crisis de la escuela secundaria, producto de la eclosión entre su matriz excluyente y académica, y la llegada de nuevos sectores sociales producida por la expansión de la obligatoriedad.

A partir de esta ley, la inclusión se transforma en una responsabilidad estatal. Según el CFE, la inclusión busca lograr el efectivo acceso, la continuidad escolar y el egreso de todos los jóvenes a través de la democratización de los saberes y el reconocimiento de ellos como sujetos de derecho, con historias, trayectorias y oportunidades culturales diferentes.

De esta forma, por un lado, se recupera la importancia del aprendizaje para que esta obligatoriedad no se transforme en un deber vacío de contenido, sino que, por medio de esta democratización de

saberes, se genere realmente una inclusión social a través del conocimiento. Por otro lado, se deja atrás la intención de considerar a los estudiantes como un conjunto homogéneo. Al respecto, la pluralidad de juventudes y de experiencias escolares nos lleva a entender que no todos los jóvenes tienen la misma realidad social, ni transitan su escolaridad de la misma manera, ni tienen los mismos medios de acceso y apropiación de conocimiento.

A raíz de todo esto, en este trabajo retomamos la propuesta de Terigi (2014) y utilizamos el término de trayectorias escolares para referirnos a la pluralidad de formas de transitar la escuela. Esta autora las distingue entre trayectorias teóricas y trayectorias reales. Las primeras hacen referencia a los recorridos que cumplen las expectativas de tiempo y forma, siguiendo la progresión lineal prevista por el sistema; mientras que las segundas refieren a las trayectorias que no siguen lo que el sistema educativo prescribe y espera.

En base a esto, la problemática central de esta investigación se enfoca en los jóvenes que ingresan pero no permanecen en la escuela. Para hacer referencia a este fenómeno, dejamos atrás los términos —normalmente utilizados— de deserción escolar y abandono escolar, puesto que acarrearán consigo una perspectiva individualista que

culpabiliza y responsabiliza al estudiante. En su lugar, nos unimos a la propuesta de Briscioli (2017) y optamos por utilizar el concepto trayectorias escolares interrumpidas, entendiendo que la permanencia o no permanencia del estudiante en la escuela no depende solo de él, sino del entramado de relaciones que afectan e inciden en su tránsito por el sistema educativo.

En Argentina, y particularmente en Santa Fe, el derecho a la educación secundaria, más allá de su consagración como derecho formal, no logra consolidarse como una realidad.

Los estudios del nivel secundario son un mecanismo sin el cual se obtura la posibilidad de ascenso social y mejoras de las condiciones de vida. El tránsito por la escuela secundaria, además de ampliar conocimientos, es una herramienta trascendental para la vida laboral y académica de cualquier persona, ya que permite continuar estudios en el nivel superior y/o tener empleos de mejor calidad, estabilidad y con mejores salarios.

Es por ello que, con el fin de aportar conocimiento sobre esta problemática y sobre las acciones que realiza el Estado provincial de Santa Fe para hacerle frente a esta cuestión, realizamos una investigación sobre las intervenciones de los Equipos Socioeducativos Interdisciplinarios de la Región IV (que

comprende la ciudad de Santa Fe y 83 localidades vecinas).

Estos equipos ocupan un lugar central en el ámbito educativo santafesino al ser el dispositivo provincial encargado de intervenir en problemáticas que inciden en el ingreso, permanencia y egreso de los niños, niñas y adolescentes en el sistema educativo. Sus intervenciones son desarrolladas desde una dimensión socio institucional, acompañando, junto a supervisores, a los equipos directivos y docentes en la lectura, abordaje y resolución de las situaciones emergentes; y desde una dimensión socio familiar, trabajando junto a los referentes adultos de niños, niñas y adolescentes, sobre las causas y posibles estrategias de resolución de las problemáticas (Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe [MEPSF], 2019)

Esta investigación fue desarrollada en el marco de mi tesina de grado para obtener el título de la Licenciatura en Trabajo Social. También contó con el apoyo de una beca de la UNL para la Iniciación a la Investigación Científica para Estudiantes de Carrera de Grado (CIENTIBECA).

Objetivos

Objetivo general: analizar las intervenciones realizadas por los Equipos Socioeducativos Interdisciplinarios de la Región IV del Ministerio de Educación de Santa Fe para abordar las situaciones de

trayectorias escolares interrumpidas en el nivel secundario durante el período 2021-2023.

Objetivos específicos: 1) describir el proceso de intervención recibida por los ESE de la región IV, teniendo en cuenta su transformación a lo largo de la intervención y el abanico de actores y organizaciones que participan; 2) identificar los factores que limitan las acciones que llevan a cabo los profesionales de los ESE para intervenir sobre esta problemática.

Materiales y Métodos

Esta investigación adoptó un carácter cualitativo y un diseño flexible.

Por un lado, realizamos un análisis de fuentes secundarias, información estadística, normativa y documentos oficiales. Esto nos permitió reconstruir el marco normativo y el espectro de políticas públicas en el cual se inscriben las acciones de los ESE y establecer una caracterización general del fenómeno y el contexto socioeconómico.

A la hora de construir esta problemática nos encontramos con que Argentina, y en particular Santa Fe, carecen de un recurso de información estadística actualizado que permita realizar en forma completa un diagnóstico preciso. En el caso de la provincia de Santa Fe, los últimos indicadores estadísticos acerca de la tasa de abandono se realizaron en el 2018, lo

cual se mostró insuficiente para una apropiada caracterización del fenómeno, puesto que la pandemia ha generado muchos cambios en el campo educativo y en la sociedad en general. En relación a esto, coincidimos con Scasso (2018) en que en un escenario dinámico, con sustantivos cambios que se reconocen año a año, en un marco temporal donde se han implementado fuertes políticas orientadas a ampliar las oportunidades de finalización del nivel, la ausencia de datos es preocupante, ya que dificulta la elaboración de un análisis que permita dar cuenta del impacto en forma precisa.

El principal insumo de esta investigación fue la realización de entrevistas semiestructuradas a las profesionales de los equipos socioeducativos interdisciplinarios.

La selección de entrevistados apuntó a lograr testimonios de informantes claves, a los cuales se solicitó, luego de realizada la entrevista, indicaciones sobre nuevos entrevistados para continuar el trabajo de campo. De este modo, el llamado método de la “bola de nieve” (Hernández Sampieri, 2014) nos permitió tener acceso sucesivamente a testimonios de personal implicado en las tareas directivas, profesionales y técnicas de los equipos socioeducativos. La cantidad de entrevistas fue determinada de acuerdo al criterio de saturación teórica, en el sentido de que se añadieron nuevas entrevistas

hasta que se agotó la variabilidad de las opiniones recogidas.

Finalizamos esta etapa entrevistando un total de ocho profesionales: dos trabajadoras sociales, tres psicólogas, dos psicopedagogas y una terapeuta ocupacional.

Intentamos que en el total de entrevistadas se vean representadas de manera equiparada todas las profesiones que integran los equipos. Y, al mismo tiempo se intentó que se encuentren reflejadas todas las zonas de la Región IV. Las entrevistadas fueron de las zonas Centro, Santo Tomé, Costa, Oeste, Noroeste. También, entrevistamos a una profesional que fue coordinadora en el periodo analizado en esta investigación y que al momento de la entrevista se encontraba integrando el equipo de la zona de la Costa.

Es importante aclarar que no hizo falta tener como recaudo equiparar el género de los profesionales porque en los años 2021-2023 las profesionales que integraban los ESE eran todas mujeres. Al respecto, Lorente Molina y Luzardo (2018) establecen que “la posmoderna división sexual del trabajo, si es que puede llamársele así, se las apaña para reproducir cultural y simbólicamente un esquema del trabajo de larga duración en el tiempo, que sigue confinando fundamentalmente el cuidado y la ayuda directa en las mujeres” (p. 105). Este

aspecto se tuvo en cuenta a lo largo de todo el proceso de investigación porque, además, muchas de estas profesionales llevan a cabo tareas domésticas y de cuidados no remuneradas fuera del ámbito laboral.

Una vez realizadas las entrevistas, comencé el análisis de los datos por medio de la estrategia de codificación. Esta, como señala Borda et al. (2017), consta de una categorización, clasificación y rotulación de los datos. De esta manera, comencé identificando en los relatos distintos temas, subtemas y conceptos para luego efectuar comparaciones que me permitieron establecer patrones recurrentes y especificidades de las diferentes entrevistas.

Resultados y Discusión

En esta investigación nos referiremos al concepto de intervención en base a Carballada (2023), quien la entiende como un proceso que los profesionales llevan a cabo para abordar y modificar situaciones de desigualdad, exclusión o vulnerabilidad en la sociedad. Este autor plantea que la intervención es fundada y definida por una demanda, la cual es generada desde la visión de problema social que una sociedad tiene.

A los ESE llegan situaciones de trayectorias escolares interrumpidas en las que el proceso de intervención para que el estudiante retome la escuela se

vuelve un mero trámite administrativo. Este es el caso en donde los jóvenes interrumpen su trayectoria escolar porque quieren cambiar de escuela y no saben cómo ingresar a una nueva, por ello los equipos facilitan ese trámite que muchas veces a los adultos referentes se les dificulta llevar a cabo.

Por otro lado, hay situaciones que requieren un proceso de intervención más amplio. Estos procesos, en los que se identifican momentos que van definiendo la orientación de la intervención, son en los que nos enfocaremos en esta investigación.

Coincidimos con Lamamoto (1992) en que no se puede analizar las intervenciones en lo social sin tener en cuenta las condiciones laborales de los profesionales, puesto que estas impactan directamente en la forma de abordar la cuestión social.

Esto se relaciona con la gran precarización laboral referida a los bajos salarios y a los recursos materiales con los que cuentan para trabajar. En el periodo analizado en esta investigación, contaban con una sola oficina para los veinticinco profesionales que componían la región IV, lo que imposibilitaba realizar entrevistas en el lugar, tener privacidad para debatir en grupo o poder concentrarse para redactar un informe. Además, contaban con una sola computadora para todos y una red wifi que

no funcionaba siempre, lo que provocaba que se tengan que llevar sus computadoras personales cuando lo necesitaban (Trabajadora Social 2, comunicación personal).

En los ESE, las condiciones laborales afectan transversalmente todas las intervenciones. En relación a esto, una profesional establece: “tenemos tantas dificultades porque estamos tan precarizados como trabajadores que no llegamos a ellos” (Trabajadora Social 1, comunicación personal). Luego, la misma profesional manifiesta que “el socio tiene cosas para decir” pero que se encuentra “agotado” al convertirse en un “acto meramente administrativo”. Refiere que “lo administrativo es imprescindible, pero a veces es necesario trabajar cuestiones más colectivas (por ejemplo, con todos los estudiantes de un curso) que llevan más tiempo y dinero, los cuales no tienen.

Entendemos que las intervenciones de los ESE no son lineales ni homogéneas, sino que cada una de ellas son, como establece Mallardi (2013) una síntesis de determinantes objetivos y subjetivos. Por ello, sin la intención de caer en una perspectiva etapista, a modo de organización, ordenaremos este apartado en diferentes partes: llegada de la demanda de intervención, resignificar la demanda, vinculación con el adolescente y su familia, articulación en red y fin de la intervención.

Llegada de la Demanda de Intervención

Cuando un estudiante deja de asistir a la escuela, esta debe establecer contacto con la familia, ya sea mediante una llamada telefónica o una visita domiciliaria. Sin embargo, las profesionales de los ESE manifiestan que las visitas domiciliarias “suceden mucho en primaria, pero no en secundaria. O sea, son muy pocas secundarias que van a la casa” (Trabajadora social 2, conversación personal), “ellos generalmente no hacen visitas al domicilio del alumno si es que falta mucho, realmente no las hacen” (psicopedagoga 2, conversación personal).

En relación a esto, Gomitolo (2020) describe cómo las demandas que le llegan a los equipos suelen ser de carácter urgente y buscan resultados inmediatos. Pero, al centrarnos en las situaciones de interrupción de las trayectorias escolares del nivel secundario, las profesionales manifiestan que generalmente las escuelas demoran más tiempo en comunicarlo:

no se trabaja de la misma manera en la primaria que en la secundaria, porque en las primarias son chiquitos y es más raro que no vayan y que desaparezcan. Todo lo que pasa con los niños más chiquitos genera otra sensibilidad y otra lectura, en

vez el de secundaria ya hay cierta autonomía, muchos de ellos se van y vienen solos. (Trabajadora Social 2, comunicación personal).

Esta demora de derivación, sumada al tiempo en que los ESE tardan en comenzar a intervenir debido a los pocos profesionales que son para la gran cantidad de demandas que tienen, dificulta la intervención puesto que mientras más tiempo pasa el estudiante sin ir a la escuela más difícil es lograr que vuelva (Psicóloga 2, comunicación personal).

Una vez que la escuela intenta establecer contacto con el joven o con los adultos referentes, pero no lo consigue o surge alguna otra cuestión que les preocupa, con autorización del supervisor, eleva la situación a los ESE a través del Formulario C. Este es el documento por el cual se solicita al dispositivo su intervención. En él la escuela detalla las características de la situación y las acciones que llevaron a cabo, y el supervisor plasma sus valoraciones y el fundamento de la derivación.

Resignificar la demanda

Una vez que la situación ingresa a los ESE, éstos se ponen en contacto con la escuela y la supervisión para indagar más acerca de la situación puesto que la información descrita en los formularios nunca es completa “porque no quieren,

porque es compromiso, o no la saben porque nunca averiguan” (Trabajadora Social 1, comunicación personal, 23 de mayo de 2024). Otra profesional también manifiesta que:

Por lo general, siempre hay más cosas para indagar en relación a lo que te llega. Porque muchas veces pasa que una cosa es lo que escriben y otra cosa es lo que te dicen cuando llamas. Pueden hacerlo por un montón de motivos, pero siempre aparecen otras cosas en la conversación. (Trabajadora Social 2, conversación personal)

Este aspecto, lo podemos analizar en dos sentidos. El primero es que el volver a consultar información que debería estar plasmada en el formulario, puede estar relacionado con que los instrumentos establecidos dentro del proceso administrativo no están siendo efectivos. Es decir, algo que debería agilizar las intervenciones termina siendo insuficiente. Además, establecen que la descripción de la situación en el formulario es un aspecto que trabajan mucho con las escuelas, puesto que lo suelen ver como un mero trámite, pero en realidad constituye una “carta de presentación de la escuela frente a esa situación” (Psicopedagoga 2, comunicación personal), pudiendo ver cómo ellos leen y se posicionan frente a la problemática.

Entender la posición institucional frente a

cada situación es fundamental para las profesionales. Con esto nos referimos a ¿Qué es lo que la escuela supone? ¿Qué lecturas hacen? ¿Qué se espera que se haga desde los ESE? Esto se debe a que muchas veces la demanda no está en el sujeto, es decir, no es necesario intervenir con el estudiante, sino con la institución. Esto puede implicar trabajar con la escuela sobre la manera en que leen y abordan las situaciones o proponer otras estrategias que acompañen las situaciones. Esto es lo que Greco et. al (2014) denomina intervención institucional, es decir, repensar la institución y sus modos de organización, sus espacios, tiempos, posiciones, formas de realizar tareas y trabajos, con la intención de modificar los contextos escolares, las relaciones que allí se establecen y los sentidos que los sujetos adjudican a su tarea en la escuela. De esta manera, la intervención institucional no se circunscribe a los sujetos en sí, sino que habilita a ampliar lo que ya se sabe de los sujetos y a evitar categorías que cierren el análisis y rotulen identidades.

En un segundo sentido, esta acción de ponerse en contacto con la escuela una vez llegada la demanda, la podemos relacionar con lo que Greco et. al (2014) denomina “resignificar la demanda”. Estos autores sostienen que en el contexto educativo las demandas vienen dadas en contexto de enormes complejidades, y por

ello deben ser problematizadas, revisadas y preguntadas para visibilizar lo que aparece inadvertido.

Concordamos con ellos en que la demanda “no es literal”, sino que debe ser resignificada para posibilitar el surgimiento de otros efectos de sentido.

Las profesionales manifiestan que cada situación es única, y que “no hay recetas” con pasos preestablecidos a seguir (Psicopedagoga 2, comunicación personal). En relación a esto, Carballada (2023) destaca la importancia de un enfoque crítico y reflexivo al momento de intervenir que permita tanto dilucidar los datos complejos de una situación como de cuestionar y reconfigurar las dinámicas y estructuras sociales. Por ello, establece que la intervención es una fuente hacia dónde dirigir y ajustar interrogantes para revelar lo que ocurre tanto en el Estado como en la sociedad.

Los ESE, a la hora de establecer el sentido de la intervención y pactar las líneas de acción, trabajan en conjunto con la escuela, puesto que esta, al estar en contacto cotidianamente con los jóvenes, puede brindar información valiosa para la construcción de la intervención que los profesionales, desde afuera, no pueden obtener.

Gomitolo (2020) manifiesta la existencia de una desvinculación en la responsabilidad de quien produce la demanda, entendiendo que al producirla

finalizó la tarea, desimplicándose subjetivamente. Sin embargo, como resultado de un constante trabajo de los ESE, “hay una mayor implicancia de las escuelas”, constituyéndose en un sujeto activo en la intervención y no en una mera derivación (Psicóloga 2, comunicación personal). En este sentido, podemos observar una especie de avance y mejora en la articulación entre los equipos y las escuelas.

En este punto, es importante entender que no todas las escuelas son iguales y, por ende, no todas tienen la misma relación con los ESE. Al respecto, Avellaneda (2012) establece que cada institución, entre ellas la escuela, posee rasgos de identidad y señas particulares que le son propios y que se materializan a través de una estructura y se definen a partir de los recursos de los que se disponen y el uso que de ellos se hace, de las relaciones entre sus integrantes y con el entorno y de los modos que dichas relaciones adoptan en función de la orientación de sus acciones.

Vinculación con el Adolescente y su Familia

En base a la Ley N° 26.061 de Protección Integral de los Derechos De Las Niñas, Niños Y Adolescentes la voz del adolescente es fundamental en las intervenciones que realizan los ESE. Para lograr acceder a ella, una profesional

manifestó que su equipo tiene como prioridad realizarles entrevistas a los estudiantes porque “muchas veces se menosprecia la palabra del adolescente” y “es importante escuchar que tiene para decir el alumno sobre el problema y poder involucrarlo en la solución de esta situación” (Psicóloga 3, conversación personal).

Por otro lado, otras profesionales dejan como última instancia esta acción “porque el niño se siente mucho más cómodo hablando con su docente” (Psicóloga 1, comunicación personal) y porque “no vamos a entrevistar nosotras cuando lo vamos a hacer una vez y nunca más” (Terapista Ocupacional, comunicación personal). Las profesionales establecen que al entrevistar a un adolescente que no las conocen y que, tal vez, no volverán a verlas, puede provocar una revictimización y una exposición innecesaria. Por ello, en lugar de entrevistar a los jóvenes, suelen recurrir en primera instancia a los preceptores, facilitadores de la convivencia o algún otro personal de la escuela que actúe como referente del adolescente.

Un aspecto a señalar es que el MEPSF (2023) refiere a la figura del docente como esa persona adulta que genera ese vínculo de confianza. Esto, en el nivel secundario se constituye en un problema, porque los profesores trabajan solo algunas horas de la semana en cada

escuela, lo que impide que se genere un vínculo de cercanía y confianza entre ellos y los estudiantes. Esto es lo que Ríos y Fernandez (2015) nombran como “docente taxi”. Para estos autores, esta forma de organización del trabajo docente conduce a menudo a formas despersonalizadas de relación estudiante-docente, a la vez que imposibilita, por falta de tiempo, trabajar colectivamente en formas de contención de los estudiantes. Por ello, para garantizar mayores niveles de permanencia en la escuela manifiestan como necesario pensar en políticas públicas que permitan avanzar sobre esta modalidad.

Algo que se le suma a la problemática del docente taxi es la discontinuidad en los equipos docentes, planteada por Andretich et al. (2017). Esta discontinuidad se refiere a las licencias que generan el ingreso de varios profesores para reemplazar a un docente. Esto produce una disminución en la atención de las trayectorias de los estudiantes porque, por el poco tiempo de permanencia en cada institución, los nuevos profesores no llegan a conocer todos los procesos y a comprometerse con la diversidad de trayectorias. Las licencias están enmarcadas en la normativa del CFE, por eso cabe aclarar que no estamos poniendo en duda los derechos de los trabajadores sino

nombrando los aspectos que debilitan las trayectorias.

A raíz de esto, podemos establecer que las figuras del preceptor y del facilitador de la convivencia se vuelven fundamentales en la intervención. Estos, al estar cotidianamente en contacto con los estudiantes, pueden establecer un vínculo de confianza y transformarse en sus referentes dentro de la escuela.

Complementariamente a la información obtenida por el personal de la escuela, suelen entrevistar a los adultos responsables de los estudiantes para obtener información sobre la situación y el contexto del adolescente, escuchar sus opiniones, puntos de vista y establecer acuerdos. Las intervenciones se vuelven más sencillas cuando hay adultos responsables que acompañan y que también quieren que ese adolescente vuelva a la escuela (Psicóloga 2, comunicación personal).

Sin embargo, hay situaciones en las que no hay adultos referentes que acompañen a estos estudiantes y, en muchas de estas situaciones, estos adultos también están atravesando otras vulnerabilidades y es muy difícil contactarlos (Trabajadora Social 1, comunicación personal).

Articulación en Red

El actual trabajo de los ESE precisa la construcción de redes institucionales para garantizar los derechos de los

estudiantes, puesto que muchas veces se encuentran con situaciones que exceden lo escolar y articular solo con la escuela se vuelve insuficiente. Por ello, frente a estas situaciones, los ESE “generan puentes” (Psicóloga 1, comunicación personal) entre las diferentes instituciones que hay en los diferentes barrios (estatales, civiles, barriales y privadas) para poder trabajar en conjunto las diferentes situaciones que se les presentan.

A diferencia de lo que sucede en los demás barrios en donde el territorio y las instituciones que hay en él están más consolidados entre sí y tienen un vínculo más cercano con las personas que viven allí, en las escuelas del centro de la ciudad no sucede lo mismo (Psicóloga 2, comunicación personal). Esto se debe a que en las escuelas del centro asisten estudiantes pertenecientes a diferentes regiones de la ciudad, donde cada uno se referencia con las instituciones que pertenecen a su barrio. Por ello, para el equipo que interviene en la zona centro de la ciudad es mucho más difícil construir una red de relaciones sólida entre las instituciones, las escuelas y los estudiantes.

Otra cuestión que se presenta a la hora de construir redes es que la Región IV abarca localidades que se encuentran a más de 60 km de la ciudad de Santa Fe. Si bien en el decreto que regula los ESE está

previsto la creación de subsedes, todos los integrantes del ESI de la Región IV se concentran en la misma dependencia.

Los equipos suelen realizar viajes esporádicos a esas localidades cuando les otorgan viáticos, pero siempre con la movilidad personal de los profesionales. Esto se transforma en un obstáculo importante a la hora de articular con la escuela, con el estudiante y su familia, puesto que muchas veces la presencialidad no se puede lograr.

Las principales instituciones con las que articulan los ESE son los Centros de Salud y Salud Mental, cuando precisan obtener información acerca de la situación o cuando las situaciones donde las trayectorias se interrumpen por cuestiones de enfermedades o salud mental; con el Servicio Local de Niñez, cuando las situaciones están relacionadas con vulneraciones intrafamiliares o de otra índole que exceden la competencia de los ESE; y, en menor medida y si la situación lo requiere, suelen articular con organizaciones civiles o barriales relacionadas a la educación, a la cultura y al deporte.

Articular entre espacios del ámbito público tiene sus cuestiones y particularidades, “muchas veces por desborde de los profesionales, por falta incluso de profesionales en el área” (Psicóloga 2, comunicación personal). Esto implica que a la hora de articular con estos espacios,

se debe tener en cuenta que cada institución “tiene un tiempo de intervención diferente, vive la urgencia de manera diferente” (Psicóloga 3, comunicación personal), y tiene recursos diferentes.

En cuanto al ámbito privado, luego de la pandemia, se abrió un abanico amplio de articulaciones con este sector (Psicóloga 2, comunicación personal). Como ya lo nombramos anteriormente, suelen articular con profesionales privados del área de la salud mental, tanto psicólogos como psiquiatras, pero también con equipos terapéuticos que acompañan a jóvenes con discapacidad (Trabajadora Social 2, comunicación personal).

A la hora de articular con profesionales de la esfera privada, una de las principales cuestiones que plantearon las entrevistadas es que dependen mucho de la predisposición y los posicionamientos éticos que tienen. En cambio, expresan que la colaboración entre agentes estatales es algo más “implícito” (Trabajadora Social 2, comunicación personal). Es decir, no es que es más fácil articular con lo estatal “sino que es de más fácil su acceso” (Trabajadora Social 1, comunicación personal), porque en lo estatal hay cuestiones compartidas y establecidas de antemano, en cambio, en lo privado “hay cuestiones, no obvias, que tenés que trabajar con los profesionales que son pagos por estas familias” (Trabajadora Social 1, comunicación

personal).

Otro obstáculo que encuentran las entrevistadas a la hora de articular con la esfera privada es que ese profesional necesita la autorización de los adultos referentes del adolescente para que pueda reunirse con los profesionales de los ESE. Esto implica muchas veces que los padres tengan que pagar esas horas extras que implica esa reunión.

Tanto en el ámbito público como privado, como dentro de los mismos equipos, se trabaja con profesionales que muchas veces tienen otros puntos de vista, otras ideas y otras opiniones. Por ello, los espacios de debate se suelen dar constantemente para poder establecer consensos. Esos debates que “obviamente no es sin discusión, no es sin conflicto” (Trabajadora Social 1, comunicación personal), se dan buscando lo mejor para ese joven.

De la misma forma que se puede establecer que no todas las escuelas son iguales, también se puede establecer que ninguno de los ESE trabajan de la misma manera. Más allá de compartir las mismas líneas de acción y los mismos recursos materiales, todos los profesionales tienen formas diferentes de trabajar (Psicóloga 2, comunicación personal).

En relación a esto, los ESE, como bien lo indica su nombre, son equipos interdisciplinarios. Según Muñoz (2021) la interdisciplina se explica mejor en

términos de una práctica colectiva situada. En donde, por un lado, es necesario un marco epistémico común que no refiere a una única teoría univarcadora sino compartir una posición crítica hacia los conceptos aceptados para pensar el problema en común. Y, por otro lado, también es necesario un trabajo grupal que refiere a “un proceso de enseñanza y aprendizaje ejercido por todas y cada una de las integrantes del grupo; y como proceso de comunicación, en sus formas explícitas e implícitas, en las que pueden aparecer también malentendidos y ruidos” (p. 46).

La autora establece que a la hora de leer un problema las diferencias se hacen presentes y se pueden comprender y sostener como tales, pero la construcción de un marco epistémico debe considerar estas diferencias cruciales y construir posicionamientos epistémicos y políticos desde los que pensar los problemas.

De esta forma, las profesionales de los ESE con sus trayectorias profesionales y personales individuales, comparten valores éticos y políticos que guían sus intervenciones y constituyen el marco epistémico que comparten. Pero, al mismo tiempo, cada grupo interdisciplinario tiene sus particulares formas de trabajar y de vincularse con los demás actores que participan del proceso de intervención.

Fin de la Intervención

Luego de llevar a cabo las diferentes acciones desarrolladas anteriormente, si se logra que el adolescente retome su escolaridad, ya sea en la escuela o generando un acompañamiento alternativo, los ESE realizan un cese de expediente y pasan a intervenir otra situación puesto que siempre “hay otra bomba por explotar” (Trabajadora Social 1, comunicación personal). Luego de un tiempo, suelen hacer un llamado telefónico a la escuela a modo de monitoreo para verificar la continuidad de la situación.

Por otro lado, hay situaciones que las profesionales denominan “crónicas” y son las que vienen interviniendo por mucho tiempo.

También, hay situaciones en la que los estudiantes no vuelven a la escuela y las profesionales manifiestan que la mayoría de estas situaciones tiene que ver con lo socio estructural.

La mayoría de estos pibes, falta porque no tienen ropa, no tienen zapatillas, no durmió durante la noche porque tenía frío, les queda lejísimos y no hay colectivos, tienen que salir a changuear con trece, catorce años o tiene que rebuscársela y además siempre la escuela secundaria espera un solo perfil de estudiante que lee, que se sienta y estudia siempre. (Trabajadora Social 1,

comunicación personal)

También, otras de las principales cuestiones por la que no vuelven a asistir a la escuela es por problemas de consumo. Las profesionales entrevistadas coinciden en que, si bien existen políticas provinciales destinadas a abordar el consumo problemático en menores de edad, en la práctica se enfrentan a múltiples obstáculos que dificultan su implementación efectiva. Por esta razón, terminan derivando estas situaciones al Servicio Local de Niñez.

Conclusiones

Los ESE, para lograr que los estudiantes que interrumpieron sus trayectorias escolares vuelvan a retomar sus estudios, llevan a cabo intervenciones en donde, en conjunto con la escuela, trabajan con la familia y el estudiante y articulan con instituciones estatales, privadas o barriales que conforman el territorio.

A raíz de lo analizado, podemos observar una saturación de los ESE, debido a los pocos recursos tanto humanos como materiales con los que cuentan en relación a la cantidad de demandas de intervención que reciben. A raíz de esto, muchas veces terminan interviniendo en la urgencia y de forma inmediata, tratando de paliar las problemáticas que se les van presentando, bajo una especie de automatismo caracterizado por cuestiones burocráticas y pocos recursos, que

provocan limitaciones a la hora de intervenir e impiden una reflexión crítica y profunda de la situación.

En estas situaciones de interrupción de trayectorias escolares, la mayoría de los jóvenes no regresan a la escuela. Hay situaciones de extrema vulnerabilidad en donde la escuela queda en segundo plano y que es necesario como profesionales pensar en espacios alternativos de educación donde los jóvenes se sientan contenidos, puedan aprender y generar lazos, y tal vez así, paulatinamente puedan volver a retomar su escolaridad.

De esta forma, es necesario entender que la educación trasciende lo escolar y que la escuela, a pesar de sus avances en términos de inclusión, sigue sin ser capaz de recibir y brindar conocimientos a muchos jóvenes.

A pesar del deterioro que atraviesan las instituciones públicas, la pérdida del poder adquisitivo de los salarios, el aumento de la inestabilidad laboral y el debilitamiento de las garantías en materia de derechos humanos en el contexto actual, observamos un compromiso destacable de las profesionales entrevistadas, quienes continúan apostando a la garantía del derecho a la educación. Incluso frente al malestar, la frustración y la impotencia que implica trabajar en condiciones adversas, estas trabajadoras —como parte del Estado— asumen la responsabilidad de intervenir

cotidianamente en situaciones complejas, con el objetivo de acompañar las trayectorias escolares y evitar su interrupción.

Por otro lado, también fue posible observar la importancia que adquieren las figuras de los docentes y preceptores en las trayectorias escolares. Cuando los estudiantes cuentan con referentes dentro de la escuela que generan confianza, contención y demuestran interés por su bienestar, se fortalecen sus posibilidades de permanencia. Del mismo modo, el acompañamiento de las familias y de personas adultas responsables resulta fundamental para sostener dichas trayectorias.

La problemática de las trayectorias escolares interrumpidas tiene una complejidad tal que requiere un abordaje multidimensional que no puede ser solucionada sólo desde un dispositivo interdisciplinario. Por ello, es necesaria una coherente articulación de políticas públicas por parte del Estado.

En un contexto en el que el derecho a la educación se ve socavado por discursos y políticas neoliberales que intentan reducirlo a una lógica de servicio esencial —desvinculándolo de su concepción como derecho humano fundamental—, resulta imprescindible reafirmar su valor como garante de inclusión, ciudadanía y justicia social.

Por ello, esta investigación busca aportar

al fortalecimiento del Estado y de las políticas sociales, mejorando su articulación y generando información actualizada sobre el estado actual de la problemática, con el fin de orientar intervenciones más efectivas desde el Estado.

Referencias Bibliográficas

- Andretich, G. V.; Kummer, V. M.; Correa, B.; Brignardello, D.; Osella, J.; y Bonfantino, I. (2017). Trayectorias escolares en la escuela media. Macro y micro análisis situacional de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos. *Ciencia, Docencia Y Tecnología Suplemento*, 7(7).
- Borda, P.; Dabenigno, V.; Freidin, B.; Güelman, M. (2017). Estrategias para el análisis de datos cualitativos. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Sociales. Instituto de Investigaciones Gino Germani
- Brignardello, D. (2015). Las trayectorias escolares en la educación secundaria argentina. Análisis de políticas educativas nacionales y provinciales en el período 2003–2014. *POLEDUC*.
- Briscioli, B. (2016). La incidencia de las condiciones de escolarización del nivel secundario en la construcción de las trayectorias escolares. *Perfiles Educativos*, 38(154), 134-153.
- Cantero, C. R., Abdala, S. N., y Cravero, M. B. (2019). Los desafíos del cumplimiento de la escolaridad obligatoria de la educación secundaria en la Provincia de Santa Fe. *Revista de educación* (17).
- Carballeda, A. J. (2023). La intervención en lo social. Exclusión e integración en los nuevos escenarios sociales. Buenos Aires: Paidós.
- De Ponti, L. (2022). Políticas socioeducativas en la educación para personas jóvenes y adultas. Experiencias escolares en el marco del Plan Vuelvo a Estudiar, Santa Fe, 2017-2020. *Propuesta Educativa*, 58(2), 113-116.
- Gomitolo, A. (2020). Las prácticas técnico-profesionales en el campo socioeducativo en el marco de la política pública de la provincia de Santa Fe (2015-2020). El acompañamiento a las trayectorias en escuelas secundarias ante las demandas actuales. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Humanidades y Ciencias; Argentina.
- Lorente Molina, B., y Luxardo, N. (2018). Hacia una ciencia del trabajo social. *Epistemologías, subalternidad y feminización*. Cinta

De Moebio. Revista De
Epistemología De Ciencias
Sociales, (61), 95–109.
Recuperado a partir de
<https://cintademoebio.uchile.cl/index.php/CDM/article/view/48583>

Pietroni, M. (2016). Significado de inclusión, calidad educativa y su relación en el nivel secundario: tensión en una política de la provincia de Santa Fe entre un programa, la voz de los docentes y posibles alternativas conceptuales. Universidad Nacional del Litoral.

Ramos, P. B. (2017). Programa Educativo Integrador y Tutorial para escuelas secundarias de la Provincia de Santa Fe. Universidad Nacional del Litoral.

Ríos, L. C. y Fernandez, S. (2015). Políticas educativas y escuela secundaria en la Argentina post 2003. Revista Latinoamericana de Políticas y Administración de la Educación. 2(2).

Terigi, F. (2014). Trayectorias escolares e inclusión educativa: del enfoque individual al desafío para las políticas educativas. En A. Marchesi, R. Blanco y L. Hernández. (Coord.), Avances y desafíos de la educación inclusiva en Iberoamérica. Metas Educativas 2012 (pp. 71-87). Organización de Estados Iberoamericanos para la

Educación, la Ciencia y la Cultura, Madrid.

Agradecimientos

Agradezco a las profesionales que integran los ESE por participar con predisposición y entusiasmo de esta investigación; a mi director por guiarme, enseñarme y acompañarme en este proceso; y a mi universidad pública y gratuita por otorgarme, a través de todos estos años de carrera, las herramientas y los conocimientos para llevar a cabo este trabajo.

2- Transferencia tecnológica.

Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico con estudiantes de arquitectura en una universidad de Alto Paraná, Paraguay

Autor: Mena, Mirta; arq.mirtamena@gmail.com

Orientador/a: Zavala-Saucedo, María V.; mavizavala@gmail.com

Universidad Nacional del Este/ Escuela de Posgrado

Resumen

El presente trabajo aborda el uso de la Realidad Aumentada (RA) como recurso didáctico en la formación de estudiantes de arquitectura en una universidad del Alto Paraná, Paraguay. Ante la creciente complejidad del campo arquitectónico y las limitaciones que presentan los métodos tradicionales, se plantea como pregunta central: ¿cuál es la percepción de los estudiantes sobre el uso de la RA en relación con su impacto en el aprendizaje y el desarrollo de competencias profesionales? El objetivo general consistió en describir dicha percepción a partir de la implementación de una propuesta pedagógica basada en el uso de esta tecnología. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, aplicando cuestionario pre-test y post-test a un mismo grupo. El instrumento utilizado fue validado por juicio expertos y sometido a prueba piloto con un alfa de Cronbach de 0,981. La intervención consistió en el uso sistemático de recursos de RA durante las clases. Los resultados obtenidos evidencian una percepción altamente positiva por parte de los estudiantes respecto al uso de la RA, destacando mejoras significativas en su experiencia de aprendizaje. Se resalta que la incorporación de la Realidad Aumentada fue percibida por los estudiantes como una estrategia didáctica que dinamiza el proceso formativo, al generar una experiencia de aprendizaje más activa, inmersiva y contextualizada. Esta percepción positiva se vincula con el fortalecimiento de habilidades clave para la práctica arquitectónica. La tecnología es percibida como una herramienta didáctica eficaz que ayuda a reducir la brecha entre la formación académica y el mundo profesional, especialmente cuando el acceso a entornos reales es limitado.

Palabras clave: realidad aumentada, educación superior, enseñanza de arquitectura.

Introducción

Desde la incursión de la tecnología en las actividades diarias del hombre y su adaptación para cada acción hoy día ya resulta indispensable su utilización para cualquier actividad, en especial en las actividades educativas, ya sea para expresar una idea o para comunicarla.

Así pues, la tecnología ofrece varias herramientas, entre las cuales destaca notablemente la realidad aumentada, la cual es utilizada en varios ramos de la educación, ya que esta herramienta permite la interacción de la realidad misma con otra realidad que puede llegar a ser.

La realidad aumentada es una tecnología que permite combinar elementos o entornos reales con elementos virtuales en tiempo real, siendo una traducción del inglés Augmented Reality (AR) según el Cambridge English-Spanish Dictionary (2021).

La Realidad Aumentada (RA en adelante) hace referencia a la visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados (o aumentados) con elementos virtuales generados por un ordenador, cuya fusión da lugar a una realidad mixta (Cobo & Moravec, 2011, p.105).

Según Ashour, Shaghaghian y Yan (2022), la RA permite enriquecer la percepción del mundo real mediante la superposición contextual de objetos virtuales.

Cabero (2001), sostiene que la percepción que el sujeto tiene hacia un medio tecnológico condicionará el esfuerzo mental que invierta para aprender, aspecto fundamental en la implementación de nuevas tecnologías educativas.

La RA permite al estudiante interactuar con la información digital, a través de imágenes en segunda y tercera a dimensión, facilitando la labor del usuario e interactuando entre lo real y lo virtual (Parreño, 2011).

Ramírez Piña (2017) resalta cómo la integración de la RA en el aula incide positivamente en el aprendizaje. El estudio comparó a un grupo de control y a un grupo experimental, ambos con niveles iniciales de conocimiento superficial bajo, registrando un 53,8% en el grupo de control y un 57,6% en el experimental. Luego de aplicar la intervención pedagógica basada en RA, el grupo experimental mostró un avance más significativo que el grupo de control, alcanzando un nivel básico de conocimiento con mayor solidez. Este progreso se vinculó al aumento del interés por la asignatura y a una mayor dedicación en el análisis contextualizado, lo que facilitó un aprendizaje más profundo y creativo. Los resultados obtenidos permiten afirmar que la RA no solo promueve la comprensión conceptual, sino que también fortalece habilidades de análisis y resolución.

El uso de la RA ha avanzado principalmente en países desarrollados, donde su aplicación

comienza a consolidarse en áreas profesionales como la arquitectura. Sin embargo, en el ámbito educativo paraguayo, su integración aún es limitada y apenas se está explorando. Un estudio de López Belmonte et al. (2020) realizado en España con una muestra de 627 docentes de Formación Profesional, analizó la relación entre la competencia digital docente y el uso de la RA en el aula. Los resultados evidenciaron que el 66,35% del profesorado no utiliza esta tecnología, mientras que solo un 6,54% la emplea de forma habitual. Entre estos extremos, se identificó un 14,83% de docentes que la utilizan esporádicamente y un 12,28% que lo hace con mayor frecuencia. Estos datos reflejan que, a pesar del potencial educativo de la RA, su adopción sigue siendo reducida incluso en contextos con mayor desarrollo tecnológico, lo cual refuerza la interpretación de que su escaso uso en Paraguay no es un fenómeno aislado, sino parte de una tendencia global más amplia.

Este escaso o insuficiente uso de la tecnología en la enseñanza, puede deberse a dos razones de peso: por un lado, desconocimiento de las nuevas tecnologías y, por otro, la falta de formación para el diseño de propuestas de enseñanza que integren las tecnologías emergentes (Abásolo et al., 2017).

En consecuencia, se vuelve imprescindible que el profesor cuente con los conocimientos,

habilidades y actitudes necesarias para ejercer una práctica educativa innovadora en el aula (González Mariño, 2008).

Es así que la incorporación de tecnologías avanzadas, como la RA, representa una oportunidad significativa para mejorar la educación arquitectónica.

La integración de la RA en la carrera de arquitectura puede realizarse de manera efectiva en asignaturas clave como proyectos arquitectónicos, donde los estudiantes tendrían la oportunidad de explorar nuevas posibilidades de diseño y mejorar su capacidad para tomar decisiones informadas.

Además, la RA ofrece una solución prometedora al superponer elementos virtuales sobre el entorno físico, la RA permite a los estudiantes interactuar con modelos arquitectónicos tridimensionales en un contexto real, lo que facilita una comprensión de las dimensiones, proporciones y relaciones espaciales de los proyectos que diseñan. Esta tecnología no solo mejora la visualización tridimensional, sino que también enriquece la experiencia educativa al hacerla más dinámica, inmersiva y relevante para la práctica profesional.

Una de las competencias específicas que se ve particularmente débil en la formación tradicional es la capacidad de los estudiantes para interpretar y manipular espacios tridimensionales en su contexto real. Esta habilidad es crucial para cualquier arquitecto,

ya que influye directamente en su capacidad para diseñar de manera efectiva y adaptarse a las complejidades del entorno físico. La falta de herramientas tecnológicas avanzadas, como la RA, en la educación arquitectónica tradicional limita el desarrollo pleno de esta competencia, lo que podría resultar en una preparación insuficiente para los desafíos profesionales.

Por esta razón, la incorporación de la RA en el currículo de arquitectura es imperativa. No solo ayudaría a la formación académica y las exigencias del mundo profesional, sino que también garantizaría que los futuros arquitectos estén mejor equipados con las habilidades necesarias para sobresalir en su campo.

En relación a la incidencia de la RA en la educación, y aunque las investigaciones realizadas son aún limitadas, se entiende que ese motivo sea posiblemente uno de los grandes problemas que tenga para la implementación a la enseñanza, algunos estudios como el realizado por Joo Nagata, (2016) demuestra que el uso de RA en entornos educativos mejora la comprensión de contenidos, superando los resultados obtenidos con métodos tradicionales. Esto evidencia que, cuando se diseña con criterios pedagógicos adecuados, la RA puede integrarse con éxito en procesos de enseñanza.

En el mismo contexto, un estudio realizado por Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf y Kinshuk

(2014), identificó que la mayoría de las investigaciones en torno a la RA en el ámbito educativo se concentraban tanto en el nivel primario como secundario y terciario. Solo un 15,6 % de los estudios se desarrollaban en los campos de la ingeniería, manufactura y construcción, y no se registraban investigaciones orientadas específicamente a la arquitectura, el diseño o la tecnología. Además, se observa una presencia reducida de aplicaciones en áreas como humanidades, ciencias sociales, artes, negocios y derecho, en comparación con otros sectores educativos (Hendricks, 2022).

A partir de esta situación, se refuerza la necesidad de orientar la implementación de la RA hacia áreas profesionales específicas. En este sentido (Cabero, 2020). sostiene que, resulta fundamental identificar aquellas experiencias de RA que estén directamente al servicio de la formación profesional, a fin de potenciar la producción, la comunicación y la presentación arquitectónica.

En las investigaciones realizadas en las últimas décadas los resultados reflejan el impacto de esta herramienta tanto lo académico, profesional y personal. Según Chuquimia Hernani (2014), se mejoró la curva de aprendizaje exitosamente, las pruebas realizadas a la aplicación de RA como herramienta lúdica y pedagógica orientada al proceso de enseñanza aprendizaje son satisfactorias.

Jaramillo (2014), sostiene que la RA permite una integración armónica entre la teoría y la práctica, brindando al estudiante más autonomía y apoyo teórico durante el aprendizaje. Estas posibilidades han llevado a que cuando se incorpora a la enseñanza, genera altos niveles de satisfacción y actitudes positivas en los estudiantes.

Como señala Blásquez (2017). “las posibilidades de aplicar la RA en educación son muy numerosas, lo importante es el objetivo educativo a conseguir y encontrar la aplicación adecuada para su puesta en marcha” (p.23), lo que subraya la necesidad de una aplicación pedagógicamente fundamentada.

García et al., (2016). destacan que, en las asignaturas de Construcción de Estructuras I y II del Grado en Arquitectura Técnica, se ha incorporado el uso de la RA para facilitar la comprensión de sistemas constructivos complejos. A través de dispositivos móviles, los estudiantes acceden a modelos tridimensionales interactivos que les permiten explorar detalles estructurales en tiempo real, favoreciendo un aprendizaje más visual y dinámico.

En este contexto, las tecnologías específicas cuya intervención se asocia de manera más directa con la educación en arquitectura son los programas BIM (Building Information Modeling) que traducido al español sería modelado de información de construcción.

Para el diseño de proyectos constructivos, uno de los programas más utilizados es SketchUp, ampliamente compatible con la tecnología de RA. Esta integración facilita la interpretación de espacios y volumetrías, lo cual resulta fundamental para el ejercicio profesional en arquitectura.

Tomando en cuenta estos antecedentes este trabajo analizó la percepción del uso de la RA, en la formación profesional en una universidad en Alto Paraná, Paraguay, enfocándose específicamente en estudiantes de un semestre de arquitectura. La medición se realizó en dos momentos: antes del uso de la RA en la situación didáctica y luego de su aplicación a procesos de clase de la asignatura de proyecto I de la carrera.

La investigación responde a la creciente complejidad del campo arquitectónico contemporáneo. Los métodos de enseñanza tradicionales, aunque efectivo durante décadas, presentan limitaciones para preparar adecuadamente a los futuros arquitectos ante los requerimientos de un mundo profesional en constante evolución.

Objetivo

Describir la percepción de los estudiantes de la carrera de Arquitectura de una universidad del Alto Paraná sobre el uso de la RA como recurso didáctico, en cuanto a su impacto en el aprendizaje y el desarrollo de competencias para el ejercicio profesional.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, en tanto se orientó a recoger datos con un cuestionario estructurado cuyos resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva.

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, dado que no se manipularon variables independientemente, sino que se observó el fenómeno en su contexto natural. Se clasifica como descriptivo-evaluativo, permitiendo caracterizar las percepciones de los estudiantes y evaluar su experiencia con el uso de la RA en el proceso educativo, sin buscar establecer relaciones causales.

Para la implementación en las clases se utilizaron aplicaciones de RA ya existentes como Architeque, Augment, apoyados con programas de diseños y página de descarga como skeepup y 3D warehouse.

Fue una investigación de campo, centrada en la recopilación de datos empíricos directamente de los estudiantes, lo que permitió obtener una comprensión de cómo perciben el impacto y la efectividad de la RA en su proceso educativo.

En el marco del objetivo, se establece como variable central la percepción sobre los aprendizajes alcanzados mediante el uso de esta tecnología educativa emergente. Esta percepción hace referencia a la evaluación que realizan los estudiantes respecto a su capacidad para adquirir conocimientos y

desarrollar competencias específicas de la disciplina arquitectónica, a partir de la incorporación de la RA como herramienta de apoyo en distintas asignaturas.

Una de las dimensiones fundamentales de esta variable es el impacto en el aprendizaje, entendida como la manera en que la RA contribuye a la retención, comprensión y aplicación del conocimiento en contextos formativos. En este sentido, se consideran como indicadores clave: la retención de conocimientos clave relacionados con el diseño arquitectónico, la comprensión de conceptos fundamentales abordados con el apoyo de la RA, y la aplicación de dichos conocimientos en actividades prácticas o proyectos concretos.

La segunda dimensión se centra en el desarrollo de competencias profesionales, especialmente en la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos teóricos en el diseño de proyectos arquitectónicos. Evalúa también el fortalecimiento de habilidades prácticas, como la toma de decisiones durante el proceso creativo y la ejecución de soluciones constructivas. A través de esta dimensión, se analiza si el uso de la RA ayuda a mejorar estas competencias, ofreciendo una experiencia más concreta, aplicada y cercana a los desafíos reales del ejercicio profesional en arquitectura.

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Percepción sobre el nivel de aprendizaje alcanzado	Impacto en el aprendizaje	- Retención de conocimientos clave en diseño arquitectónico. - Aplicación de conocimiento en contextos prácticos.
	Desarrollo de competencias	- Integración de conocimientos teóricos en elaboración de proyectos arquitectónicos. - Practicidad en diseño arquitectónico.

En conjunto, esta operacionalización permitió captar la percepción estudiantil de manera estructurada, considerando tanto la adquisición de conocimientos como la proyección de éstos en contextos reales de formación y práctica profesional.

Dado que la investigación se centró en la percepción de los estudiantes sobre la implementación de la RA en su proceso de aprendizaje, se diseñó un cuestionario estructurado de elaboración propia, específicamente orientado a captar sus percepciones y actitudes antes y después de la intervención pedagógica. Para su aplicación se utilizó la plataforma Google Forms, lo que permitió una distribución digital eficiente, acceso remoto por parte de los estudiantes y una sistematización automática de las respuestas, optimizando así el proceso de recolección de datos.

Tabla 2.

Estructura del Instrumento

Dimensión 1: Impacto en el aprendizaje	
Indicador: Retención de conocimientos clave en diseño arquitectónico	
1	Recuerdo fácilmente los conceptos aprendidos en clase
2	Retengo los conceptos clave aprendidos en las clases en un tiempo razonable
3	Los métodos tradicionales me ayudan a retener la información a largo plazo
Indicador: Aplicación de conocimientos en contextos prácticos	
4	Mi habilidad para realizar tareas prácticas está bien desarrollada
5	Adapto fácilmente los conceptos teóricos a escenarios prácticos en mis proyectos
6	Los métodos de enseñanza me preparan adecuadamente para situaciones prácticas reales en el campo de la arquitectura
Dimensión 2: Desarrollo de competencias	
Indicador: Integración de conocimientos teóricos en la elaboración de proyectos arquitectónicos	
7	La enseñanza proporciona las bases necesarias para elaborar proyectos arquitectónicos
8	Puedo aplicar conceptos teóricos directamente a la creación de mis proyectos
9	La teoría enseñada es útil para resolver problemas en mis proyectos arquitectónicos
Indicador: Practicidad en diseño arquitectónico	
10	Aplico efectivamente las técnicas de diseño aprendidas en mis proyectos
11	La instrucción es útil para desarrollar habilidades prácticas en el diseño arquitectónico
12	Los métodos de enseñanza facilitan el desarrollo de habilidades prácticas en diseño arquitectónico

Para valorar la percepción de los estudiantes sobre el uso de la RA como recurso didáctico, se aplicó una escala de Likert de cinco puntos, que facilitó medir el nivel de acuerdo o desacuerdo ante afirmaciones específicas. Las opciones de respuesta se establecieron en una escala Likert de cinco niveles, que va desde "Totalmente en desacuerdo" hasta "Totalmente de acuerdo". Con el propósito de asegurar la validez del cuestionario utilizado en la recolección de datos, se llevó a cabo una validación de contenido con la participación de 3 expertos en el área de arquitectura.

Tabla 3.
Resumen de procesamiento de casos expertos.

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Además, se llevó a cabo una prueba piloto con 15 estudiantes de la misma carrera en otra universidad, y a partir de sus resultados se calculó el coeficiente alfa de Cronbach, el cual evidenció un alto nivel de consistencia interna en el cuestionario diseñado para evaluar la percepción estudiantil sobre el uso de la RA.

Tabla 4.
Resumen de procesamiento de caso prueba piloto.

		N	%
Casos	Válido	15	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	15	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Asimismo, se obtuvo un alfa de 0.968, lo que indica que los ítems presentan una fuerte correlación entre sí y miden de forma coherente la comprensión de los estudiantes, por lo que no es necesario eliminar ni modificar ninguno.

Tabla 5.
Estadísticas de confiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,981	12

Una vez concluido el proceso de validación del instrumento con los 12 elementos se procedió a la aplicación del cuestionario en su versión definitiva en el contexto real de estudio.

La investigación se realizó en la sede central de la Universidad Internacional Tres Fronteras (UNINTER). Participaron 20 estudiantes del segundo semestre de la carrera de Arquitectura. Se aplicó una muestra censal, incluyendo a todos los alumnos, lo que permitió captar con precisión sus percepciones sobre el uso de la RA como recurso didáctico en el proceso de aprendizaje inicial del diseño arquitectónico.

La intervención en el aula se desarrolló en modalidad presencial durante tres semanas. En la primera semana, se realizó una clase con metodología tradicional con duración de 4 horas seguida del pre test. La segunda semana fue libre, planificada para evitar efectos inmediatos y asegurar mayor objetividad en las respuestas. En la tercera semana, se impartió una clase utilizando RA,

con duración de 4 horas finalizando con la aplicación del post test para medir el impacto de la intervención.

Con referencia al procesamiento de los datos, en una primera etapa, se realizaron análisis estadísticos descriptivos, tales como frecuencia, porcentaje, media y desviación estándar, con el fin de caracterizar las respuestas de los estudiantes y observar tendencias generales en sus percepciones sobre la RA como recurso didáctico.

El análisis se centró en comparar los resultados de ambas pruebas, con el objetivo de evaluar cómo la RA afectó las percepciones de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje.

Para el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en la aplicación del cuestionario, se empleó el software estadístico PSPP (Public Statistical Package), el cual permitió organizar, procesar y analizar la información recabada en las fases de pre-test y post-test.

Resultados y Discusión

Los hallazgos obtenidos permiten establecer una visión clara sobre la percepción de los estudiantes en torno a la integración de la RA como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de la carrera de Arquitectura. La comparación entre los resultados del pre test y post test evidencia un incremento significativo en las valoraciones de los estudiantes tras el uso de la RA, especialmente en lo que respecta al

impacto en el aprendizaje y al desarrollo de competencias profesionales.

Dimensión 1: Impacto en el aprendizaje

Indicador: Retención de conocimientos clave en diseño arquitectónico.

Los resultados reflejan una mejora sustancial en la percepción de los estudiantes respecto a su capacidad para retener los conocimientos adquiridos, especialmente tras la incorporación de la RA como recurso didáctico. El ítem “Recuerdo fácilmente los conceptos aprendidos en clase” aumentó de una media de 3,24 en el pre test a 4,57 en el post test, evidenciando un incremento de +1,33 puntos, lo que indica que la RA favorece de manera notable la memoria inmediata de los contenidos.

De igual manera, el ítem “Retengo los conceptos clave aprendidos en las clases en un tiempo razonable” mejoró de 3,52 a 4,71 (+1,19 puntos), lo que señala una consolidación más rápida y efectiva del aprendizaje gracias al uso de la RA.

El cambio más notable fue en “Los métodos de enseñanza me ayudan a retener la información a largo plazo”, que pasó de 2,48 a 4,48, con un aumento de +2,00 puntos. Esto sugiere que la incorporación de la RA potencia la percepción de retención a largo plazo, superando las limitaciones de los métodos tradicionales en solitario.

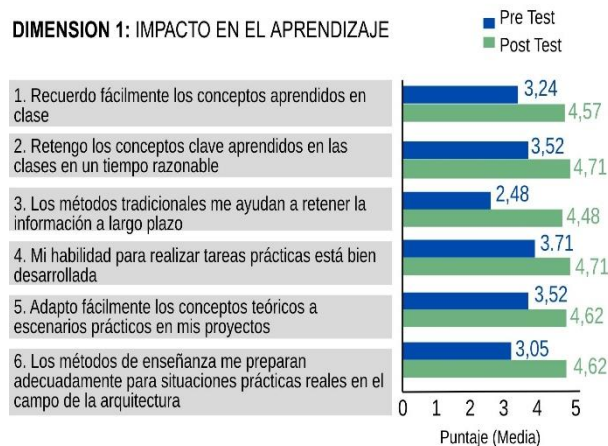
Indicador: Aplicación de conocimientos en contextos prácticos

Respecto a la aplicación práctica, los estudiantes manifestaron una percepción claramente más favorable, considerando que la RA facilitó la transferencia de los conocimientos teóricos a situaciones reales o simuladas del ámbito proyectual. El ítem “Mi habilidad para realizar tareas prácticas está bien desarrollada” creció de 3,71 a 4,71 (+1,00), mientras que “Adapto fácilmente los conceptos teóricos a escenarios prácticos en mis proyectos” mejoró de 3,52 a 4,62 (+1,10).

Además, “Los métodos de enseñanza me preparan adecuadamente para situaciones prácticas reales en el campo de la arquitectura” mostró un aumento considerable, pasando de 3,05 a 4,62 (+1,57), lo que refleja que la RA fortalece la preparación de los estudiantes para enfrentar retos prácticos en su formación profesional.

Figura 1:

Resultados de dimensión 1.



Los resultados obtenidos en la dimensión de Impacto en el Aprendizaje evidencian que la RA es altamente valorada por los estudiantes como un recurso didáctico que fortalece la retención del conocimiento y su aplicación en situaciones prácticas. La mejora sustancial en las puntuaciones post test indica que los entornos inmersivos, interactivos y visuales proporcionadas por la RA potencian significativamente los procesos de comprensión, consolidación y transferencia del conocimiento. Se confirma así que su incorporación en la enseñanza de arquitectura contribuye de forma efectiva a la formación académica, al brindar experiencias de aprendizaje más completas, dinámicas y ajustadas a los retos del ejercicio profesional.

Los resultados son consistentes con los hallazgos de García et al. (2016) en relación a la construcción de estructuras, confirmando el potencial transversal de la RA en disciplinas técnicas.

Dimensión 2: Desarrollo de competencias

Indicador: Integración de conocimientos teóricos en la elaboración de proyectos arquitectónicos

Los estudiantes manifestaron una percepción favorable en cuanto a la mejora en la integración del conocimiento teórico con la práctica proyectual luego de la incorporación de la RA como recurso didáctico. Por ejemplo, el ítem “Puedo aplicar conceptos teóricos directamente a la creación de mis

proyectos” aumentó de 3,52 a 4,90 (+1,38), subrayando que la RA favorece la transferencia del aprendizaje teórico a la ejecución práctica.

Otros indicadores como “La enseñanza proporciona las bases necesarias para elaborar proyectos arquitectónicos” y “La teoría enseñada es útil para resolver problemas en mis proyectos arquitectónicos” mostraron incrementos de +1,05 puntos (de 3,62 a 4,67) y +1,05 puntos (de 3,57 a 4,62) respectivamente, indicando una percepción fortalecida sobre el sustento teórico aplicado.

Indicador: Practicidad en diseño arquitectónico

En cuanto a la dimensión práctica, el ítem “Los métodos de enseñanza facilitan el desarrollo de habilidades prácticas en diseño arquitectónico” creció de 3,57 a 4,76 (+1,19). Asimismo, “La instrucción es útil para desarrollar habilidades prácticas en el diseño arquitectónico” pasó de 3,95 a 4,76 (+0,81), y “Aplico efectivamente las técnicas de diseño aprendidas en mis proyectos” mejoró de 3,81 a 4,67 (+0,86).

Aunque los resultados son positivos, es importante considerar que se midió percepción, no desempeño real. Futuras investigaciones deberían evaluar el impacto en calificaciones y proyectos concretos.

No obstante, la evidencia recogida muestra que la RA contribuye al fortalecimiento de

habilidades prácticas y técnicas, mejorando la formación aplicada que requieren los futuros arquitectos.

Figura 2:

Resultados de dimensión 2.



Los hallazgos en la dimensión Desarrollo de Competencias confirman que la RA no solo impacta positivamente en la percepción de los estudiantes en la adquisición de conocimientos, sino que también favorece su integración efectiva en el quehacer arquitectónico. La RA se posiciona como una aliada estratégica para la formación profesional, al permitir a los estudiantes experimentar con propuestas de diseño en un entorno simulado pero realista. El incremento en las valoraciones de los indicadores demuestra que esta tecnología mejora la capacidad para aplicar lo aprendido, resolver problemas reales y ejecutar soluciones técnicas con mayor competencia. En consecuencia, la RA contribuye significativamente al desarrollo de competencias profesionales esenciales en el campo de la arquitectura.

Las percepciones obtenidas coinciden con hallazgos de investigaciones previas, como las de Jaramillo (2014) y Chuquimia (2014), quienes también reportan actitudes positivas de los estudiantes hacia la RA como medio para una enseñanza más dinámica y aplicada.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, se concluye que los estudiantes perciben el uso de la RA como una estrategia didáctica altamente positiva, valorando su impacto en la mejora de su aprendizaje y en el desarrollo de competencias relevantes para su futura práctica profesional. Esta percepción favorable responde directamente a la pregunta principal de investigación, al evidenciar que los estudiantes reconocen en la RA un recurso útil, motivador y pertinente para su formación en arquitectura.

El cumplimiento de los objetivos específicos se refleja en estas percepciones: los estudiantes consideran que la RA favorece la comprensión de conceptos complejos, promueve una integración más fluida entre teoría y práctica, y estimula el desarrollo de habilidades prácticas necesarias para la profesión. Así, se alcanza también el objetivo general del estudio, que consistió en describir cómo los estudiantes perciben el uso de la RA como apoyo a su proceso educativo.

Los hallazgos de la investigación confirman que la RA, como recurso didáctico, es

percibida por los estudiantes de arquitectura como una herramienta valiosa para su formación. Las diferencias positivas entre los resultados del pre-test y post-test, con variaciones que oscilan entre +0,81 y +2,00 puntos, reflejan una mejora significativa en su percepción respecto a la retención y aplicación del conocimiento, así como en el desarrollo de competencias clave para el ejercicio profesional.

En particular, los estudiantes consideran que esta tecnología mejora la comprensión de contenidos, promueve la integración teoría-práctica y fortalece habilidades fundamentales como la visualización tridimensional y la toma de decisiones proyectuales.

La principal contribución de este estudio radica en visibilizar cómo los estudiantes valoran la incorporación de la RA en su formación, especialmente en entornos donde el acceso a experiencias reales es restringido. A través de su percepción, se pone en evidencia el potencial de esta tecnología para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en arquitectura.

Sin embargo, se reconoce limitaciones el estudio como el tamaño reducido de la muestra y la implementación en un único contexto académico.

A modo de cierre, la investigación confirma que la RA es percibida como un recurso didáctico eficaz, especialmente en contextos

donde el acceso a entornos reales es limitado. Su incorporación en la educación arquitectónica representa una oportunidad relevante para acortar la brecha entre la formación académica y las exigencias del mundo profesional.

Referencias Bibliográficas

- Abásolo, M. J., Sanz, C., Naiouf, M., De Giusti, A., Santos, G., Castro, M. L., & Bouciguez, M. J. (2017). *Realidad aumentada, realidad virtual e interacción tangible para la educación*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/62975>
- Blásquez Sevilla, A. (2017). Realidad aumentada en educación.
- Ashour, Z., Shaghaghian, Z., & Yan, W. (2022). BIMxAR: BIM-empowered augmented reality for learning architectural representations (arXiv:2204.03207v2 [cs.HC]). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.03207>
- Cambridge University Press. (2021). Cambridge English-Spanish dictionary.
- Cabero, J. (2001). Tecnología educativa.
- Cabero Almenara, J. (2020). Aportaciones de la tecnología al trabajo cooperativo para la innovación universitaria con Design Thinking. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, (59), 27–64. <https://revistapixelbit.com>
- Chuquimia Hernani, H. R. (2014). Aplicación de realidad aumentada como herramienta lúdica y pedagógica, orientada al proceso de enseñanza-aprendizaje [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés].
- Cobo, C., & Moravec, J. W. (2011). Aprendizaje invisible: Hacia una nueva ecología de la educación. https://www.uv.es/bellohc/MasterPoliticas/Cobo_Moravec.pdf
- García, B., Pérez Sánchez, J., & Vicente, J. (2016, junio). Construcción virtual y realidad aumentada. Aplicación en el Grado de Arquitectura Técnica. En XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/58459/1/XIV-Jornadas-Redes-ICE_018.pdf
- González Mariño, J. C. (2008). TIC y la transformación de la práctica educativa en el contexto de la sociedad del conocimiento. Revista Universidad y Ciencia, 5(2), 1–8.
- Hendricks, D. (2022). Applications of augmented reality as a blended learning tool for architectural education. Scholarship of Teaching and Learning in the South, 6(1), 79–94. <https://journals.uj.ac.za/SOTL/index.php/sotls/article/view/247>

- Jaramillo Figueroa, P. (2014). Elaboración de objetos de aprendizaje basados en la realidad aumentada para la enseñanza de técnicas de construcciones de hormigón para la Facultad de Arquitectura de la PUCE [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].
- Joo Nagata, J. C. (2016). Modelo de realidad aumentada y navegación peatonal del atrimonio territorial: Diseño, implementación y evaluación educativa [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca].
- López Belmonte, J., Moreno Guerrero, A. J., Pozo Sánchez, S., & López Núñez, J. A. (2020). La formación profesional ante el reto de las TIC: Proyección de la realidad aumentada entre su profesorado y predictores de uso. *Revista Complutense de Educación*, 31(4), 423–433. <https://doi.org/10.5209/rced.65443>
- Parreño, J. (2011). Publicidad expandida mediante realidad aumentada (No. 267). <http://pdfs.wke.es/4/5/8/5/pd0000064585.pdf>
- Ramírez Piña, W. R. (2017). Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas en educación básica secundaria [Tesis de maestría, Universidad de la Costa].

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi tutora, Dr. Sc. María Victoria Zavala Saucedo, por su invaluable orientación y apoyo. A la Universidad Internacional Tres Fronteras (UNINTER), por permitirme realizar esta investigación en sus instalaciones. Y a los estudiantes de primer año de Arquitectura, por su disposición y colaboración, sin los cuales este estudio no habría sido posible.

6_Innovación en el ámbito alimentario

Producción de poroto con fertilización fosfatada y aplicación de bioestimulante

Autores: Elías Danilo Vera Ortiz. E.mail: elias.d.vera.ortiz@gmail.com

Co-autores: Morel López, Eulalio; López Ávalos, Derlys Fernando; Fernández Sánchez,
Alcides; Chávez Insfran, Sandro Valentin

Orientador: Lugo Pereira, Wilfrido Daniel; Email: wdlugo.26@hotmail.com

Universidad Nacional de Concepción - Facultad de Ciencias Agrarias

Resumen

El objetivo del experimento fue evaluar la fertilización fosfatada y aplicación de bioestimulante en el cultivo de poroto. El experimento fue realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias en el área de producción agrícola de la Universidad Nacional de Concepción. El experimento realizado tuvo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con esquema factorial y tres repeticiones, el Factor A correspondió a las dosis de P_2O_5 (0, 45, 90 y 135 kg ha⁻¹), y el Factor B consistió con y sin aplicación de bioestimulante. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 3 x 3 metros totalizando 9m² por cada parcela. Las determinaciones evaluadas fueron altura de plantas, número de vainas por plantas y rendimiento. Los datos obtenidos fueron sometidos al ANAVA y las medias fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados demuestran que la aplicación de fertilizante fosfatado generó diferencias significativas en la altura de planta, el número de vainas por planta y el rendimiento, destacándose la dosis de 135 kg ha⁻¹ de P_2O_5 . En cuanto al factor B, la aplicación de bioestimulante tuvo efectos significativos sobre la altura de planta y el rendimiento.

Palabras clave: Poroto, dosis de P_2O_5 , rendimiento

Introducción

El poroto (*Vigna unguiculata* L.) es un componente importante en la dieta del agricultor paraguayo. Constituye uno de los cultivos de subsistencia; también se lo utiliza como forraje, abono verde y en asociación con otros cultivos. Los excedentes de la finca se comercializan en los mercados locales (MAG, 2020).

La aplicación de fósforo en el cultivo de poroto es fundamental para favorecer el desarrollo radicular y la formación de nódulos, lo que mejora la eficiencia en la fijación biológica de nitrógeno. En suelos con baja disponibilidad de este nutriente, su incorporación al momento de la siembra contribuye significativamente al crecimiento y rendimiento del cultivo (Silva et al., 2019).

El uso de bioestimulantes en el cultivo de poroto ha demostrado efectos positivos sobre el crecimiento y la productividad, al promover la actividad fisiológica de las plantas. Estos compuestos estimulan la absorción de nutrientes, mejoran la resistencia al estrés abiótico y favorecen la nodulación en leguminosas. Diversos estudios indican que su aplicación incrementa el desarrollo vegetativo, la floración y el rendimiento del cultivo (Santos et al., 2020).

Objetivos

El objetivo general del trabajo fue evaluar la fertilización fosfatada y aplicación de

bioestimulante en el cultivo de poroto y como objetivos específicos se establecieron: evaluar la altura de plantas, cuantificar el número de vainas por plantas y determinar el rendimiento en kg ha^{-1} .

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias en el área de producción agrícola de la Universidad Nacional de Concepción, en el periodo de febrero a junio del 2025, circunscrita en las coordenadas $23^{\circ}41'33''$ Sur $57^{\circ}41'09''$ Oeste, elevado 160 msnm.

El experimento realizado tuvo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con esquema factorial y tres repeticiones, el Factor A correspondió a las dosis de P_2O_5 , y el Factor B consistió la aplicación de bioestimulante. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 3 x 3 metros totalizando 9m^2 por cada parcela. En la tabla 1 se puede observar los tratamientos en estudio.

El suelo de la región posee las siguientes características, taxonómicamente pertenece al Orden Alfisol (López et al., 2024), se extrajo una muestra para el análisis correspondiente, cuyas características físicas y químicas fueron; pH agua= 5,90; M.O. %=1,67; $\text{Al}^3\text{meq}/100\text{g}$ suelo. = 0,00; P mg/LS =13,00; K cmol/LS = 0,20; Ca cmol/LS = 5,16; Mg cmol/LS =0,92; S mg/LS

=1,84; Fe mg/LS = 91,15; Cu mg/LS = 1,43; Zn mg/LS = 16,39; Mn mg/LS = 49,54; CIC cmol/LS = 8,87; Ca/k= 25,49; Ca/Mg= 5,58; Mg/K= 4,57 Tex= 5,00 % arcillosa.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamientos	Factor A Dosis de P ₂ O ₅	Factor B Bioestimulant e
1	Testigo 0	
2	45 kg ha ⁻¹	Con aplicación
3	90 kg ha ⁻¹ (*)	
4	135 kg ha ⁻¹	
5	Testigo 0	
6	45 kg ha ⁻¹ (*)	
7	90 kg ha ⁻¹	Sin aplicación
8	135 kg ha ⁻¹	

(*) La dosis recomendada de acuerdo a la recomendación del laboratorio

Procesos de instalación y desarrollo del experimento

La variedad que se utilizó para el experimento fue el poroto San francisco (para`i), para la siembra se utilizó una sembradora manual de tipo matraca. La fertilización se realizó en el momento de la siembra con todas las dosis recomendadas por el laboratorio para el fertilizante fosfatado, además se aplicó 60 kg ha⁻¹ de N y 40 Kg ha⁻¹ de K. La aplicación del bioestimulante se efectuó en tres etapas del cultivo, siendo la 1°: Emisión de 4ta. Hoja alcanza a los 16 días, 2°: Emisión de 6ta hoja alcanza a los 22 días y 3°: En pre-floración a los 51 días

aproximadamente. El control de malezas fue realizado en forma manual cuando el cultivo lo requirieron, de igual forma fueron controladas la presencia de plagas y enfermedades que se detectaron mediante constantes monitoreo.

Para prevenir la aparición de enfermedades fúngicas y/o virósicas, se aplicaron preventivamente en forma semanal Oxiclورو de Cu (3 Gr/litro de agua), para prevenir fitopatologías fungosas; y Cypermetrina, en dosis de 1 ml/litro de agua; de modo a controlar insectos vectores de enfermedades virósicas.

La cosecha de las mismas fue efectuada al final del ciclo del cultivo cuando presentaron características particulares de la misma, para la trilla fue realizada manualmente, para tal efecto se utilizaron una carpa y bolsas para recoger los granos, todos los tratamientos fueron recogidos en un mismo día con todas las recolecciones de datos.

Determinaciones y procedimientos de evaluación

Altura de la planta: La medición de altura se realizó en poroto sobre plantas seleccionadas al azar en el centro de cada parcela experimental, después de 100 días desde la emergencia (DDE). Se midió desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja, utilizando cinta métrica y expresando los resultados en centímetros.

Número de vainas por plantas: Se realizó en forma manual en cada cosecha, en

donde se seleccionaron al azar 10 plantas dentro de cada parcela experimental.

Rendimiento: es la suma total de granos producida en kg ha^{-1} . Se realizó en forma manual al final del ciclo del cultivo. Se realizaron trabajos de cosecha y trilla en donde se evaluaron el peso de granos por cada tratamiento con una balanza de precisión.

Análisis de datos obtenidos

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), para verificar si existieron o no diferencia significativa entre los tratamientos y las medias que presentaron diferencia significativa fueron comparadas entre sí con el test de Tukey al 5% de probabilidad, además se realizó ecuación de regresión.

Resultados y Discusiones

Altura de plantas y número de vainas por plantas

En la tabla 2 se muestran los valores obtenidos para las determinaciones de altura de plantas y número de vainas por plantas.

En cuanto al efecto del fósforo (Factor A), se observó que la mayor altura promedio se registró con la dosis de 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 , alcanzando 63,00 cm, valor que fue significativamente superior al resto de los tratamientos. Le siguieron las dosis de 135 kg ha^{-1} con 61,50 cm, y 45 kg ha^{-1} con 60,16

cm. El tratamiento sin fertilización fosfatada (0 kg ha^{-1}) presentó la menor altura, con 58,50 cm, siendo significativamente inferior.

Estos resultados coinciden con los reportados por Nascimento et al. (2014), quienes observaron un incremento significativo en la altura de plantas de poroto con la aplicación de fósforo en suelos de baja disponibilidad, destacando que niveles intermedios optimizan el crecimiento sin generar efectos negativos por excesos.

Respecto al uso de bioestimulante (Factor B), las plantas que recibieron aplicación mostraron una altura promedio de 61,66 cm, superando significativamente a las plantas sin aplicación, que alcanzaron 59,91 cm. Estos resultados indican un efecto positivo del bioestimulante sobre el desarrollo vegetativo del poroto.

Resultados similares fueron obtenidos por Santos et al. (2020), quienes demostraron que el uso de bioestimulantes en poroto favorece la elongación del tallo y el crecimiento general de las plantas, especialmente bajo condiciones de estrés moderado.

Asimismo, Correa et al. (2012) también documentaron mejoras en la altura de plantas de poroto mediante el uso de microorganismos eficientes.

En cuanto al número de vainas por planta,

se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis de P_2O_5 (Factor A). La mayor media fue registrada con 135 kg ha^{-1} , con $34,33 \text{ vainas pl}^{-1}$, valor significativamente superior al tratamiento con 0 kg ha^{-1} , que alcanzó $32,66 \text{ vainas pl}^{-1}$. Las dosis intermedias de 45 y 90 kg ha^{-1} presentaron valores de $32,83$ y $33,16 \text{ vainas pl}^{-1}$ respectivamente, con comportamiento estadístico similar entre sí, aunque el tratamiento con 90 kg ha^{-1} mostró una ligera tendencia positiva.

Resultados similares fueron reportados por Nascimento et al. (2014), quienes observaron que el aumento en la dosis de fósforo promovió un mayor número de vainas por planta en poroto, con respuestas más evidentes en suelos con baja disponibilidad de fósforo. Asimismo, Melo et al. (2020) indicaron que el fósforo influye directamente sobre la formación de estructuras reproductivas, aumentando el número de vainas y granos por planta,

especialmente cuando se aplica en estadios tempranos del desarrollo.

Por su parte, el uso de bioestimulante (Factor B) no presentó diferencias estadísticas significativas en el número de vainas por planta. No obstante, se observó una leve superioridad numérica en las plantas con bioestimulante ($33,50 \text{ vainas pl}^{-1}$) respecto a las que no recibieron aplicación ($33,00 \text{ vainas pl}^{-1}$), lo que podría indicar un efecto fisiológico positivo, aunque no concluyente bajo las condiciones del presente experimento.

Estos hallazgos coinciden con estudios de Santos et al. (2020) y Dávila Ramos (2021), quienes reportaron incrementos no siempre significativos en el número de vainas o frutos por planta tras la aplicación de bioestimulantes en poroto, señalando que los efectos pueden depender de factores como el tipo de bioestimulante, condiciones ambientales y estado nutricional del cultivo.

Tabla 2. Comparación de medias del efecto de dosis de fósforo y aplicación de bioestimulante sobre la altura de plantas y número de vainas por plantas de poroto.

Tratamientos	Descripción	Altura de plantas (cm pl ⁻¹)	Número de vainas por plantas (vainas pl ⁻¹)
	Kg.ha ⁻¹	(**)	(**)
Dosis de P₂O₅ (A)	0	58,50 d	32,66 b
	45	60,16 c	32,83 b
	90	63,00 a	33,16 ab
	135	61,50 b	34,33 a
		(**)	(ns)
Bioestimulante (B)	Con aplicación	61,66 a	33,00
	Sin aplicación	59,91 b	33,50
Fc (A) :		45,72**	6,47**
Fc (B) :		38,11**	2,86NS
Fc (AxB) :		9,77**	0,95NS
C.V :		1,14%	2,17%

Significativo al 1% de prob. (p < 0.01) según Test de F. (ns) No significativo (p > = 0. CV. Coeficiente de variación.

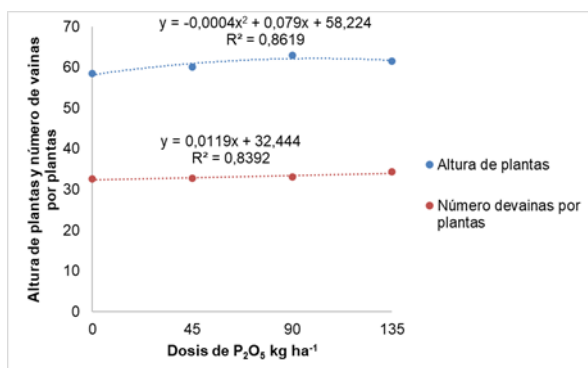


Figura 1. Ecuación de regresión realizada para la altura de plantas y número de vainas por plantas, Concepción, 2025

La ecuación de regresión realizada para número de vainas por plantas se ajusta a la ecuación lineal positiva (figura 1), donde al incrementar el valor de X aumentan los

valores de Y que son la cantidad vainas por plantas y para la variable altura de planta, el ajuste de los datos a un modelo cuadrático indicando que la dosis óptima fue de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, con la cual se obtuvo la mayor altura promedio. A partir de esta dosis, se observó una tendencia decreciente en la altura al incrementar los niveles de fósforo,

lo que sugiere un posible efecto de saturación o desequilibrio nutricional a dosis más elevadas.

RENDIMIENTO

En la tabla 3 se muestran los valores obtenidos para la determinación de rendimiento de poroto.

En relación al rendimiento de grano (kg ha^{-1}), se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis de P_2O_5 (Factor A). Las tres dosis evaluadas (45, 90 y 135 kg ha^{-1}) presentaron valores estadísticamente similares entre sí, con 1.109,33; 1.130,83 y $1.175,16 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. No obstante, estas fueron significativamente superiores al testigo sin fertilización fosfatada (0 kg ha^{-1}), que presentó el menor rendimiento con $1.038,66 \text{ kg ha}^{-1}$.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Nascimento et al. (2014), quienes observaron un incremento sostenido en el rendimiento de grano en poroto a medida que aumentaban las dosis de fósforo, especialmente en suelos con baja disponibilidad del nutriente. Asimismo, Ferreira et al. (2017) demostraron que la fertilización fosfatada mejora

significativamente la producción de leguminosas, debido a su influencia sobre la nodulación y el desarrollo de estructuras reproductivas.

En cuanto al uso de bioestimulante (Factor B), también se registraron diferencias significativas. Las plantas que recibieron bioestimulante alcanzaron un rendimiento de $1.150,91 \text{ kg ha}^{-1}$, superando significativamente a las plantas sin aplicación, que lograron $1.076,08 \text{ kg ha}^{-1}$. Esto demuestra que, bajo las condiciones del experimento, el bioestimulante tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento de grano.

Resultados similares fueron reportados por Santos et al. (2020), quienes observaron incrementos en el rendimiento de poroto tras la aplicación de bioestimulantes a base de extractos vegetales y aminoácidos, atribuidos a una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y a la estimulación del metabolismo vegetal. Asimismo, Dávila Ramos (2021), trabajando con poroto, encontró diferencias altamente significativas en el rendimiento con el uso de productos bioestimulantes comerciales, superando en más de 20% al testigo.

Tabla 3. Comparación de medias del efecto de dosis de fósforo y aplicación de

bioestimulante sobre el rendimiento de poroto.

Tratamientos	Descripción	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
	Kg ha ⁻¹	(**)
Dosis de P₂O₅ (A)	135	1.175,16 a
	90	1.130,83 a
	45	1.109,33 a
	0	1.038,66 b
		(**)
Bioestimulante (B)	Con aplicación	1.150,91 a
	Sin aplicación	1.076,08 b
Fc (A) :		11,61**
Fc (B) :		20,07**
Fc (AxB) :		1,01ns
C.V :		3,67%

** Significativo al 1% de prob. (p < 0.01) según Test de F. (ns) No significativo (p > = 0.05). CV. Coeficiente de variación.

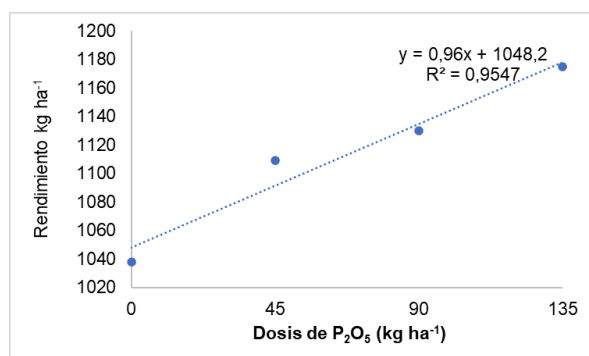


Figura 2. Ecuación de regresión realizada para el rendimiento de poroto. Concepción, 2025.

La ecuación de regresión realizada para la determinación de rendimiento obtenidos en función a la aplicación de dosis creciente de K, se ajusta a la ecuación lineal positiva (figura 2), donde al incrementar el valor de X aumentan los valores de Y que es el

rendimiento del poroto.

Conclusiones

La aplicación de fertilizante fosfatado generó diferencias significativas en la altura de planta, el número de vainas por planta y el rendimiento, destacándose la dosis de 135

kg ha⁻¹ de P₂O₅. En cuanto al factor B, la aplicación de bioestimulante tuvo efectos significativos sobre la altura de planta y el rendimiento

Referencias Bibliográficas

CORREA, J. C., SOUZA, E. R., & MARRIEL, I. E. 2012. Uso de microorganismos eficientes na agricultura: uma revisão crítica. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7(3), 90-101.

DÁVILA RAMOS, F. M. 2021. Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de estrés hídrico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 45-52.

FERREIRA, A. C. B., OLIVEIRA, F. A., & LIMA, J. S. S. 2017. Adubação fosfatada e produção de leguminosas em solos de baixa fertilidade. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(2), 301–306.

MAG - MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 2020. *Cadena de valor del poroto*. Dirección de Planificación Agrícola. Asunción, Paraguay.

MELO, L. C., FARIA, L. C., & DEL PELOSO, M. J. 2020. Efeitos do fósforo na formação de estruturas reprodutivas em feijão-comum. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 15(3), e7620.

NASCIMENTO, A. R., LIMA, F. S., & ROCHA, M. R. 2014. Resposta do feijoeiro à adubação fosfatada em solos com diferentes níveis de fósforo. *Revista Ceres*, 61(3),

422–429.

<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2014000300018>

SANTOS, D. R., SILVA, T. R. B., & PEREIRA, C. A. 2020. Bioestimulantes no crescimento e produção do feijoeiro comum. *Journal of Agronomic Sciences*, 9(1), 34–41.

SILVA, R. R., COSTA, L. C., & MELO, J. L. 2019. Adubação fosfatada e desempenho agrônômico do feijão-caupi em solos arenosos. *Revista Agro@mbiente*, 13(1), 56–62.

<https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v13i1.6070>

3.- Interculturalidade

Grupo de pesquisa NALDEIA: Teheando o pesquisar por e com indígenas

Autora: Oliveira, Tyfany Maia de; tyfany@estudante.ufscar.br

Co-autor(es): Dessano, Anacleide Assunção Costa Aguiar, anacleide44@estudante.ufscar.br; Wassu-Cocal, Ana Paula Alves Da Silva, anapaulaalvessilva@estudante.ufscar.br; Pankararu, Fagner Santos De Oliveira, sotnasrengaf@gmail.com; Rocha, Francinalda Maria Rodrigues Da, francinalda.rocha@estudante.ufscar.br; Baniwa, Ivanildo Da Silva Ferreira, ferreiraivanildo@estudante.ufscar.br; Pataxó, Jocimara Braz De Araújo, jocimara.braz@estudante.ufscar.br; Atikum, Josineide Jacilda Da Silva, Josineide@estudante.ufscar.br; Aquino Pereira, Marcos José De, marcosdiaquino@gmail.com; Baniwa, Maria Auxiliadora Francisco Brazão, maria52@estudante.ufscar.br; Oliveira, Murilo Santos, murilooliveira@estudante.ufscar.br

Orientador: Gonçalves Junior, Luiz; luizqj7@gmail.com

Universidade Federal de São Carlos

Resumo

O presente artigo resulta de reflexões, debates e estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa Núcleo de Ação Libertadora Decolonial e Estudos de Indigeneidade Abiyala (NALDEIA), sediado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O objetivo é apresentar as ações, metodologias e significados construídos coletivamente no grupo, a partir da perspectiva de seus(as) participantes e coautores(as). Busca-se também refletir sobre a constituição do NALDEIA como um espaço de produção científica orientado por princípios interculturais, interepistemológicos e intercientíficos, com forte protagonismo indígena. Alinhados à proposta de decolonização, adotamos na escrita coletiva a metodologia indígena Tehêy de pescaria de conhecimento, originária do povo Pataxó. Tradicionalmente, o Tehêy é uma armadilha de pesca Pataxop, mas, no contexto escolar e de pesquisa, transforma-se em uma ferramenta metodológica para "pescar conhecimentos", valorizando a oralidade, a memória e o desenho como formas ancestrais de construção, registro e transmissão de conhecimentos. Entre os principais resultados, destacam-se o fortalecimento da presença indígena na pós-graduação e na produção acadêmica, a consolidação do NALDEIA como espaço de resistência, de diálogo intercultural e de

desenvolvimento de metodologias próprias de pesquisa por e com indígenas. Evidencia-se, ainda, a valorização dos saberes ancestrais, o estímulo à produção científica indígena e a construção de um movimento político-pedagógico que contribui para a decolonização da ciência dentro da universidade.

Palavras chave: Pesquisadores(as) indígenas, Tehêy, Grupo de pesquisa indígena.

Introdução

“Nada sobre nós, sem nós” tem sido uma máxima repetida pelos movimentos indígenas e por suas lideranças nos últimos anos, reafirmando o processo de ruptura com séculos de invisibilização, subalternização e heteronomia em relação aos povos originários de Abiyala. Marca a interpelação e a resistência à dominação através da retomada do protagonismo e da representatividade indígenas em diversos âmbitos, como o político, o artístico, o literário e o acadêmico, entre outros.

No âmbito acadêmico, estamos presenciando transformações efetivas nas últimas décadas, com o ingresso, permanência e diplomação de indígenas nas universidades, fenômeno esse impulsionado e mantido pelas políticas de Ações Afirmativas e fruto da vontade e persistência desses(as) estudantes que, enfrentando dificuldades, discriminações e entraves, têm se inserido como vozes da presença indígena, assumindo a condição de pesquisadores(as), autores(as) e professores(as), promovendo o diálogo de suas culturas, de seus conhecimentos e de suas ciências tradicionais com a ciência ocidental, transpondo a barreira do pensamento da Colonialidade-Modernidade, que os colocavam do lado dos objetos de estudo, afirmando-se não apenas como sujeitos, mas indo além e pelas epistemologias milenares de seus povos, questionando a

própria dicotomização entre sujeito e objeto.

Se a presença de pesquisadores(as) indígenas estudando, registrando e difundindo temáticas indígenas no meio acadêmico, a valorização e revisibilização desses conhecimentos ancestrais e a utilização de referenciais teóricos que incluam autores(as) indígenas são elementos fundamentais nesse processo, um ponto central para essa ruptura é o desenvolvimento e uso de metodologias indígenas para a pesquisa por e com indígenas (SMITH, 2018).

Neste texto, trazemos nossas experiências sobre essa realidade, fruto dos debates, reflexões e estudos, realizados de forma intercultural (BANIWA, 2006; 2019) no Núcleo de Ação Libertadora Decolonial e Estudos de Indigeneza Abiyala (NALDEIA), na Universidade Federal de São Carlos, em São Paulo, no qual pesquisadores indígenas em diálogo com não indígenas buscam nos conhecimentos e práticas tradicionais de seus povos, outras formas de pensar e de fazer pesquisa, a partir de Abiyala, tendo como base a ancestralidade, a oralidade, a observação dos fenômenos do mundo, a aprendizagem com os(as) mais velhos, como os sonhos e com seres não humanos, a arte como escrita e a relação harmônica com os demais seres vivos e com a Mãe Terra.

Coerentes a essa visão, a escrita deste artigo se deu de forma a interpelar alguns padrões da escrita acadêmica, sem renunciar ao rigor científico, que perpassa as ciências indígenas e não indígenas, aprendendo com a Natureza que “ensina a olharmos as coisas como elas são e não como gostaríamos que fossem” (MUNDURUKU,2019,p.36).

Objetivos

Tivemos como objetivo apresentar o grupo de pesquisa, como vem se constituindo numa perspectiva intercultural, interepistemológica e intercientífica, utilizando a metodologia indígena do Tehêy, afirmando assim a presença protagonista de pesquisadores(as) indígenas nestes espaços, em diálogo e parceria com pesquisadores(as) não indígenas.

Dessa forma, o texto é uma construção coletiva de 12 coautores (as), sendo nove indígenas, pertencentes a nove povos diferentes e três não indígenas, dentre os quais uma mulher negra, todos (as) participantes do NALDEIA, que colaboraram livremente, conforme a sua vontade e possibilidade, nas diversas etapas e partes da escrita. Utilizamos a metodologia indígena educativa do Tehêy, criada por Dona Liça Pataxó e usada na escola indígena Muã Mimatxi, tendo como base a pesca ancestral do povo Pataxó, por nós estudada aplicada como metodologia de

pesquisa.

Diante dos desafios que o Antropoceno (CRUTZEN, 2006) tem apresentado de forma cada vez mais perceptível, como temos visto e sentido através das consequências da crise climática que ameaçam a sustentabilidade da vida terrestre, torna-se urgente que se olhe para os povos originários, que vivem milenarmente outras formas de relação com os demais seres vivos e com o planeta, sob perspectivas do Bem-Viver (MACAS, 2010; CHOQUEHUANCA, 2010; KAMBEBA, 2020; KRENAK, 2020) de forma que as suas vozes sejam ouvidas, os seus conhecimentos, suas práticas e suas metodologias reconhecidas e os (as) sábios (as) das florestas ensinem os caminhos da ancestralidade para garantir que exista um futuro.

Entre genocídios, epistemicídios e etnocídios a resistência epistemológica dos povos indígena

Uma resistência que se estende há mais de 500 anos com as estratégias de enfrentamento à invasão, conquista e colonização, ante inúmeros genocídios, acompanhados por etnocídios e epistemicídios, promovidos através de diversas formas de violência, perpetuadas pela permanência da Colonialidade e de seu princípio base que é o racismo.

Estima-se que aproximadamente 57,3 milhões de indígenas (sendo 47 milhões nos territórios hoje denominados

como países latino-americanos) habitavam Abiyala quando da invasão europeia, restando apenas 10% em 130 anos de massacres, escravizações e doenças causadas pelos invasores (DENAVAL, 1976; CEPAL, 2015).

Ademais, estruturas persistentes da época colonial ainda impactam na organização e relações sociais, exigindo que as estratégias de luta e resistência dos povos originários se mantenham e se atualizem:

Essa luta indígena pela vida, terra e preservação de suas culturas assumiu a forma de movimento organizado a partir da década de 1970, com a mobilização de diversas lideranças em torno do movimento indígena brasileiro (BANIWA, 2006; MUNDURUKU, 2012), atuando politicamente durante a Assembleia Constituinte, garantindo a inclusão de direitos indígenas na Constituição de 1988 (KRENAK, 2015).

Entre os direitos conquistados, como o da autodeterminação, da cidadania plena e os relacionados à educação diferenciada, abriram novas perspectivas e demandas, que levaram a novas lutas e conquistas em vários âmbitos, dos quais o ingresso e a permanência de indígenas nas universidades é um deles.

A chegada de indígenas nas universidades se intensifica com as políticas de Ações Afirmativas, a partir do final da década de 2000, após intensa

mobilização dos movimentos indígenas, em especial de professores (as), como na I Conferência Nacional de Educação Escolar Indígena (ICONEEI), em 2009, com a recomendação ao MEC e ao CNE, da implementação de políticas para acesso e permanência de indígenas nas instituições de ensino superior, após o que foram criadas e implementadas políticas públicas como a promulgação da Lei Federal 12.711/2012 (BRASIL, 2012), garantindo a reserva de 50% de vagas nas Instituições Federais de Ensino Superior para grupos específicos, incluindo indígenas.

Desde então, a presença indígena na universidade, em termos numéricos, tem avançado. Entre 2011 e 2021, apresentou um aumento de 374% nas matrículas de indígenas, com 46.252 em 2021 contra 7.256 em 2011, constituindo 0,5% da totalidade de universitários (as) e representando 3,3% dos (as) que se declararam como indígenas no Censo Demográfico de 2022 (SEMESP, 2023; IBGE, 2022; INEP, 2012; 2022).

Esse crescimento da presença indígena na universidade, contudo, apresenta ainda muitas ausências, como nos programas de pós-graduação com reduzido número de indígenas, nos currículos dos cursos que não abordam temáticas e autores (as) indígenas, na falta de espaços para estudo e diálogo intercultural sobre conhecimentos indígenas nas aulas, no uso de didáticas,

avaliações e metodologias estranhas aos (às) estudantes indígenas, nas dificuldades e entraves à sua inclusão no ambiente universitário, em toda gama de preconceito, racismo, invisibilização que os (as) indígenas enfrentam cotidianamente nos campi universitários (AQUINO PEREIRA et al, 2022).

Mesmo assim, em mais uma atualização das lutas históricas de seus povos, os(as) indígenas têm se organizado em coletivos e se mobilizado para garantir a sua presença na universidade e atuado para conquistar novos espaços, como o âmbito da pesquisa acadêmica, com produções de trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado, publicação de artigos científicos, apresentações em eventos acadêmicos nacionais e internacionais, assumindo o papel de pesquisadores(as) indígenas (AQUINOPEREIRA; DESSANO; PATAXÓ; PANKARARU; BANIWA; ATIKUM, 2024 - no prelo). O campo da pesquisa científica é um dos mais carregados de significados traumáticos para os povos que passaram pela colonização, segundo a pesquisadora maori, Linda Tuhiwai Smith (2018). Ela reflete que a “forma como a pesquisa científica esteve implicada nos piores excessos do colonialismo mantém-se como uma história lembrada por muitos povos colonizados em todo o mundo (2018,p.11), memórias essas de

subalternização, desrespeito e roubo de conhecimentos ancestrais e menosprezo e invisibilização dos povos e intelectuais indígenas que os produziram, sendo muitas vezes usada no passado e ainda empregadas no presente para:

Negar a legitimidade das reivindicações dos povos indígenas pelo direito à existência, à terra e aos territórios, pelo direito de autodeterminação, pela sobrevivência de nossas línguas e formas de conhecimento cultural, pelos nossos recursos naturais e pelos sistemas que adotamos para viver em nossos ambientes (SMITH, 2018, p.11).

Essa forma eurocêntrica de fazer pesquisa atrelada à Colonialidade e à Modernidade, também se mostra perigosa quando utilizada supostamente em prol dos povos indígenas pesquisados, pois são usadas para a criação e implementação de políticas governamentais voltadas a essas populações, estando muitas vezes descoladas totalmente de sua realidade, vontade, demandas e necessidades (SMITH, 2018). O enfrentamento a esse quadro se dá, exatamente, quando indígenas se lançam ao campo da pesquisa, entendendo que a “escrita indígena é a afirmação da oralidade” (MUNDURUKU, 2008, s.p.) e assim como reflete a escritora indígena Graça Graúna

(2006, p.119), “ao escrever, dou conta da minha ancestralidade; do caminho de volta, do meu lugar no mundo”, reivindicando que ouçam suas vozes e de suas comunidades no âmbito acadêmico e científico, o que tem acontecido, de maneira que:

Um número cada vez maior de acadêmicos e pesquisadores indígenas começam a tratar de questões sociais no âmbito de um quadro mais amplo de autodeterminação, descolonização e justiça social. Essa crescente comunidade internacional de acadêmicos e pesquisadores estuda de modo mais amplo as convenções, as abordagens metodológicas e de pesquisa indígenas (SMITH, 2018, p.15).

Diante disso, percebemos que essa resistência, assumindo a função de resistência epistemológica, se dá na interligação entre as lutas históricas indígenas, o ingresso de indígenas nas universidades e a sua organização em coletivos, a inserção em espaços científicos como pesquisadores(as) e a retomada do protagonismo como intelectuais indígenas, através da investigação, estudo, reflexão e publicação de suas vozes e das de seus povos, no ambiente acadêmico, propondo outras formas de pensar e fazer pesquisa,

como uso de metodologias ancestrais, abordagens diversas da relação humana com os demais seres vivos e com o planeta, fundamentadas em epistemologias não dicotômicas e não fragmentadoras da realidade, sob perspectivas biocêntricas e cosmopolíticas (CADENA, 2019; SMITH, 2018; STENGERS, 2010, VIVEIROS DECASTRO, 1996), considerando as “constelações de gente espalhada pela Terra com diferentes memórias de existência” (KRENAK, 2020, p.31).

O coletivo Indígena e o NALDEIA como forças de indiagem e aldeamento da UFSCar

Em 2008, tem início a vinda de estudantes indígenas para UFSCar, com a realização do primeiro Vestibular Indígena, ocorrendo em 2013, a criação do coletivo indígena Centro de Culturas Indígenas (CCI), fruto da articulação, mobilização e luta de seus(suas) primeiros(as) membros(as) com a conquista de uma sala para se reunirem e a realização de diversos eventos, dentre os quais o I Encontro Nacional dos Estudantes Indígenas (ENEI), que atualmente está em sua 12ª edição e a Semana dos Estudantes Indígenas (SEI) com dez edições realizadas. O coletivo indígena tem diversos papéis e funções para os(as) estudantes indígenas, para a universidade e para a comunidade como o apoio em sua permanência e a luta por direitos.

O Núcleo de Ação Libertadora Decolonial e Estudos de Indigagem Abiyala (NALDEIA) surgiu em 26 junho de 2023, em atendimento às demandas e às necessidades apresentadas por estudantes indígenas do CCI nas rodas de conversa da pesquisa de doutorado do PPGE/UFSCar, especialmente aquelas relacionadas ao seu interesse em ingressar na pós-graduação, tornando-se pesquisadores(as), ao estudo de obras de autores(as) indígenas e à produção de pesquisas acadêmicas sobre temáticas indígenas. Assim, o grupo de pesquisa NALDEIA, juntamente com o projeto “Aldear a Pós da UFSCar”, torna-se uma iniciativa dos(as) próprios(as) estudantes indígenas, com a proposta de ser um espaço para o estudo, a reflexão, o debate e a divulgação no meio acadêmico sobre conhecimentos indígenas, apoiando a formação de pesquisadores(as) indígenas, possuindo as seguintes linhas de pesquisa: Estudos de Indigagem, Práticas Sociais Indígenas e Processos Educativos, Motricidades Indígenas e Bem-Viver Interespécie (CNPQ,2024, s.p.).

As reuniões acontecem na última segunda-feira de cada mês, das 18h às 20h, preferencialmente de forma presencial, no campus da UFSCar, com a possibilidade de alguns encontros remotos ou híbridos, de acordo com as circunstâncias. As metodologias utilizadas se relacionam diretamente com as práticas indígenas vivenciadas pelos(as)

pesquisadores(as) indígenas em suas comunidades e escolas, sendo trazidas para serem experienciadas pelo grupo, com ênfase na oralidade e no respeito às diferenças. Assim, temos a fala de quem conhece o assunto tratado e a escuta atenta pelos demais, com a promoção do diálogo que inclui a apresentação de visões e experiências pessoais relacionadas aos demais povos originários, já que participam indígenas de diversos povos e regiões e também não indígenas, sendo forte o sentimento de compartilhar e trocar esses conhecimentos e práticas ancestrais.

Em cada encontro ocorre a apresentação de um(a) pesquisador(a) indígena ou de um grupo de pesquisadores(as), nesse caso indígenas e/ou não indígenas, sobre alguma pesquisa em andamento ou concluída. Também é feito o estudo de um texto de autor(a) indígena ou não indígena, mas com temática indígena, escolhido e indicado previamente. Há espaço para perguntas e debates, cantos, danças e projeção de audiovisuais, sempre relacionados às temáticas abordadas pelo grupo. Ao final, é feito um momento de convivência ao redor da mesa com o compartilhamento de alimentos trazidos pelos(as) participantes.

Metodologia do Tehêy de pescaria de conhecimento

Tehêy é uma metodologia de

ensino utilizada na escola indígena Muã Mimatxi, inspirada na prática ancestral de pesca do povo Pataxó (BRAZ PATAXOOP, 2019), usada por mulheres e crianças, consistindo no uso de uma pequena rede, com a qual se teheya o rio e depois sentam-se ao redor dela e escolhem e separam os peixes mais adequados. Dona Liça Pataxoop, educadora e liderança da comunidade, teve um “sonho acordada”, no qual Yãmixoop, divindade Pataxó, lhe deu a inspiração de usar o Tehêy para ensinar (PATAXOOP, 2022) criando essa metodologia, agora transformada em pescaria de conhecimentos, selecionando os conhecimentos, valores e elementos culturais do povo Pataxó que se quer ensinar, teheando-os e desenhando para, através desses desenhos-narrativas (BRAZPATAXOOP, 2018), contar histórias às crianças, que também acrescentam os seus conhecimentos, as suas experiências e de suas famílias, produzindo novos tehêys.

Assim, “os tehêys de pescaria pegam vários tipos de peixe, e os Tehêys de pescaria de conhecimento são as imagens que cada conhecimento possui, e cada imagem é diferente uma da outra” (BRAZ PATAXOOP, 2019, p. 9), de forma que “o Tehêy liga as várias histórias da vida, ele liga um conhecimento a outro conhecimento, liga um valor a outro valor, liga um tempo a outro tempo, liga uma geração a outra geração, o Tehêy ele é importante porque ele não deixa morrer a

cultura e os conhecimentos ancestrais” (BRAZ PATAXOOP, 2019, p. 9).

As aprendizagens se ligam às visões e modos de vida indígenas, em que os desenhos “contam histórias em cada imagem. As crianças aprendem a ler com as imagens e conhecer os valores da vida e da natureza que fazem parte e fortalecem a nossa cultura, o nosso território, a nossa saúde e a vida do nosso povo de Muã Mimatxi” (BRAZ PATAXOOP, 2018, p. 7).

Ao trazeremos essa metodologia educativa indígena para a universidade, sob a orientação de Dona Liça Pataxoop, adaptada e utilizada como metodologia de pesquisa, buscamos avançar na decolonização do nosso pesquisar. Primeiro, a utilizamos no doutorado intercultural envolvendo um pesquisador não indígena e 15 estudantes/pesquisadores(as) indígenas de nove povos diferentes, incluindo o povo Pataxó, dos quais dois são coautores deste texto. Depois, uma estudante indígena do povo Atikum, também coautora, no curso de Educação Especial, utilizou o Tehêy como metodologia em seu TCC. Em seguida, passamos a estudá-lo e utilizá-lo no NALDEIA, com seu uso na produção de artigos, como este. O Tehêy também tem sido usado em aulas da Pós-Graduação em Educação da UFSCar.

Resultado de nossas experiências e adequações, a forma-base que utilizamos a metodologia do Tehêy na

pesquisa segue a seguinte organização, com liberdade para alterações, sem, contudo, descaracterizar o que tem de essencial, ser uma pescaria de conhecimentos através de um desenho-narrativa, de caráter educativo, coletivo, solidário e dialógico, fundamentado na estética, ancestralidade e espiritualidade do povo Pataxó: a) definir o tema: fazer uma pesquisa sobre essa temática, usando os próprios conhecimentos, o diálogo com pessoas que saibam sobre o assunto, uso de materiais bibliográficos e tecnologias de informação, pesquisa de campo, entre outras possibilidades de acordo com os objetivos e a realidade; b) definição do que entrará no tehêy, o que será desenhado e por quem, e em que parte da folha; c) realização dos desenhos e da pintura, atentando para a estética bem colorida; d) apresentação oral do tehêy, utilizando os desenhos para dialogar sobre o tema, mostrando os desenhos e contando as histórias, falando sobre seus significados, compartilhando os conhecimentos ali presentes; e) propor a criação de novos tehêy ou a produção de outras obras com base nesse.

Metodologia

Assim, com base em nossas experiências no mundo universitário e no NALDEIA, enquanto pessoas indígenas e algumas não indígenas, fizemos um relato de experiência, valorizando a oralidade

que é tão importante para os povos indígenas e teheamos as principais ideias presentes. Com base nessas ideias, definimos quais entrariam no tehêy e nos reunimos para realizar os desenhos e a pintura, dialogando para organizarmos a estrutura.

Resultados e Discussão

Na metodologia do Tehêy, a parte final é a exposição dos conhecimentos teheados, tendo como base os desenhos produzidos, de forma que apresentaremos as nossas considerações seguindo essa perspectiva pautada no desenho-narrativa.

Figura 1. Tehêy do artigo



Fonte: arquivo dos autores

A estrutura do nosso tehêy mostra um rio correndo por toda a sua extensão, o rio da ancestralidade, que flui pelo tempo, sendo fonte de vida e representando a ancestralidade indígena. O rio divide o tehêy em duas partes: do lado esquerdo está o mundo que os(as) estudantes indígenas vivenciam em suas comunidades tradicionais, representado pela Casa do Saber; e à direita as suas

experiências no mundo não indígena, simbolizado pela universidade, com o logo da UFSCar. O rio também lembra a nossa memória, em fluxo contínuo, carregando para o agora o passado e atualizando os nossos repertórios, refletindo sobre seus significados e olhando para o futuro. As cores vivas, das estéticas indígenas presentes no tehêy, representam o colorido da natureza carregada de beleza e significado, vista por muitos povos indígenas como uma escrita divina.

Os diferentes grafismos na moldura e em outras partes nos lembram que grande parte do Brasil desconhece e generaliza os povos indígenas, reduzindo toda a unicidade e riqueza de cada povo a uma ideia genérica de “indígena”. Isso simboliza que adentrar o meio acadêmico é uma porta para dar visibilidade e representatividade aos povos originários, de forma que esses grafismos diferentes mostram a diversidade de povos indígenas presentes na UFSCar.

Figura 2. Percurso do(a) pesquisador(a) indígena



Fonte: arquivo dos autores

Os relatos durante a troca de experiências manifestaram que estudantes indígenas têm menos oportunidades de produção acadêmico-científica na universidade que não indígenas e que o coletivo CCI e o grupo de pesquisa NALDEIA fortalecem esse movimento de resistência dentro da universidade, cada um com suas especificidades e objetivos, contribuindo para as realizações dos(as) estudantes indígenas. Isso gera resiliência para vencer os desafios e barreiras, com o objetivo de alcançar a conclusão de seus cursos e para ingressar na pós-graduação da UFSCar e, ao mesmo tempo, para a visibilidade e reconhecimento dos seus povos e de seus conhecimentos milenares.

Sendo um dos maiores desafios para um(a) estudante indígena na universidade trilhar a sua jornada acadêmica em conjunto com sua identidade indígena, pois a grade curricular da maioria dos cursos, senão todos, não traz temáticas nem autores indígenas para as salas de aula e nas pesquisas, o NALDEIA chegou para cobrir parte dessa lacuna, com estudos, artigos e pesquisas feitos sobre temáticas indígenas por estudantes indígenas. Possibilitando criar uma ponte entre a cultura indígena e o conhecimento acadêmico. Permitindo que os estudantes indígenas se tornem profissionais sem abandonar suas raízes, o que é

representado pela figura indígena segurando numa mão o maracá e, na outra, o diploma, portando um capelo e um cocar em sua cabeça, respectivamente símbolos de conhecimento e de poder nas sociedades não indígenas e indígenas.

Essa jornada do(a) pesquisador(a) indígena, representada no tehê, mostra que, para os povos indígenas, o caminho que foi confiado pela ancestralidade e pelo mundo invisível — ou seja, pelo mundo dos espíritos — é complexo e árduo, cheio de lutas, desafios, barreiras e sacrifícios diários a serem ultrapassados e vencidos. Porém, isso capacita para que se tornem ótimos(as) guerreiros(as)-caçadores(as)-coletores(as) de conhecimentos, o que é retratado pela borduna no desenho. Assim, abrindo na universidade esses caminhos fechados, como fazem na mata, onde o(a) primeiro(a) vai limpando o caminho para os(as) que virão depois encontrarem rastros, pegadas e marcas dos(as) que já por ali passaram, deixando mais limpo e visível por onde pisar e trilhar o destino individual e coletivo dos povos indígenas. Isso é simbolizado no tehê pelo caminho gramado, remetendo ao Caminho de Peabiru, ao mesmo tempo antiga estrada de locomoção e rota espiritual indígena.

Figura 3. Pescaria de conhecimento



Fonte: arquivo dos autores

O NALDEIA propicia, tanto aos estudantes indígenas como aos não indígenas, estudar, conhecer e usar outros tipos de metodologias, inclusive as metodologias indígenas, como o Tehê. Assim, apresenta para o mundo acadêmico as ferramentas indígenas que fazem descolonizar e decolonizar o modo como pensamos e realizamos as nossas pesquisas. Outras práticas metodológicas usadas nos encontros do NALDEIA, narradas nos relatos, como a apresentação de pesquisas indígenas concluídas ou em curso e diálogos sobre elas, bem como o estudo e debate de obras de autores(as) indígenas prioritariamente, ou de não indígenas com temáticas indígenas, visam promover o protagonismo indígena no meio acadêmico. Mostrando isso, trazemos o desenho do Tehê como instrumento de pesca do povo Pataxó, além da canoa e remo, próximos do rio e dos peixes, que, desse lado do desenho, representam a pesca dos povos indígenas. Esses conhecimentos são levados para o outro lado do rio, a universidade, pelos(as)

pesquisadores(as) indígenas, se tornando a pescaria de conhecimentos da metodologia Tehêy.

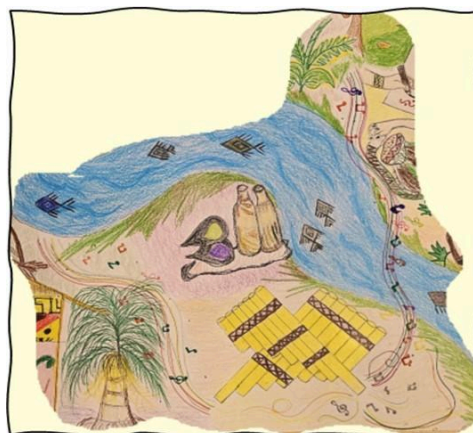
Figura 4. Troca de conhecimentos



Fonte: arquivo dos autores

Nos relatos, várias vezes vimos que a troca de conhecimentos é essencial para o diálogo e o respeito. Participar do NALDEIA é transmitir saberes ancestrais como estudantes(as) e pesquisadores(as) indígenas, o que é fundamental para a preservação e difusão cultural, marcado pelo símbolo indígena Desana com mãos se entrelaçando. Essa colaboração entre pesquisadores(as) indígenas e não indígenas, tendo em conta esses conhecimentos como construção de práticas — como na confecção do Tehêy e na escrita dos artigos compartilhados — vem sendo um grande fortalecimento como coletivo para o grupo de pesquisa, o que é representado pelas diferentes mãos, indígenas e não indígenas, escrevendo um artigo sobre temática indígena, simbolizado pelo grafismo.

Figura 5. Cultura indígena por Abiyala



Fonte: arquivo dos autores

As danças, os cantos, as histórias indígenas contadas pelos(as) avós, transmitidas para os(as) mais novos(as), pela oralidade, pelas artes e pelas músicas são como o vento: não controlamos o seu fluxo, mas ele é apresentado pelos(as) nossos(as) sábios(as), ensinando como cultivá-lo e como passar adiante para a próxima geração. Assim, o vento vai estar presente onde ele for acolhido e bem cuidado. É assim também com as nossas músicas, cantos e danças: eles permeiam o universo tridimensional, atingindo o espaço-tempo, sempre presente com quem os percebe e os sente, podendo se tornar também uma comunicação da Terra-Mãe com os(as) seus(suas) filhos(as). Tudo isso é registrado no tehêy através da flauta indígena, chamada em nheengatu de Cariçu, sagrada para alguns povos como os Baniwa, que a chamam Pheluma, da qual saem notas musicais de diferentes cores que se espalham por todo

o desenho, sem se deter nas barreiras ou divisões, enchendo o mundo inteiro com alegria e espalhando os conhecimentos, as culturas e as artes indígenas dos diversos povos originários pelo Cosmo.

Figura 6. Casa do saber



Fonte: arquivo dos autores

O grupo NALDEIA é representado aqui como a Maloca, sendo compartilhada durante cada encontro, assim como a sabedoria de cada povo presente, que traz de suas comunidades e de sua ancestralidade, conhecimentos milenares. Isso é simbolizado pela Casa do Saber, local onde as gerações se encontram para compartilhar saberes. A figura indígena bebendo na cabaia, como é feito pelos Atikum ao beberem nela a Jurema, representa que os(as) anciãos(ãs) transmitem conhecimentos tradicionais aos(às) mais jovens, que bebem dessa fonte, preservando assim a história, a língua, a medicina e outras práticas culturais. Essa passagem de conhecimento é fundamental para a continuidade da cultura e da identidade dos povos indígenas e, trazidas para a academia por pesquisadores(as) indígenas, têm o potencial de ensinar às sociedades não indígenas outras formas

de relação entre humanos e não humanos e com o planeta, que ajudem a salvar a vida na Terra, diante de tantos desafios causados pela ação predatória e destrutiva humana.

Figura 7. Bem-viver

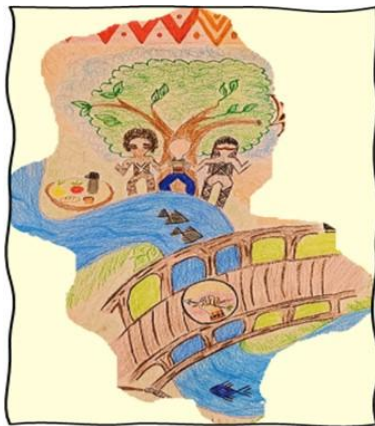


Fonte: arquivo dos autores

O rio, ao mesmo tempo, representa limites — o limite entre o mundo físico e o mundo espiritual, do bem viver e do mal viver da humanidade na Terra, e dos conhecimentos ancestrais indígenas e os conhecimentos ocidentais de origem europeia. Mas também significa o encontro, em que tudo caminha para a integração dos mundos, dos saberes e dos modos de vida que cada povo segue ou pratica, em suas epistemologias não dicotômicas da realidade. Assim, tudo está interligado, de forma que, como a saúde física pessoal é vista pelos não indígenas, sob a perspectiva do bem viver e da espiritualidade dos povos originários, a saúde da Terra deve ser tratada com tanto ou mais cuidado, pois somos parte dela. O contrário também é verídico: não ter saúde ou não ser saudável é

consequência do mal viver individual ou coletivo e, logo, seremos atrofiados espiritualmente e doentes. No tehêy, desenhamos o Bem Viver com seres vivos e natureza em harmonia, diferentes animais representando a diversidade da vida e os seres espirituais.

Figura 8. NALDEIA como acolhimento



Fonte: arquivo dos autores

O NALDEIA veio com a proposta de aldear a pós-graduação da UFSCar e, assim, poder pintá-la de jenipapo, urucum e barro branco. Esse colorido se estende para além dos indígenas que, em parceria e com apoio dos não indígenas, encontram o fortalecimento para uma ecologia de saberes, partilhas, trocas e interculturalidade dentro do grupo de pesquisa. Essa ideia de diversidade, acolhimento e respeito, presente em tantos relatos sobre as vivências no NALDEIA, é sinalizada no tehêy com as três figuras diferentes de mãos dadas sob uma árvore com galhos diferentes que formam a sua copa. Também desenhamos

alimentos em um cesto ou peneira indígena, chamado suowá em Tukano, lembrando o lanche comunitário que ocorre nos encontros do grupo de pesquisa, trazidos e compartilhados por todos(as). Esse gesto simboliza o acolhimento, o abraço e a confraternização, também bastante citados.

Figura 9. Abiyala e Pindorama



Fonte: arquivo dos autores

O caráter decolonial dos estudos, debates e pesquisas desenvolvidos no NALDEIA também foi citado nos relatos e é representado pelo mapa invertido (para que fique acima, pois é de onde falamos) de Abya Yala, nome em kuna para o continente americano, mais especificamente sua porção sul, que significa *terra madura*. Nela, cresce uma árvore repleta de frutos de urucum, usado por muitos povos indígenas para pintura corporal ou de suas artes, como o povo Pankararú nos trajes de palha de seus Praiás. Também desenhamos a nossa querida *Pindorama*, nome tupi para o território chamado brasileiro, que quer dizer *Terra das Palmeiras*, que estão ali

presentes. Queremos, com isso, bradar como os(as) estudantes indígenas em suas manifestações: “Os povos originários de Pindorama estão cansados de ser cota no Brasil colonizado!”.

Conclusão

Por fim, o presente texto, sendo uma produção de pesquisadores(as) indígenas e não indígenas, usando a metodologia indígena do Tehêy pela primeira vez como metodologia principal de um artigo científico e trazendo através de um desenho-narrativa relatos das vivências de seus(suas) integrantes, torna-se por si um trabalho de resistência. Ele gera um fruto intercultural, com sete povos indígenas representados: Atikum, Baniwa, Desana, Pankararu, Pataxó, Tukano e Wassú-Cocal. Também é um trabalho multidisciplinar, com estudantes e profissionais – graduandos(as), mestrandos(as), doutoranda e doutorado – de dez áreas: biblioteconomia, ciências biológicas, educação especial, educação

física, filosofia, fisioterapia, gestão ambiental, letras, pedagogia e psicologia. Todos(as) articulados(as) pelo grupo de pesquisa NALDEIA, que, como revelou a pesquisa, é pautado na ancestralidade, oralidade, diálogo, troca, diversidade e acolhimento mútuo.

Ao debatermos conhecimentos ancestrais dos povos indígenas de Abya Yala, conhecimentos milenares dos povos negros e conhecimentos de origem europeia, estamos promovendo o diálogo e a integração de povos e de saberes antes separados por ideologias e perspectivas abissais e dicotômicas. Isso contribui para a abertura de novos caminhos, para a retomada de territórios físicos e simbólicos e para a conquista do espaço acadêmico, com protagonismo de pesquisadores indígenas. Assim, pesquisar *por e com indígenas* se torna uma oportunidade inadiável de aprender a valorizar a vida, toda a vida, como o bem mais precioso.

Referências bibliográficas

- Aquino Pereira, M. J. de. (2022). *Processos educativos do Centro de Culturas Indígenas: Indiagem, acolhimento, desafio e conquista na Universidade Federal de São Carlos* [Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos].
- Aquino Pereira, M. J. de., Dessano, A. A. C. A., Pataxó, J. B. de A., Pankararu, P. M. da S. S., Baniwa, I. da S. F., & Atikum, J. J. da S. (2024). Coletivos e estudantes/pesquisadores(as) indígenas aldeando a Universidade Federal de São Carlos. *Revista Ñanduty*.
- Baniwa, G. J. dos S. L. (2006). *O índio brasileiro: O que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje*. Ministério da Educação; LACED/Museu Nacional.
- Baniwa, G. J. dos S. L. (2019). *Educação escolar indígena no século XXI: Encantos e desencantos*. Mórula; LACED.
- Brasil. (2012, 29 de agosto). Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. *Diário Oficial da União*, seção 1, 1.
- Braz Pataxó Op, T. A. (2018). *O saber matemático nas vivências cotidianas da aldeia Muã Mimatxi* [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Minas Gerais].
- Braz Pataxó Op, W. A. (2019). *Tehêy de pescaria de conhecimento* [Percurso acadêmico, Universidade Federal de Minas Gerais].
- Cadena, M. (2019). Cosmopolítica nos Andes: Reflexões conceituais para além da política. *Maloca – Revista de Estudos Indígenas*, 2, 1–37.
- CEPAL, FILAC, & FF. (2020). *Los pueblos indígenas de América Latina – Abya Yala y la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible: Tensiones y desafíos desde una perspectiva territorial*.
<https://www.cepal.org/es/publicacion/es/45664-pueblos-indigenas-america-latina-abya-yala-laagenda-2030-desarrollo-sostenible>
- Choquehuanca, D. (2010). Hacia la reconstrucción del Vivir Bien. *América Latina en Movimiento*, 452, 6–13.
- CNPq. (2024). *Diretório dos grupos de pesquisa no Brasil*.
<https://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrup/o/2811267514270615#linhaPesquisa>
- Crutzen, P. (2006). The Anthropocene. In Ehlers, E., & Krafft, T. (Eds.), *Earth system science in the Anthropocene* (pp. 13–18). Springer.

- Kambeba, M. W. (2017). Literatura indígena: Da oralidade à memória escrita. In J. Dorrico, L. F. Danner, H. H. S. Correia, & F. Danner (Eds.), *Literatura indígena brasileira contemporânea: Criação, crítica e recepção* (pp. 39–44). Editora Fi.
- Kambeba, M. W. (2020). *O lugar do saber*. Casa Leiria.
- FILAC. (2023, novembro). *Visión y aportes de los pueblos indígenas del Abya Yala al Consenso de Montevideo a 10 años de su adopción*. Fondo para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de América Latina y el Caribe.
<https://celade.cepal.org/documentos/plataforma/Update/RecursosDifusion/Vision%20y%20aportes%20de%20pueblos%20indigenas%20al%20CMPD%20a%2010%20a%C3%B1os.pdf>
- Graúna, G. (2006). Poema. In E. Ribeiro & M. Barbosa (Eds.), *Cadernos Negros, 29: Poemas afro-brasileiros* (pp. 119–126). Quilombhoje.
- IBGE. (2022). *Censo demográfico 2022: Indígenas: Primeiros resultados do universo: Segunda apuração*.
https://biblioteca.ibge.gov.br/media/com_catalogo/images/icone_download.gif
- INEP. (2012). *Sinopse estatística da educação superior 2012*.
https://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/sinopses_estatisticas/sinopses_educacao_superior/sinopse_educacao_superior_2012.zip
- INEP. (2022). *Sinopse estatística da educação superior 2022*.
https://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/sinopses_estatisticas/sinopses_educacao_superior/sinopse_educacao_superior_2022.zip
- Krenak, A. (2015). O movimento indígena e a Constituição de 1988. In S. Cohn (Ed.), *Encontros: Ailton Krenak* (pp. 216–227). Azougue.
- Krenak, A. (2019). *Ideias para adiar o fim do mundo*. Companhia das Letras.
- Krenak, A. (2020, 12 de novembro). A Terra pode nos deixar para trás e seguir o seu caminho [Entrevista concedida a A. Ortega]. *Jornal da Universidade*. UFRGS.
<https://www.ufrgs.br/jornal/ailton-krenak-a-terra-pode-nos-deixar-para-tras-e-seguir-o-seu-caminho/>
- Krenak, A. (2020). *Caminhos para a cultura do bem-viver* [E-book].
http://www.culturadobemviver.org/pdf/Caminhos_para_a_cultura_do_Bem_Viver_Ailton_Krenak.pdf
- Jodas, J. (2019). *A luta também é com a caneta: Usos e sentidos da universidade para estudantes*

- indígenas* [Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas].
- Macas, L. (2010). El sumak kawsay. *Revista Yachaykuna*, 13, 13–39.
- Munduruku, D. (2008). Literatura indígena e o tênue fio entre escrita e oralidade.
<http://www.overmundo.com.br/overblog/literatura-indigena>
- Munduruku, D. (2012). *O caráter educativo do movimento indígena brasileiro (1970–1990)*. Paulinas.
- Munduruku, D. (2019). *Das coisas que aprendi: Ensaios sobre o bem-viver* (2a ed.). DM Projetos Especiais.
- Pataxó Op, D. L. (2022, 10 de setembro). *Tehéy* [Entrevista concedida a M. J. de Aquino Pereira & J. A. B. Pataxó; locução de T. A. R. A. da Silva]. *Café com Esperança* [Podcast]. Sociedade de Pesquisa Qualitativa em Motricidade Humana. Spotify.
https://open.spotify.com/episode/4LJAmQF4CLqQfM4K9nnEzr?si=ct4pCTxRkClqyAMIT_yrg
- Semesp. (2023). Alunos declarados indígenas no ensino superior aumentam 374%.
<https://www.semesp.org.br/noticias/alunos-declarados-indigenas-no-ensino-superior-aumentam-374/>
- Smith, L. T. (2018). *Descolonizando metodologias: Pesquisa e povos indígenas*. Ed. UFPR.
- Stengers, I. (2010). *Cosmopolitics I: The science wars*. University of Minnesota Press.
- Viveiros de Castro, E. (1996). Os pronomes cosmológicos e o perspectivismo ameríndio. *Mana*, 2(2), 115–144.

9. Desafíos de Biotecnología y Bioquímica

Evaluación *in vitro* de aislados de *Trichoderma* spp. para el control de *Verticillium* sp. extraído de raíces de lúpulo (*Humulus lupulus*)

Sanchez, Magnolia; magnoandreasanchz@gmail.com.

Florenciano, Erika; Resquín, Gloria; Sarubbi, Humberto

Orientador/a: Esquivel, Arnaldo; arnaldo.esquivel@agr.una.py.

Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo-Paraguay

Resumen

El género *Verticillium* agrupa hongos fitopatógenos de distribución cosmopolita que ocasionan pérdidas económicas significativas en múltiples cultivos, incluyendo el lúpulo. El lúpulo se cultiva para su uso en la industria cervecera y, recientemente, también para la industria farmacéutica. El marchitamiento causado por *Verticillium* sp. constituye la principal limitante fitosanitaria que afecta el rendimiento del cultivo de lúpulo. Sin embargo, la información disponible sobre estrategias de manejo sostenible de *Verticillium* sp. en campos de lúpulo es escasa. En este contexto, *Trichoderma* spp. un hongo endófito utilizado en agricultura como agente de control biológico (ACB) y promotor del crecimiento vegetal, representa una alternativa promisorio para el manejo integrado de esta enfermedad. El objetivo del presente estudio fue identificar aislados autóctonos de *Trichoderma* spp. procedentes de distintos departamentos del país que presenten capacidad de control contra *Verticillium* sp. Para ello, se evaluaron tres aislados nativos de *Trichoderma* spp. y un aislado de *Verticillium* sp. obtenido de raíces de plantas de lúpulo sintomáticas. La capacidad antagónica de los aislados de *Trichoderma* spp. frente a *Verticillium* sp. se determinó mediante ensayos de confrontación directa y ensayos de membrana. Los aislados de *Trichoderma* spp. procedentes del departamento de Cordillera (tratamiento 1) y Central (tratamiento 2) exhibieron una elevada capacidad de inhibición del crecimiento micelial de *Verticillium* sp. mientras que el aislado del departamento de San Pedro (tratamiento 3) presentó una menor eficacia antagónica contra el fitopatógeno.

Palabras clave: lúpulo, confrontación directa, control biológico, fitopatógeno, marchitez del lúpulo

Abstract

The genus *Verticillium* comprises phytopathogenic fungi with cosmopolitan distribution that cause significant economic losses in multiple crops, including hops. Hops are cultivated for the brewing industry and, recently, also for the pharmaceutical industry. Wilt caused by *Verticillium*

constitutes the main phytosanitary constraint affecting hop crop yield. However, available information on sustainable management strategies for *Verticillium* sp. in hop fields is scarce. In this context, *Trichoderma* spp. an endophytic fungus used in agriculture as a biological control agent (BCA) and plant growth promoter, represents a promising alternative for the integrated management of this disease. The objective of this study was to identify native *Trichoderma* spp. isolates from different departments of the country with biocontrol capacity against *Verticillium* sp. For this purpose, three native *Trichoderma* spp. isolates and one *Verticillium* sp. isolate obtained from symptomatic hop plant roots were evaluated. The antagonistic capacity of *Trichoderma* spp. isolates against *Verticillium* sp. was determined through direct confrontation assays. *Trichoderma* spp. isolates from Cordillera (treatment 1) and Central (treatment 2) departments exhibited high inhibition capacity of *Verticillium* mycelial growth, while the isolate from San Pedro department (treatment 3) showed lower antagonistic efficacy against the phytopathogen.

Keywords: Hops, Biological control, hop wilt

1. Introducción

El lúpulo es una planta perenne trepadora perteneciente a la familia Cannabácea. Su importancia radica principalmente en la industria cervecera, donde se aprovechan sus propiedades aromáticas y característico amargor. En Europa, también es utilizada en la industria farmacéutica debido a las propiedades antibióticas presentes en los ácidos de sus conos. La literatura internacional reporta diversas enfermedades que afectan al lúpulo, incluyendo el mildiu veloso (*Peronospora humuli*), mildiu polvoriento (*Plasmopara* sp.), trastorno del cono (*Alternaria alternata*), tizón de la punta del cono (*Fusarium* sp.), marchitez (*Verticillium* sp.), oídio (*Podosphaeria* sp), manchas foliares (*Colletotichum* sp), podredumbre de la corona (*Sclerotium* sp) y enfermedades virales. Estas patologías pueden manifestarse en diferentes etapas del ciclo del cultivo, desde la emergencia de los brotes hasta la cosecha de los conos.

Existe una creciente preocupación entre los productores de lúpulo sobre la presencia de *Verticillium* sp. en los campos de lúpulo y las estrategias para su control. Aunque *Verticillium* sp. en lúpulo se ha descrito principalmente como un problema en Europa y Brasil (Ricioni et al.2025) también se ha constatado la presencia de este fitopatógeno en los cultivos de lúpulo de Paraguay. *Verticillium* sp. es un fitopatógeno polífago que causa pérdidas significativas en múltiples cultivos,

incluyendo el lúpulo. Este hongo persiste en el suelo como microesclerocios o en material vegetal infectado, lo que dificulta su erradicación. La necesidad de desarrollar nuevas alternativas sostenibles y ambientalmente respetuosas para el manejo de fitopatógenos en diferentes cultivos ha impulsado la búsqueda de agentes de biocontrol (BCA) pertenecientes a los géneros de *Trichoderma*, *Bacillus*, *Beauveria* entre otros.

Trichoderma es un género importante de hongos endófitos, caracterizados como colonizadores oportunistas de rápido crecimiento, avirulentos y beneficiosos para la agricultura. Estos microorganismos protegen los cultivos contra diversos fitopatógenos como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Sclerotinia* spp. y *Alternaria* spp., además de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, tal como ha sido documentado extensivamente en la literatura Martínez-Medina et al. (2014), Chowdappa et al. (2013). Los aislados nativos obtenidos de un cultivo específico pueden exhibir mayor capacidad biocontroladora que aquellos procedentes de especies vegetales diferentes, debido a su adaptación al hospedero y las condiciones ambientales locales. En este contexto, es esencial desarrollar estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades en los sistemas de cultivos. Para ello, la selección de aislados autóctonos de *Trichoderma* spp. con

características beneficiosas para la planta, como la promoción del crecimiento vegetal y el biocontrol de patógenos, constituye una herramienta clave para la agricultura sostenible.

Objetivos

El objetivo general de este estudio fue evaluar la capacidad antagónica *in vitro* de aislados autóctonos de *Trichoderma* spp. sobre *Verticillium* sp. Los objetivos específicos comprenden: Medir la inhibición *in vitro* de *Verticillium* sp. por confrontación directa, determinar la tasa de crecimiento de los aislados de *Trichoderma* spp., calcular el porcentaje de biocontrol *in vitro* de *Trichoderma* spp. aisladas de diferentes departamentos y determinar la inhibición *in vitro* de *Verticillium* sp. por producción de metabolitos secundarios.

2. Materiales y Métodos

2.1. Aislamientos y recolección de cultivos de *Trichoderma* spp. y *Verticillium* sp.

El presente ensayo se realizó utilizando un aislado de *Verticillium* sp. obtenido de plantas sintomáticas con marchitez en una zona productora de lúpulo del distrito de General Resquín, departamento de San Pedro. Los aislados de *Trichoderma* spp. empleados en el estudio fueron recolectados de tres departamentos: San Pedro, Cordillera y Central.

La identificación de los aislados de *Trichoderma* spp. y *Verticillium* sp. se realizó mediante la observación de sus características morfológicas. (Forma de los conidios, conidióforos, color de la colonia)

2.2 Ensayos *in vitro* de confrontación directa

El ensayo de confrontación directa evaluó la interacción física *in vitro* entre el patógeno y el ACB, así como su competencia por el espacio y los recursos nutricionales. El inóculo del patógeno y del ACB se obtuvo del centro de crecimiento de cultivos de 7 días desarrollados en medio de papa-dextrosa-agar (PDA) a temperatura ambiente, y se recolectó utilizando un barrenador de corcho de 6 mm de diámetro. Los discos se sembraron en la misma placa de Petri con medio PDA, manteniendo una distancia de 6 cm entre ellos. Cada tratamiento estuvo representado por 5 réplicas. Los diámetros de crecimiento del patógeno se midieron después de cuatro días, tomando dos medidas de la colonia: r1, el radio del patógeno testigo (control), y r2, el radio del patógeno en presencia del antagonista. El porcentaje de inhibición del crecimiento causado por *Trichoderma* spp. se calculó utilizando la metodología propuesta por Mayo et al. (2015).

Ecuación 1:

$$\text{PICR (\%)} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100$$

Tabla 1. Aislados nativos de *Trichoderma* sp. y *Verticillium* sp según procedencia geográfica.

Tratamientos	Identificado como	origen	Ubicación
T1	<i>Trichoderma</i> sp.	suelo	Coordillera
T2	<i>Trichoderma</i> sp.	suelo	Central
T3	<i>Trichoderma</i> sp.	suelo	Gral. Resquín
T4	<i>Verticillium</i> sp.	raíz	Gral. Resquín

Tabla 2. Descripción de la escala de Bell et al. (1982) para la clasificación antagónica.

Grado	Descripción
I	<i>Trichoderma</i> spp. coloniza el 100% de la superficie del medio.
II	<i>Trichoderma</i> spp. coloniza las 2/3 Partes de la superficie del medio y limita el crecimiento del fitopatógeno
III	Cada uno la mitad de la superficie, ningún hongo domina.
IV	El fitopatógeno coloniza las 2/3 partes y limita el crecimiento de <i>Trichoderma</i> spp.
V	El fitopatógeno coloniza el 100% del medio y crece sobre <i>Trichoderma</i> spp.

2.3. Tasa de crecimiento (TC) de *Trichoderma* spp.

Para determinar la tasa de crecimiento (TC) de *Trichoderma* spp., se colocó un disco de micelio de 6 mm en un extremo de la placa Petri (a 0,5 cm del borde) para cada cepa de *Trichoderma* spp. analizada. Las placas fueron incubadas a 25°C con oscuridad constante hasta que el micelio cubrió completamente la superficie de la placa, registrándose el crecimiento diariamente mediante mediciones del diámetro de la colonia. Para el cálculo de la tasa de crecimiento se utilizó la ecuación propuesta por Guigón-López et al. (2010):
Ecuación 2:

$$TC = \frac{(\text{Crecimiento final} - \text{Crecimiento inicial})}{\text{tiempo de incubacion}}$$

2.4 Porcentaje de Biocontrol de *Trichoderma* spp.

Para calcular el porcentaje de biocontrol de las cepas de *Trichoderma* spp. se utilizó la ecuación propuesta por Vinale et al. (2012), donde se midió el crecimiento radial final del antagonista (CRA) y el crecimiento radial final del patógeno (CRP), expresados en centímetros. Posteriormente, se aplicó la siguiente ecuación para la obtención de los resultados.

Ecuación 3:

$$EB (\%): \frac{CRA - CRP}{CRA} \times 100$$

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

Trat.	Descripción
T1	<i>Trichoderma</i> sp. + <i>Verticillium</i> sp.
T2	<i>Trichoderma</i> sp. + <i>Verticillium</i> sp.
T3	<i>Trichoderma</i> sp. + <i>Verticillium</i> sp.
T4	<i>Verticillium</i> sp.
T5	<i>Trichoderma</i> sp

2.5. Ensayo *in vitro*: ensayo de membrana

El ensayo por el método de membrana evaluó la capacidad del BCA para producir metabolitos secundarios o enzimas sobre una película de celofán e inhibir el desarrollo del patógeno sin estar en contacto directo con el mismo, los discos de inóculo se recolectaron como se describió anteriormente, en una placa de Petri con medio PDA se colocó una película de celofán en contacto con el medio de cultivo y en el centro de la película fue ubicado el disco del BCA de 6mm, se dejó crecer 72h. Después de ese tiempo y luego de haber observado el crecimiento del BCA, se retiró la película de celofán y se colocó sobre el medio un disco de *Verticillium* sp. de 6mm en el centro de la placa. Se evaluaron cinco replicas por tratamiento, las placas sin *Trichoderma* sirvieron como control, las mediciones fueron realizadas cada 24H hasta que el testigo llene las placas de Petri tomando mediciones ortogonales de los diámetros de crecimiento. Los datos se presentan como un porcentaje de inhibición del crecimiento

del patógeno en comparación con el crecimiento en placas de control.

3. Resultados y Discusión

3.1 Ensayo antifúngico *in vitro*: Confrontación directa

En el estudio actual, diferentes aislados autóctonos de *Trichoderma* spp. recolectados de muestras de suelo de los departamentos de Cordillera, Central y San Pedro interactuaron *in vitro* con el fitopatógeno *Verticillium* sp. Los ensayos de confrontación directa evaluaron la competencia por los recursos nutritivos y el espacio entre los aislados de *Trichoderma* spp. contra *Verticillium* sp. En el presente estudio, los mismos demostraron un comportamiento diferencial frente al patógeno.

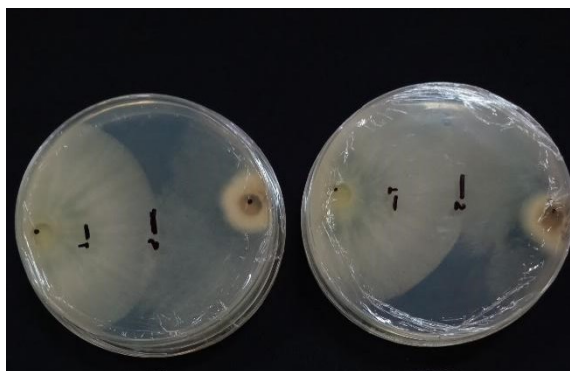


Figura 1. Confrontación directa de *Verticillium* sp con *Trichoderma* spp. *Trichoderma* se encuentra a la izquierda y *Verticillium* a la derecha.

En cuanto a los resultados de la confrontación directa, los aislados de T1 (cepa nativa de Cordillera) y T2 (aislado del

departamento de Central) mostraron los mayores valores de inhibición del crecimiento frente a *Verticillium* sp. (65,59% y 68,3%) T2 presentó el mayor porcentaje de inhibición (68,3%), sin diferencias significativas con T1 (65,59%). Estos resultados concuerdan con los reportados por Mayo et al. (2015) quienes realizaron pruebas *in vitro* de confrontación directa, con 11 cepas de *Trichoderma* spp. contra *Rhizoctonia solani* demostrando la capacidad de inhibición por competencia de *Trichoderma* contra fitopatógenos.

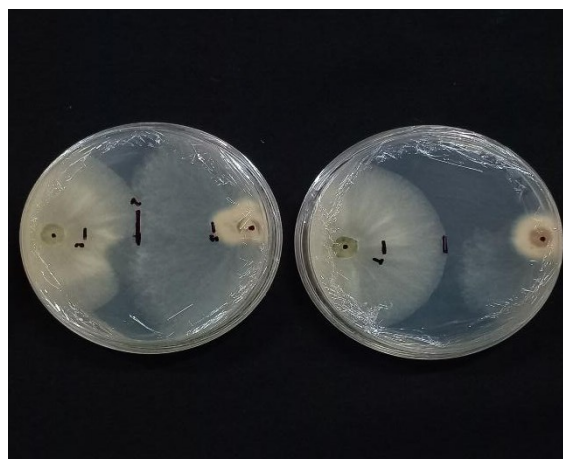


Figura 2. Confrontación directa de *Verticillium* sp con *Trichoderma* spp. aislada del departamento de Cordillera, en la imagen *Trichoderma* spp, se encuentra a la izquierda y *Verticillium* sp.a la derecha.

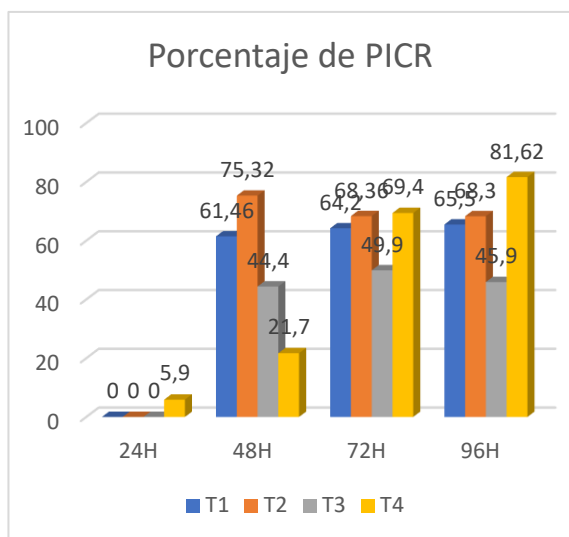


Figura 3. Porcentaje de inhibición de crecimiento radial de los diferentes tratamientos.

Transcurridas las 24 h el porcentaje de inhibición de las tres cepas fue diferente, presentando T2 el mayor porcentaje. El aislado de *Trichoderma* spp. procedente del distrito de Gral. Resquín presentó el menor porcentaje de inhibición de crecimiento radial frente a *Verticillium* sp., con diferencias significativas frente a los demás aislados y al testigo (81,62% de crecimiento). Esto es congruente con los resultados obtenidos por Martínez-Medina et al. (2015) quienes han demostrado que existe diferencias en la capacidad antagónica entre las diferentes especies de *Trichoderma* spp. contra el fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f.sp. melonis agente causal de la marchitez en plantas de melón.

A las 96 horas de la instalación del experimento, y considerando la escala propuesta por Bell et al. (1982), las cepas de los tratamientos 1 y 2 corresponden al grado 2, la cepa del tratamiento 3 alcanza el

grado 4 de la escala, donde el patógeno coloniza las 2/3 partes de la superficie del medio.

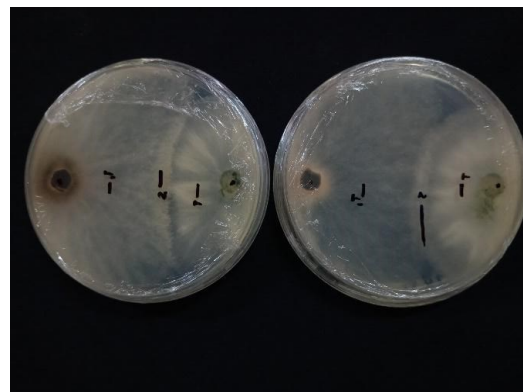


Figura 4. Tratamiento 3 cepa de *Trichoderma* spp. aislada del distrito de Gral. Resquín en confrontación con *Verticillium* sp. *Verticillium* se encuentra a la izquierda y *Trichoderma* a la derecha.

3.2. Ensayo antifúngico *in vitro*: ensayo de membrana

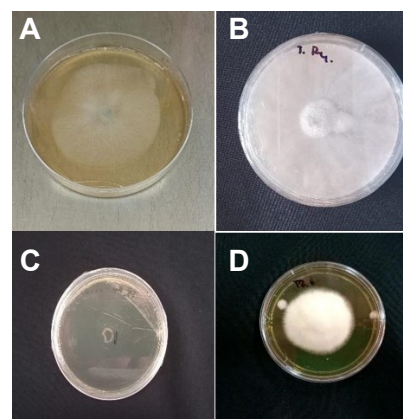


Figura 5. (A) *Trichoderma* sp. creciendo en la membrana sin contacto físico con el medio, (B) *Verticillium* sp. creciendo en una placa de control negativo en medio PDA, (C) *Verticillium* sp. creciendo en PDA después de 48H de retirar la membrana con *Trichoderma* spp. y (D) Crecimiento de *Verticillium* luego de 96H.

Los ensayos de membrana evaluaron la capacidad de cada aislado de *Trichoderma* para producir metabolitos y enzimas con actividad de antibiosis en condiciones controladas. La figura 6. (A) muestra el crecimiento de *Trichoderma* spp. sobre la membrana de celofán sin contacto físico con el medio PDA a las 72H. La figura 6. (B) muestra el crecimiento natural de *Verticillium* sp. a los cuatro días en una placa de control absoluto y la figura 6 (C) presenta la inhibición de crecimiento a las 96H de *Verticillium* sp en PDA después de retirar la película de celofán con la colonia de *Trichoderma* spp. aislada del departamento de Central (T2).

Hubo diferencias en el desempeño de producción de metabolitos secundarios en los diferentes tratamientos contra el patógeno estudiado. T1 (*Trichoderma* aislada del departamento Cordillera) mostro un porcentaje de inhibición excepcional para *Verticillium* sp con el valor más alto de PICR (63,38%); seguidamente T2 (*Trichoderma* nativa del departamento de Central) mostro buen control por antibiosis con un valor de 60,87%. Estos resultados concuerdan con hallazgos de Álvarez-García et al. (2020) quienes midieron los efectos antimicrobianos de metabolitos solubles producidos por varias cepas de *Trichoderma* spp. y su actividad antifúngica *in vitro* contra *Fusarium oxysporm*. T3 si bien no demostró habilidades de competencia si inhibió el crecimiento del patógeno por antibiosis

obteniendo el menor porcentaje de control que fue de 42,02%. En general la secreción de metabolitos de los tratamientos 1 y 2 mostraron mayor antibiosis contra *Verticillium* sp. y el tratamiento 3 (cepa nativa de San Pedro) mostro la antibiosis más baja contra el patógeno, estos resultados son similares a los obtenidos por Anees et al. (2010) quienes encontraron que diferentes aislados nativos de *Trichoderma* spp. de campos de remolacha azucarera inhiben el crecimiento de *Rhizoctonia solani* por producción de metabolitos secundarios.

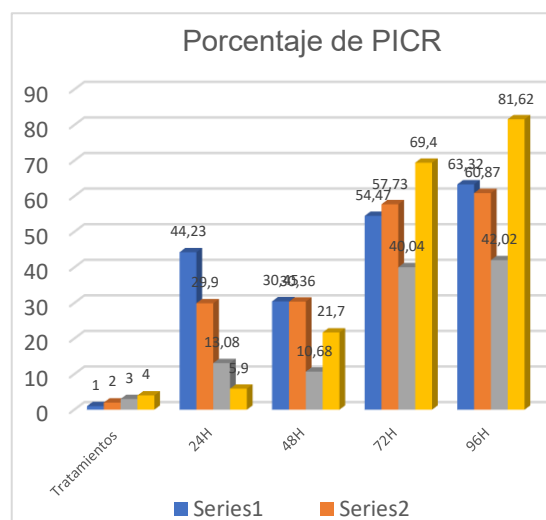


Figura 6. Porcentaje de inhibición de tratamientos en el ensayo *in vitro* de membrana.

El presente trabajo evaluó la interacción entre un único patógeno y un único BCA; sin embargo, cada aislado exhibió diferentes modos de acción que pueden tener efectos complementarios si se utilizan en una mezcla o combinación. El

trabajo de Duffy et al. (1996) demostró que la combinación de *T. koningii* y *P. fluorescens* mostró un biocontrol mejorado en trigo que *T. koningii* solo.

3.2 Tasa de crecimiento de *Trichoderma* spp.

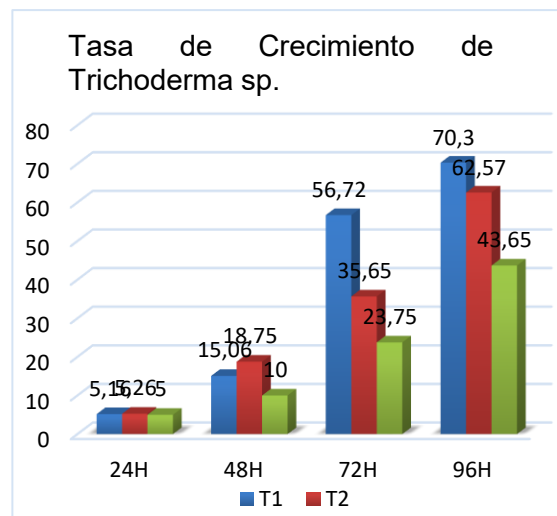


Figura 7. Porcentaje de crecimiento de cepas de *Trichoderma* spp.

La figura 7 representa la comparación de las tasas de crecimiento radial de los diferentes aislados de *Trichoderma* a las 24, 48, 72 y 96 horas, respectivamente. Se constató que el aislado del departamento de Cordillera (T1) presentó la mayor tasa de crecimiento (70,3%), seguido por *Trichoderma* spp. nativa de Central con 62,57%. Ambos aislados mostraron capacidades antagónicas en el ensayo de confrontación directa. *Trichoderma* spp (T3) registró el menor porcentaje (43,65%) siendo significativamente diferente a los demás aislados. Así también lo demostraron

Guigón-López et al. (2021) quienes evaluaron en condiciones *in vitro* la tasa de crecimiento cepas de *T. harzianum* y *T. asperellum* donde estas obtuvieron los mayores valores de crecimiento.

La tasa de crecimiento es una herramienta fisiológica útil para predecir la habilidad de biocontrol de las cepas de *Trichoderma* spp. (Uzunovic y Webber, 1998) por lo que es utilizada como una primera referencia al caracterizar cepas nuevas de este antagonista.

3.3 Porcentaje de biocontrol *in vitro* de los aislados de *Trichoderma* spp.

En el porcentaje de biocontrol nuevamente la cepa del T1 ha mostrado el mejor resultado 59,3% de efectividad en el control *in vitro* de *Verticillium* sp, seguidamente el aislado nativo de Central, T2 con 54,3% y *Trichoderma* spp. (T3) con 47,7% no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2. Estos datos concuerdan con los de Hermosa et al. (2000) quienes probaron la habilidad de biocontrol de 17 cepas de *Trichoderma* spp. frente a *Phoma betae*, *Rosellinia necatrix*, *Botrytis cinerea* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* en tres medios diferentes.

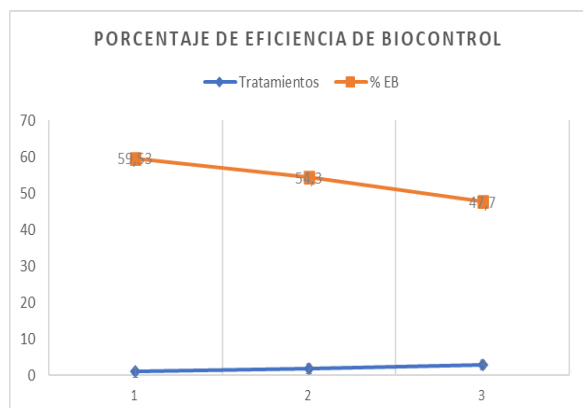


Figura 8. Porcentaje de Eficiencia de Biocontrol de los aislados de *Trichoderma* sp. de diferentes zonas productoras sobre *Verticillium* sp.

4. Conclusiones

En conjunto las cepas de *Trichoderma* de los tratamientos T1 y T2 mostraron respuestas efectivas de control contra *Verticillium* sp. La cepa perteneciente al departamento Central exhibió el mayor control de *Verticillium* a través confrontación directa, y por producción de metabolitos secundarios mientras que *Trichoderma* sp (T3) no mostró antagonismo en cultivo dual, pero presento antagonismo por producción de metabolitos secundarios frente a *Verticillium* sp. *Trichoderma* sp. nativa del departamento Central obtuvo los mejores resultados en competencia directa y en el ensayo de membrana con el patógeno, presentando la mayor tasa de crecimiento y el mejor porcentaje de biocontrol frente a *Verticillium*. Por su parte, la cepa aislada de suelo del departamento de Cordillera también obtuvo buenos resultados tanto en el cultivo dual en la tasa de crecimiento y en

la producción de metabolitos secundarios.

Los aislados nativos de *Trichoderma* recolectados de suelos de los departamentos de Cordillera y Central compiten eficientemente por espacio y nutrientes, parasitando a *Verticillium* sp. mostrando una significativa inhibición del desarrollo del patógeno lo que evidencia su gran potencial como ACB y pueden contribuir al desarrollo de una solución sostenible para el control de enfermedades y la mejora del desarrollo del lúpulo.

5. Referencias Bibliográficas

- Álvarez-García, S.; Mayo-Prieto, S.; Gutiérrez, S.; Casquero, PA. Actividad autoinhibitoria de los metabolitos solubles de *Trichoderma* y sus efectos antifúngicos sobre *Fusarium oxysporum*. *J. Fungi* 2020, 6, 176. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
- Bader, AN; Salerno, GL; Covacevich, F.; Consolo, VF. Cepas nativas de *Trichoderma harzianum* de Argentina producen ácido indol-3 acético y solubilización de fósforo, promueven el crecimiento y controlan la marchitez del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *J. King Saud Univ.-Sci.* 2020, 32, 867–873
- Á. Ceballos-chávez, g. Lizárraga-Sánchez, B. López-Valenzuela, H. Beltran-Peña, r. M^a Longoria Espinoza.

- Actividad in vitro de *Trichoderma asperellum* para el control biológico de fitopatógenos de suelo. *Revista Phytohemeroteca*, Vol 42, No 339, mayo 2022.
- Sandy Esther Celis-Perera, Felicia Amalia Moo-Koh, Arturo Reyes-Ramirez, José María Tun Suárez, Jairo Cristóbal-Alejo. Antagonismo in vitro de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf. & Nirenberg (Ta13-17) contra hongos patógenos de *Solanum lycopersicum* L. *Revista de Protección Vegetal*, Vol. 36, No. 3, septiembre-diciembre 2021, E-ISSN: 2224-4697
- Chowdappa, P; Kumar, SPM; Lakshmi, MJ; Upreti, KK. Estimulación del crecimiento e inducción de resistencia sistémica en tomate contra el tizón temprano y tardío mediante *Bacillus subtilis* OTPB1 o *Trichoderma harzianum* OTPB3. *Biol. Control* 2013, 65, 109–117.
- Guigón-López, César, Guerrero-Prieto, Víctor, Vargas-Albores, Francisco, Carvajal-Millán, Elizabeth, Ávila-Quezada, Graciela Dolores, Bravo-Luna, Leticia, Ruocco, Michelina, Lanzuise, Stefania, Woo, Sheridan, & Lorito, Matteo. (2010). Identificación Molecular de Cepas Nativas de *Trichoderma* spp. su Tasa de Crecimiento in vitro y Antagonismo contra Hongos Fitopatógenos. *Revista mexicana de fitopatología*, 28(2), 87-96. Recuperado en 19 de junio de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018533092010000200002&lng=es&tng=es.
- Ji, S.; Liu, Z.; Wang, Y. El factor de respuesta al etileno inducido por *Trichoderma*, MsERF105, media las respuestas de defensa en *Malus sieversii*. *Portada. Plant Sci.* 2021, 12, 1–13.
- Martínez-Medina, A.; Del Mar Alguacil, M.; Pascual, JA; Van Wees, SCM. Los perfiles de fitohormonas inducidos por aislados de *Trichoderma* se corresponden con su actividad de biocontrol y promotora del crecimiento vegetal en plantas de melón. *J. Chem. Ecol.* 2014, 40, 804–815.
- Mayo-Prieto, S.; Campelo, M.P.; Lorenzana, A.; Rodríguez-González, A.; Reinoso, B.; Gutiérrez, S.; Casquero, P.A. Antifungal activity and bean growth promotion of *Trichoderma* strains isolated from seed vs soil. *Eur. J. plant Pathol.* 2020, 158, 817–828.
- O'Neal, SD; Walsh, DB; Gent, DH; Barbour, JD; Boydston, RA; George, AE; James, DG; Serrine, JR (Eds.) *Guía de campo para el manejo integrado de plagas en el lúpulo*, 3.^a ed.;

- Comité de Protección Vegetal de la Industria del Lúpulo: Pullman, WA, EE. UU., 2015.
- Porteous-Álvarez, AJ; Maldonado-González, MM; Mayo-Prieto, S.; Lorenzana, A.; Paniagua-García, AI; Casquero, PA Estrategias ecológicas para el control del mildiú polvoriento en lúpulo: de productos orgánicos a portadores a nanoescala. *J. Fungi* 2021, 7, 490.
- Riccioni, C., Belfiori, B., Cenci, M. y Rubini, A. (2025). Exploración de hongos endófitos de *Humulus lupulus* L. para el biocontrol de hongos fitopatógenos. *Diversity*, 17 (2), 94. <https://doi.org/10.3390/d17020094>.
- Ruano-Rosa, D.; Del Moral-Navarrete, L.; Lopez-Herrera, C.J. Selección de aislados de *Trichoderma* spp. antagónicos a *Rosellinia necatrix*. *Span. J. Agric. Res.* 2010, 8, 1084.
- Vinale, F.; Sivasithamparam, K.; Ghisalberti, EL; Ruocco, M.; Woo, S.; Lorito, M. Metabolitos secundarios de *Trichoderma* que afectan el metabolismo vegetal. *Nat. Prod. Commun.* 2012, 7, 1545–1550.
-

8. Innovaciones en las ciencias farmacéuticas y biología

CARACTERIZAÇÃO DAS FIBRAS COLÁGENAS CARDÍACAS DE CAMUNDONGOS NA MENOPAUSA TRATADOS COM AÇAÍ CLARIFICADO E/OU ESTRADIOL

Autora: Tanaka, Luísa; luisa.tanaka@acad.ufsm.br

Co-autores: Freitas, Helder; Kelnhar, Isabella; Saab, Eduarda

Coordenadora: Vieira, Isabela Maraschin; isabela.maraschin@acad.ufsm.br

Orientador: Veiga, Marcelo Leite da; marcelo.lv@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria / Centro de Ciências da Saúde (CCS)

Resumo

O equilíbrio entre fibras colágenas dos tipos I (FCI) e III (FCIII) é fundamental para a manutenção da elasticidade e função cardíaca. Compostos bioativos do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e terapia com estradiol podem modular a remodelação extracelular, reduzindo o impacto da deficiência estrogênica comum na menopausa sobre o tecido cardíaco. O objetivo do estudo foi avaliar a proporção das FCI e FCIII no miocárdio de camundongos na menopausa tratados com açaí clarificado e/ou estradiol. O experimento foi feito na UFPA em dois delineamentos: intervenção precoce, após ovariectomia (OVX), e intervenção tardia, após 60 dias de menopausa. Os animais foram distribuídos em cinco grupos: um placebo e quatro OVX (sem tratamento, açaí clarificado, estradiol ou açaí + estradiol). Ao final, o coração foi coletado, fixado (formaldeído 10%), processado segundo protocolo histológico padrão e corado com Picosirius Red. As lâminas foram analisadas sob luz polarizada para quantificação das fibras. O teste Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas na proporção das fibras entre os grupos ($p < 0,0001$). Para FCI, o grupo placebo apresentou valores mais elevados em relação aos grupos OVX sem tratamento e tratados apenas com açaí clarificado ($p < 0,01$), enquanto o estradiol manteve níveis parecidos ao placebo e a associação açaí + estradiol teve valores superiores em comparação ao tratamento com estradiol ($p < 0,014$). Para FCIII, o placebo apresentou maiores valores médios que os grupos OVX sem tratamento e tratados com açaí clarificado ($p < 0,0001$), enquanto o estradiol preservou níveis médios e a associação açaí + estradiol mostrou padrão parecido ao placebo e ao tratamento com estradiol, diferindo em grau elevado dos demais grupos ($p < 0,0001$).

Palavras-chave: menopausa, açaí clarificado, fibras colágenas cardíacas.

Introdução

Menopausa significa a parada permanente da função ovariana e a transição de uma fase reprodutiva das mulheres para uma não reprodutiva. Ela é caracterizada por mudanças importantes nos padrões hormonais e menstruais. A experiência de 12 meses consecutivos de amenorréia, que não seja por resultado de outras causas, define a menopausa natural, que, geralmente, ocorre entre os 45 e 55 anos de idade (El Khoudary SR *et al.*, 2020).

A redução drástica dos níveis hormonais de estrogênio e a elevação dos níveis de hormônio folículo estimulante (FSH), juntamente com mudanças na distribuição de gorduras, lipídios e lipoproteínas no organismo de mulheres na menopausa aumentam o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, as quais são consideradas a principal causa de morte pós-menopausa (El Khoudary SR *et al.*, 2020).

Microscopicamente, a menopausa está associada a alterações cardiovasculares que incluem remodelamento tecidual e modificação na deposição de fibras colágenas no miocárdio, especialmente os colágenos dos tipos I e III. Tais modificações são mais frequentes em mulheres pós-menopausa em comparação a homens da mesma faixa etária e podem levar à fibrose e à rigidez ventricular, que podem resultar em

alterações mecânicas e elétricas do tecido cardíaco (Yi Xu *et al.*, 2002).

Portanto, o equilíbrio entre fibras colágenas do tipo I (vermelhas sob luz polarizada) e tipo III (verdes) é fundamental para a manutenção da elasticidade e função cardíaca.

Compostos bioativos do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e a terapia com estradiol podem modular a remodelação extracelular, reduzindo o impacto da deficiência estrogênica sobre o tecido cardíaco.

O açaí tem efeito antioxidante no organismo e, por isso, pode ser um grande aliado contra o desenvolvimento de síndromes metabólicas, que são fatores de risco para doenças cardiovasculares (Udani *et al.*, 2011). Esse efeito está relacionado à capacidade do açaí de se conectar com radicais livres por meio de seus compostos bioativos, como os polifenóis. Esses compostos, além de ajudar na captura de radicais livres, também reagem com enzimas e fatores de transcrição, os quais promovem proteção contra o estresse oxidativo (Da Silva Martins ICV, *et al.*, 2020).

Sabe-se que o estrogênio influencia na função cardiovascular, o que faz com que sua ausência eleve os riscos de desenvolvimento de insuficiência cardíaca. Essa alteração está possivelmente relacionada à capacidade do estrogênio em dar continuidade à ação

do óxido nítrico, substância importante para a função endotelial (Michalson KT *et al.*, 2018).

A terapia hormonal com reposição de estrogênio, nesse sentido, pode resultar na atenuação do remodelamento do tecido cardíaco, equilibrando a concentração de colágenos da matriz extracelular cardíaca (Jean Calleja-Agius *et al.*, 2009).

Levando em consideração os fatos expostos, esse estudo foi idealizado com o intuito de analisar a morfologia do tecido cardíaco, em especial a distribuição de suas fibras colágenas dos tipos I e III, quando submetido a tratamentos de açaí clarificado e/ou estradiol durante a menopausa, avaliando sua relação com a saúde cardiovascular feminina pós-menopausa.

Objetivos

O objetivo deste estudo foi avaliar a proporção e distribuição de fibras colágenas tipo I e tipo III no miocárdio de camundongos na menopausa tratados com açaí clarificado e/ou estradiol.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Pará (UFPA) em dois delineamentos experimentais. No delineamento 1 houve intervenção precoce, logo após a indução da menopausa com a ovariectomia bilateral,

e no delineamento 2 houve intervenção tardia, após 60 dias de completa deficiência hormonal/menopausa.

Os animais foram distribuídos em cinco grupos: um placebo e quatro ovariectomizados (sem tratamento, açaí clarificado, estradiol ou açaí + estradiol).

Ao final do experimento, o coração foi coletado, fixado em formaldeído a 10% - para preservação das estruturas e composição química dos tecidos - e encaminhado para a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para seu processamento histológico e posterior análise.

No Laboratório de Morfofisiologia Experimental (LABITEX), na UFSM, as amostras de coração foram processadas segundo protocolo histológico padrão. Após serem clivadas, as amostras passaram pelos processos de desidratação, diafanização e impregnação em blocos de parafina. Em seguida, com a utilização de um micrótomo, os blocos foram desbastados até a exposição das amostras e, depois, cortados em finas camadas (5 a 8 μ m), que foram mergulhadas em um recipiente em banho-maria e “pescadas” com lâminas. Após seu resfriamento, as lâminas com as amostras foram coradas com Picrosirius Red, corante que realça fibras de colágeno em tecidos.

Com a finalização do processamento histológico, as lâminas prontas foram

fotografadas para sua posterior análise morfológica.

Para a fotomicrografia das lâminas, foi utilizado o microscópio Axioscope 5 e a câmera AxioCam 705 color, da Zeiss, com filtros de polarização e objetivas de 40x (Figuras 1 a 5).

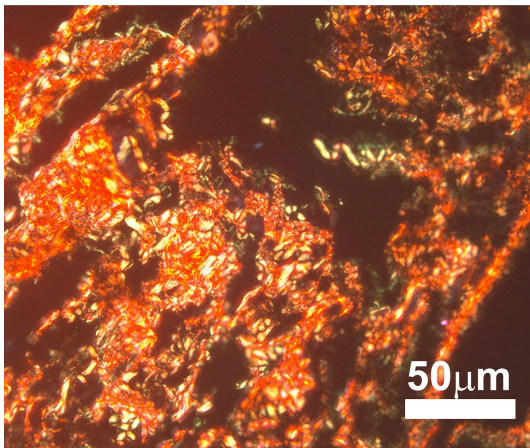


Figura 1. Fotomicrografia de lâmina do grupo G1: SHAM (placebo).

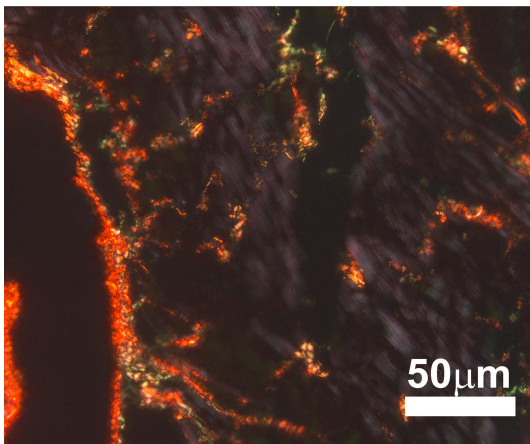


Figura 2. Fotomicrografia de lâmina do grupo G2: OVX (ovariectomizadas, sem intervenção).

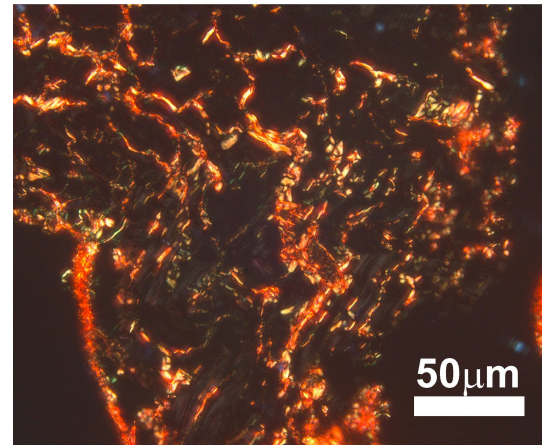


Figura 3. Fotomicrografia de lâmina do grupo G4: OVX + Açai.

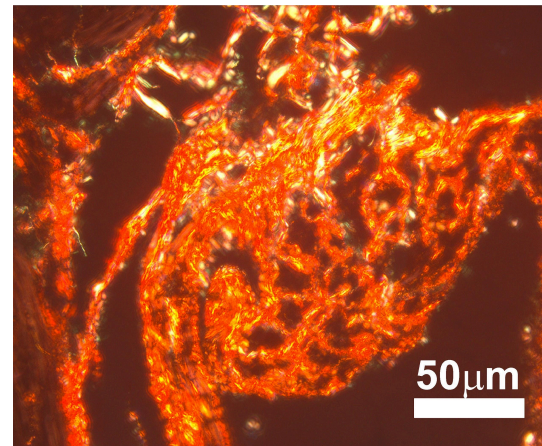


Figura 4. Fotomicrografia de lâmina do grupo G6: OVX + Estradiol.

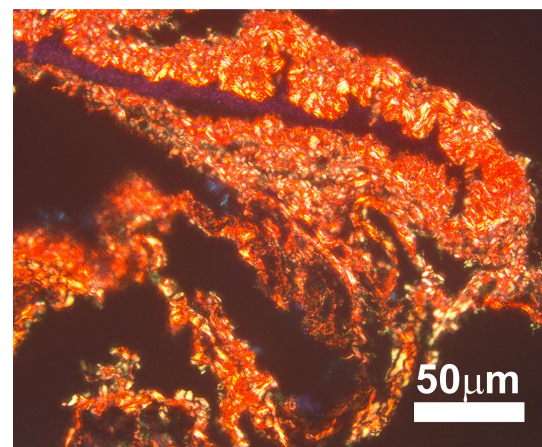


Figura 5. Fotomicrografia de lâmina do grupo G7: OVX + Estradiol + Açai.

Para a morfometria das fibras colágenas do tipo I e do tipo III, as fotos capturadas foram transferidas para o aplicativo *Image J*, no qual pôde ser feita separação dos canais das imagens (foram utilizados os canais vermelho e verde) e a quantificação do colágeno pela expressão da porcentagem de área ocupada pelas fibras.

A análise estatística foi realizada por meio do programa *Graphpad Prism 8*. Os dados obtidos pela morfometria foram submetidos a testes descritivos e de normalidade para depois serem analisados pelo teste de Kruskal-Wallis. O nível de significância foi fixado em 0,05 ou 5% ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

A análise estatística pelo teste de Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas na proporção de fibras colágenas entre os grupos experimentais ($p < 0,0001$).

Para o colágeno tipo I (FCI), o grupo placebo apresentou as maiores médias ($\approx 13,36 \pm 14,53$), sugerindo preservação da matriz extracelular. Nos animais ovariectomizados sem tratamento, observou-se redução marcante dos valores médios ($\approx 3,27 \pm 3,98$), confirmando o impacto negativo da

deficiência estrogênica sobre a deposição de FCI. O açai clarificado apresentou efeito parcial, com valores próximos ao grupo sem tratamento ($\approx 3,65 \pm 3,91$), enquanto o estradiol isolado demonstrou ação protetora mais robusta, mantendo médias semelhantes ao placebo ($\approx 12,80 \pm 21,05$).

A associação de açai + estradiol apresentou os valores mais elevados ($\approx 15,29 \pm 14,05$), embora sem diferença estatística significativa em relação ao grupo controle, reforçando um possível efeito sinérgico (Figura 6).

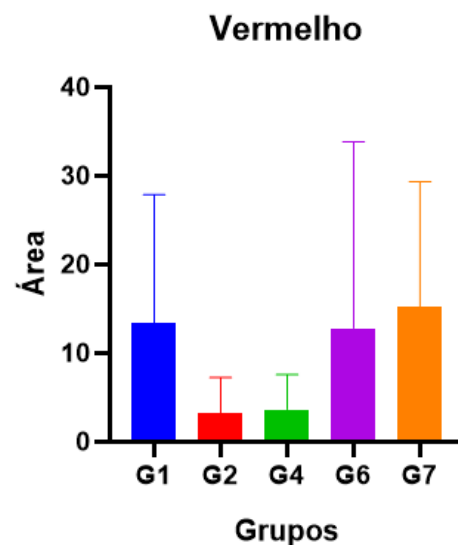


Figura 6. Proporção de fibras colágenas do tipo I (polarizadas em vermelho) em cada grupo experimental.

G1: SHAM (placebo); G2: OVX (ovariectomizadas, sem intervenção); G4: OVX + Açai; G6: OVX + Estradiol; G7: OVX + Estradiol + Açai.

No caso do colágeno tipo III (FCIII), um padrão semelhante foi observado. O grupo placebo exibiu valores mais altos ($\approx 10,36 \pm 10,68$) em comparação aos ovariectomizados sem tratamento ($\approx 2,22 \pm 2,35$) e tratados apenas com açaí ($\approx 2,52 \pm 2,27$), indicando que a deficiência hormonal compromete também a deposição de FCIII. O estradiol isolado novamente preservou níveis intermediários ($\approx 6,86 \pm 10,88$), mais próximos do controle, enquanto a associação açaí + estradiol alcançou valores próximos ao placebo ($\approx 9,62 \pm 9,57$), diferenciando-se significativamente dos grupos sem tratamento e com açaí clarificado (Figura 7).

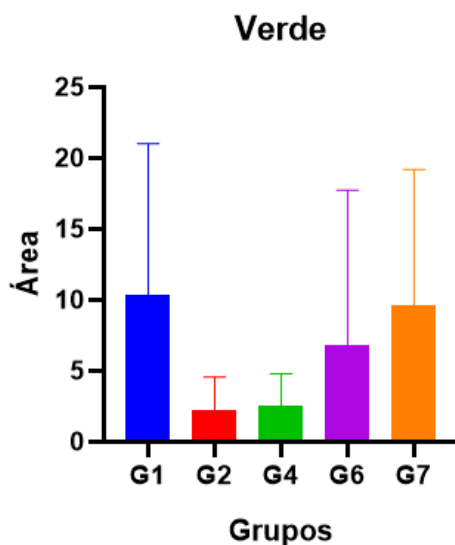


Figura 7. Proporção de fibras colágenas do tipo III (polarizadas em verde) em cada grupo experimental.

G1: SHAM (placebo); G2: OVX (ovariectomizadas, sem intervenção); G4:

OVX + Açaí; G6: OVX + Estradiol; G7: OVX + Estradiol + Açaí.

Os resultados demonstram que o desequilíbrio entre fibras colágenas I e III durante a menopausa pode comprometer a elasticidade cardíaca, favorecendo rigidez e disfunção miocárdica. O açaí clarificado, rico em compostos bioativos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, mostrou potencial em atenuar essas alterações estruturais quando combinado ao estradiol. Assim, a suplementação natural com açaí representa/demonstra-se uma estratégia adjuvante para a manutenção da saúde cardiovascular feminina no período pós-menopausa.

Conclusão

Conclui-se que a administração de açaí clarificado sozinho apresentou efeito limitado, enquanto o estradiol isolado mostrou capacidade de preservar a matriz extracelular, mantendo níveis de colágeno mais próximos aos do grupo controle.

A combinação de açaí com estradiol evidenciou o efeito mais robusto, sugerindo um potencial efeito sinérgico na proteção do tecido cardíaco. Esses achados indicam que o açaí clarificado pode atuar como uma estratégia adjuvante promissora para minimizar alterações estruturais associadas à menopausa e contribuir para a

manutenção da saúde cardiovascular feminina.

Bibliografia

Cabanelas, L. A., Carbonel, A. A. F., Santos, M. A. dos., Simões, R. S., Liberatori-Filho, A. W., Baracat, E. C., & Soares Júnior, J. M.. (2012). Morfologia dos cardiomiócitos e quantificação do colágeno no miocárdio de ratas tratadas com isoflavonas ou estrogênios. *Revista Brasileira De Ginecologia E Obstetrícia*, 34(10), 447–452. <https://doi.org/10.1590/S0100-72032012001000003>

Calleja-Agius J, Brincat MP. Effects of hormone replacement therapy on connective tissue: why is this important? *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2009 Feb;23(1):121-7. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2008.10.003. Epub 2008 Dec 17. PMID: 19095501.

Da Silva Martins ICV, Mafra D, Rogez H, Nascimento Pinheiro MC, Martins Nascimento JL, et al. (2020) Effects of clarified açai (*Euterpe oleracea Mart*) supplementation on oxidative stress markers in hemodialysis patients: A randomized, controlled pilot study. *J Food Sci Nutr The* 6(1): 032-037. DOI: 10.17352/jfsnt.000024

Ramírez-Hernández, D., López-Sanchez, P., Lezama-Martínez, D., Pérez-García, E., Montoya-Hernández, M. F. S., Aranda-Fraustro, A., & Flores-Monroy, J. (2024). Early Estrogen Replacement Therapy Attenuates Cardiac Dysfunction Caused by Aging and Ovariectomy in Female Wistar Rats. *Frontiers in bioscience (Landmark edition)*, 29(1), 46. <https://doi.org/10.31083/j.fbl2901046>

El Khoudary SR, Aggarwal B, Beckie TM, Hodis HN, Johnson AE, Langer RD, Limacher MC, Manson JE, Stefanick ML, Allison MA; on behalf of the American Heart Association Prevention Science Committee of the Council on Epidemiology and Prevention; and Council on Cardiovascular and Stroke Nursing. Menopause transition and cardiovascular disease risk: implications for timing of early prevention: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2020;142:e506–e532. doi: 10.1161/CIR.0000000000000912

El Khoudary S. R. (2023). The menopause transition: a critical stage for cardiovascular disease risk acceleration in women. *Menopause (New York, N.Y.)*, 30(5), 556–558. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000002172>

- Figueiredo, A. M., Cardoso, A. C., Pereira, B. L. B., Silva, R. A. C., Ripa, A. F. G. D., Pinelli, T. F. B., Oliveira, B. C., Rafacho, B. P. M., Ishikawa, L. L. W., Azevedo, P. S., Okoshi, K., Fernandes, A. A. H., Zornoff, L. A. M., Minicucci, M. F., Polegato, B. F., & Paiva, S. A. R. (2022). Açai supplementation (*Euterpe oleracea* Mart.) attenuates cardiac remodeling after myocardial infarction in rats through different mechanistic pathways. *PLoS one*, *17*(3), e0264854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264854>
- Laurindo, L. F., Barbalho, S. M., Araújo, A. C., Guiguer, E. L., Mondal, A., Bachtel, G., & Bishayee, A. (2023). Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) in Health and Disease: A Critical Review. *Nutrients*, *15*(4), 989. <https://doi.org/10.3390/nu15040989>
- Luengo-Mateos, M., González-Vila, A., Torres Caldas, A. M., Alasaoufi, A. M., González-Domínguez, M., López, M., González-García, I., & Barca-Mayo, O. (2024). Protocol for ovariectomy and estradiol replacement in mice. *STAR protocols*, *5*(1), 102910. <https://doi.org/10.1016/j.xpro.2024.102910>
- Marlatt, K. L., Pitynski-Miller, D. R., Gavin, K. M., Moreau, K. L., Melanson, E. L., Santoro, N., & Kohrt, W. M. (2022). Body composition and cardiometabolic health across the menopause transition. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, *30*(1), 14–27. <https://doi.org/10.1002/oby.23289>
- Michalson, K. T., Groban, L., Howard, T. D., Shively, C. A., Sophonsritsuk, A., Appt, S. E., Cline, J. M., Clarkson, T. B., Carr, J. J., Kitzman, D. W., & Register, T. C. (2018). Estradiol Treatment Initiated Early After Ovariectomy Regulates Myocardial Gene Expression and Inhibits Diastolic Dysfunction in Female Cynomolgus Monkeys: Potential Roles for Calcium Homeostasis and Extracellular Matrix Remodeling. *Journal of the American Heart Association*, *7*(21), e009769. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.009769>
- “The 2022 Hormone Therapy Position Statement of The North American Menopause Society” Advisory Panel (2022). The 2022 hormone therapy position statement of The North American Menopause Society. *Menopause (New York, N.Y.)*, *29*(7), 767–794. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000002028>
- Udani, J. K., Singh, B. B., Singh, V. J., & Barrett, M. L. (2011). Effects of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: a pilot study. *Nutrition journal*, *10*, 45. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-10-45>

Uddenberg, E. R., Safwan, N., Saadedine, M., Hurtado, M. D., Faubion, S. S., & Shufelt, C. L. (2024). Menopause transition and cardiovascular disease risk. *Maturitas*, 185, 107974. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2024.107974>

Xu, Y., Arenas, I. A., Armstrong, S. J., & Davidge, S. T. (2003). Estrogen modulation of left ventricular remodeling in the aged heart. *Cardiovascular research*, 57(2), 388–394. [https://doi.org/10.1016/s0008-6363\(02\)00705-8](https://doi.org/10.1016/s0008-6363(02)00705-8)

4.Sustentabilidade

Insight Carbon: Eficiência Energética e Carbono em Projetos Comerciais

Autor: Dib, Ana Livia; E. mail: liviafdib9@gmail.com

Co-autor(es): Padilha, Jenifer Franciele, E-mail: jeniferpadilha2@gmail.com

Orientador/a: Souto, Ana Elisa; E. mail: ana.souto@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul

Resumo

O estudo analisa o uso de ferramentas digitais de simulação para eficiência energética e térmica em edifícios comerciais, focando na evolução do plugin da Autodesk, do Insight 360° para o Insight Carbon. Desenvolvido no curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSM/CS, a pesquisa aplicou simulações em um projeto acadêmico de edifício na Zona Bioclimática 3, em Porto Alegre, RS, integrando estratégias bioclimáticas ao processo projetual. O Insight Carbon amplia as análises ao permitir a estimativa e o monitoramento de emissões de carbono, auxiliando na redução de impactos ambientais e no embasamento de decisões conscientes nas etapas iniciais do projeto. O emprego do BIM potencializou a precisão e a integração dos dados, possibilitando a comparação entre diferentes cenários de desempenho. Em suma, a pesquisa reforça a importância de metodologias performativas e do uso de métricas personalizadas, evidenciando o papel das tecnologias digitais na transformação da prática projetual e no enfrentamento dos desafios ambientais contemporâneos.

Palavras-chave: projeto performativo, Insight Carbon, eficiência energética.

Introdução

As mudanças climáticas têm aumentado de maneira alarmante nas últimas décadas, tornando-se um dos grandes desafios da sociedade atual. Na construção civil se sobressai como um dos principais responsáveis por essa situação, tanto pelo alto uso de recursos naturais quanto pelas emissões de gases que causam efeito estufa ligadas à sua

atividade. Segundo a Agência Internacional de Energia (2019), os edifícios são responsáveis por mais ou menos 30% da energia final mundial e por quase 28% das emissões de dióxido de carbono vinculadas. Segundo os dados fornecidos por Ritchie, Rosado, & Roser (2024), no Brasil mesmo que a matriz energética seja relativamente limpa comparada com a de outros países, as emissões vindas do uso de combustíveis

fosses e do aumento da procura energética nas zonas urbanas seguem crescendo atingindo mais de 56 milhões de toneladas de dióxido de carbono em 2023 só pelo uso de gás natural. Esses dados refletem a importância de repensar o modo como gerenciamos e projetamos nossos edifícios. Nesse contexto, Ramesh, T., Prakash, R., & Shukla, K. K. (2010, p. 1593) afirmam que a análise do ciclo de vida energético dos edifícios se torna essencial para desenvolver estratégias que reduzam o consumo de energia primária e minimizem as emissões.

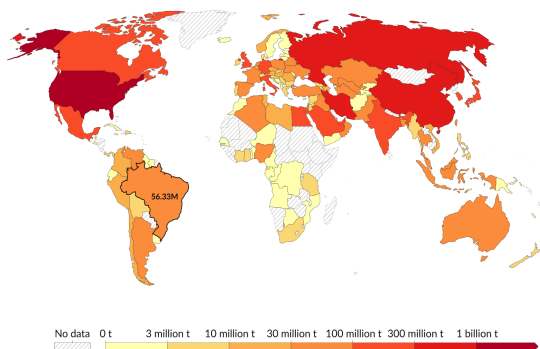


Figura 1. Emissão anual de CO₂, 2023.
Fonte: Ritchie, Rosado, & Roser, 2024.

Com esse cenário, o campo da arquitetura tem procurado novas metodologias projetuais que associam qualidade do espaço, conforto ambiental e eficiência energética ao mesmo tempo em que diminuem a emissão de carbono das construções. Os softwares atuais têm se mostrado muito importantes nesse processo, pois auxiliam a visualizar o impacto ambiental das decisões projetuais

ainda em fases iniciais. Para Souto (2023, p. 56), nos métodos de projeto contemporâneos, os processos computacionais são empregados como ferramentas generativas, e não apenas para representação. Esses instrumentos se destacam pelo uso intensivo de recursos voltados à avaliação de desempenho. O uso da modelagem de dados das construções, (BIM) se tornou muito importante neste contexto porque permite a integração entre dados geométricos, materiais e desempenho em um único software, ajudando em simulações de comparação entre cenários alternativos. Segundo Çavuşoğlu e Çağdaş (2018, p. 57), no início do projeto como muitas decisões ainda não estão definidas, a possibilidade de analisar e simular modelos geométricos em massa, oferecida pelas ferramentas BIM representa um diferencial em relação às ferramentas convencionais. Ou seja, a possibilidade de gerar análises desde os modelos de viabilidade, etapa em que não há detalhes e acabamentos definidos, permite maior acertabilidade do partido, uma vez se torna uma das premissas norteadoras de projeto. Como citado por Paik, Leviakangas e Choi (2022), a Modelagem da Informação da Construção é uma ferramenta eficaz para resolver conflitos técnicos durante a fase de projeto, melhorando substancialmente a coordenação entre áreas e questões que

normalmente atrasam o processo de design.

O Revit é uma ferramenta BIM de apoio ao processo projetual. Entre as soluções que se integram a ele, destaca-se o Insight, um plug-in da Autodesk. Em sua primeira versão, chamada Insight 360°, a plataforma permite fazer simulações rápidas de desempenho energético, checando consumo anual, gastos operacionais, transmitância térmica, insolação cumulativa, entre outros. Essas análises já foram um grande progresso em comparação com práticas antigas que usavam cálculos manuais ou programas mais difíceis. Khosla e Singh (2014), comentam que essas ferramentas possibilitam comparar de maneira rápida o consumo de energia e os custos do ciclo de vida de diferentes alternativas de projeto diretamente no software, permitindo a apresentação dos resultados de forma intuitiva. Com os impactos das mudanças climáticas e a criação da agenda mundial de 2030 pela Organização das Nações Unidas (ONU), novos debates sobre a redução das emissões de carbono foram gerados, levando à criação do Insight Carbon pela Autodesk. Essa nova versão aumenta o alcance das análises ao incluir tanto o carbono operacional, ligado ao uso do prédio, quanto o carbono incorporado presente nos materiais e sistemas construtivos. O Insight Carbon é um plug-in integrado ao Revit, e esta

ferramenta auxilia muito em fases iniciais de projeto. A principal função desta ferramenta é ajudar projetistas nas decisões iniciais, mas ela não substitui softwares de simulação regulamentados, como o EnergyPlus, muito utilizado em análises normativas. O EnergyPlus é conhecido por sua precisão e aceitação pelas normas, porém, também é reconhecido pela complexidade, tempo de processamento e necessidade de maior conhecimento técnico do usuário. Há outro plugin que se integra ao Revit que foi testado durante o estudo, chamado de Tally, ele oferece análises detalhadas do ciclo de vida e do carbono, sendo uma alternativa sólida, mas não foi possível achar uma versão em português e não é gratuito, possui apenas um período de teste, o que limita seu uso em ambientes acadêmicos. Dessa forma, a escolha pelo Insight Carbon neste estudo se dá pela sua gratuidade, acessibilidade e integração com o BIM, o que o torna adequado para o contexto de uma disciplina de projeto.

Este artigo analisa a transição do Insight 360° para o Insight Carbon a partir de uma aplicação em projeto acadêmico desenvolvido na disciplina de Projeto VII do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSM/CS. Apesar de o foco da disciplina ser o desenvolvimento arquitetônico de um edifício corporativo em altura, buscou-se incorporar ao processo

conceitos de sustentabilidade e simulação digital, ainda que em caráter inicial e exploratório. Assim, mais do que buscar resultados técnicos exatos, o objetivo do trabalho é discutir o papel dessas ferramentas no contexto acadêmico, refletindo sobre sua relevância pedagógica e o potencial de transformar a prática projetual.

Objetivos

O estudo tem como objetivo central analisar a evolução do Insight 360° para o Insight Carbon, compreendendo de que forma a incorporação de métricas de carbono transforma o processo projetual de edifícios comerciais. A partir dessa análise, pretende-se avaliar o potencial da ferramenta como apoio à tomada de decisões desde fases iniciais do projeto, explorando aspectos de eficiência energética, conforto térmico, lumínico e impacto ambiental dos materiais.

Em paralelo, busca-se discutir a importância do uso de softwares gratuitos no ambiente acadêmico, ressaltando como ferramentas acessíveis podem atuar como facilitadoras do aprendizado e como instrumentos de sensibilização para a sustentabilidade. Por fim, objetiva-se justificar a relevância pedagógica dessa experiência, mostrando que, mesmo quando não é o foco principal da disciplina, a introdução de simulações digitais já contribui para a formação de arquitetos mais conscientes e preparados

para os desafios ambientais contemporâneos.

Materiais e Métodos

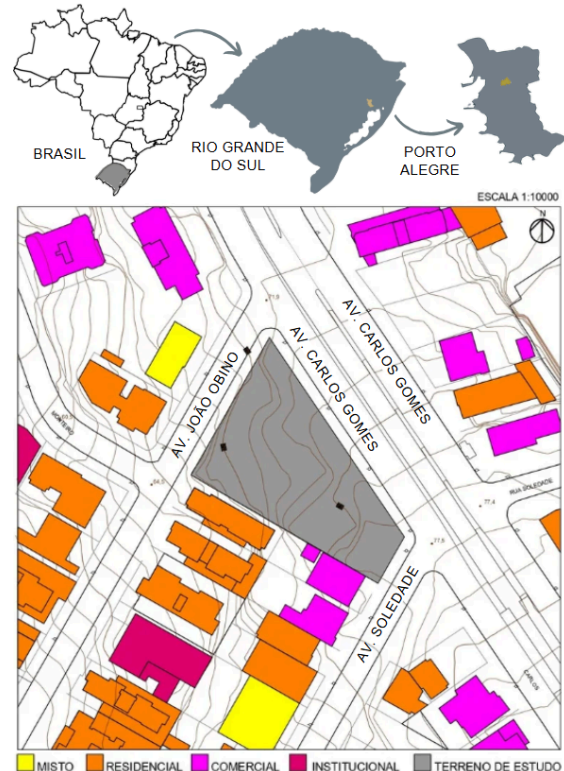


Figura 2. Localização e mapa de usos. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

O estudo foi realizado no contexto da disciplina de Projeto VII do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul. O exercício consistiu no desenvolvimento de um edifício corporativo em altura com térreo comercial, implantado em um terreno localizado no bairro Petrópolis, na Avenida Carlos Gomes, cidade de Porto Alegre. O terreno possui área total de 3.123,24 m² e a implantação em questão foi escolhida por se tratar de uma região de alta

densidade urbana, marcada por seu caráter comercial, intenso fluxo viário, presença de edifícios em altura, suas estações do ano são melhores definidas no país, portanto há períodos de frio consideráveis e verões quentes, características que tornam a análise de conforto e eficiência energética particularmente relevante.

A metodologia seguiu uma sequência progressiva de projeto. Primeiro realizamos análises de edifícios de referência para compreender soluções de implantação, estratégias de eficiência energética, proteções solares, posição da circulação vertical, boas soluções de permeabilidade visual do térreo e conexão do edifício com o entorno. Em seguida foi realizado um estudo de viabilidade construtiva de acordo com os parâmetros do Plano Diretor de Porto Alegre, além das normas e legislações vigentes, considerando índices urbanísticos, topografia, insolação e ventilação natural. A partir dessas análises foram definidos os volumes principais e o partido arquitetônico, estabelecendo a relação do edifício com o lote e as diretrizes de orientação solar e zoneamento dos ambientes. Por fim, as decisões foram consolidadas em um anteprojeto que além das exigências normativas e arquitetônicas integrou estratégias de conforto térmico, lumínico e eficiência energética.

Durante o processo foram incorporadas ferramentas digitais de simulação e análise. Foi realizada uma análise solar no modelo, com a exibição dos resultados em uma vista tridimensional por meio do plug-in Solar Analysis no Revit. Auxiliando na avaliação do sombreamento e da incidência solar nos solstícios de verão e inverno, orientando ajustes volumétricos e soluções de fachada. O ProjeetEEE foi empregado para calcular a transmitância e resistência térmica de elementos construtivos, o que possibilitou comparar configurações de paredes. As esquadrias foram montadas pelo site da Guardian Glass, que além de oferecer produtos comerciais catalogados, permite também a personalização das soluções de acordo com as necessidades do projeto, garantindo alternativas mais eficientes.

No Insight foram elaborados cenários comparativos que consideraram a aplicação ou não de placas solares fotovoltaicas, variações na proporção entre janelas e paredes e diferentes tipos de proteções solares. Esses cenários permitiram estimar o custo energético, o consumo anual por metro quadrado e o possível retorno do investimento. Em paralelo, também foram testados materiais de fachada como vidros duplos laminados com camada de PVB e paredes com reforço de isolamento térmico, relacionando o desempenho térmico e acústico às diretrizes de eficiência

energética. No site da Autodesk, após gerar e exportar o projeto, foi possível configurar os materiais por categoria.

A metodologia não se limitou ao caráter técnico. Ela foi orientada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, em especial os ODS 4, 7, 11 e 13, que abordam respectivamente educação de qualidade, energia acessível e limpa, cidades sustentáveis e ação contra a mudança climática. Assim, o trabalho buscou não apenas avaliar a eficiência ambiental de um edifício em altura, mas também destacar a importância pedagógica do processo, contribuindo para a formação de futuros arquitetos capazes de incorporar critérios sustentáveis desde as primeiras fases do projeto.

O edifício foi modelado no software Autodesk Revit, que serviu de base para a realização das simulações. Optou-se pelo Revit tanto pelo seu caráter didático, bastante utilizado em cursos de arquitetura, quanto pela possibilidade de integração com plugins gratuitos como o Insight. Em um primeiro momento, aplicou-se o Insight 360°, avaliando parâmetros como transmitância térmica média, pico de insolação, iluminação natural nos principais ambientes e sombreamento de fachadas. Essas análises forneceram uma visão geral do desempenho do edifício, permitindo identificar pontos críticos relacionados ao

ganho de carga térmica nas fachadas e o risco de ofuscamento em determinados ambientes. Além de conseguir criar estudos de acordo com parâmetros LEED, permitindo gerar comparações com diferentes critérios. No entanto, as análises desses resultados ainda devem ser embasadas em normas como a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, pois os parâmetros definidos podem não corresponder à iluminação média recomendada por ambientes. A Figura 3 ilustra de forma clara o que foi comentado. Na extremidade do edifício, na fachada sudoeste, encontra-se no centro a circulação vertical. Observa-se na coloração vermelha da figura que o nível de iluminância nesse espaço está abaixo de 299 lux. No parâmetro LEED gerado diretamente pelo Revit, esse ambiente é contabilizado como abaixo do limite, o que reduz a pontuação LEED e também resulta em uma porcentagem de aprovação mais baixa. Entretanto, de acordo com a ABNT NBR 8995, esses espaços necessitam de um mínimo de 150 lux, valor que é atendido. O mesmo acontece com os ambientes vizinhos que também aparecem em vermelho, como os sanitários e a sala de espera, para os quais a norma estabelece 200 lux como valor mínimo. Assim, mesmo estando abaixo do critério LEED, esses espaços se encontram em conformidade com a norma brasileira. Vale destacar que os valores

definidos pela norma correspondem a requisitos mínimos, e apesar disso o funcionamento dos ambientes se mantém adequado, permitindo que os usuários usufruam do espaço de forma satisfatória.

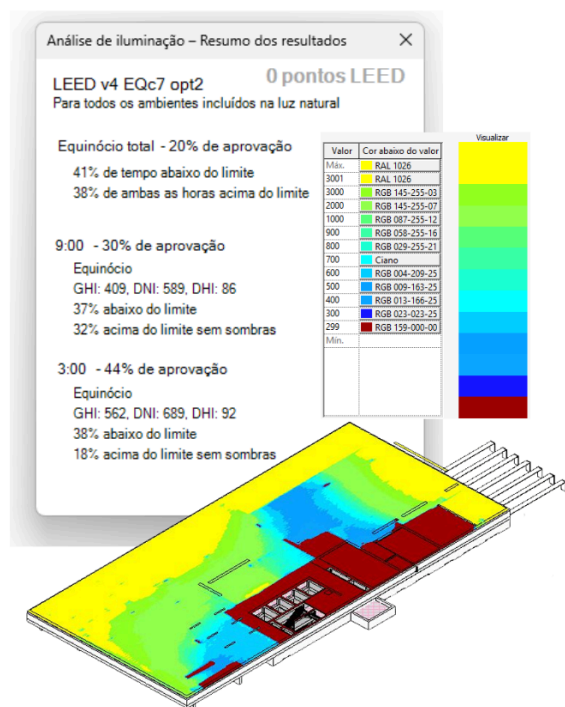


Figura 3. Estudo de iluminação em vista do primeiro pavimento, uso para coworking. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

Na sequência, utilizou-se o Insight Carbon, que além de reproduzir essas análises, incorporou métricas relacionadas às emissões de carbono. Foram testados cenários comparativos com variação de materiais de fachada, tipos de revestimentos e soluções de isolamento, com o objetivo de observar como essas escolhas impactam nas emissões incorporadas. Embora as análises não tenham alcançado o nível de

detalhamento normativo, já que o software não substitui ferramentas como o EnergyPlus, elas permitiram sensibilizar os alunos sobre a relação entre escolhas projetuais e impacto ambiental.

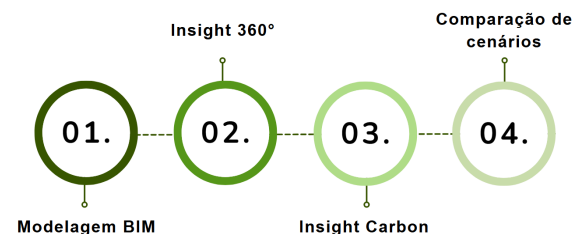


Figura 4. Esquema metodológico do processo das análises no Insight. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

É importante destacar que a disciplina de Projeto VII não tem como foco central a simulação energética, mas sim o desenvolvimento arquitetônico. A introdução dessas análises teve caráter complementar e pedagógico, com o intuito de aproximar os estudantes de metodologias performativas que poderão ser aprofundadas em etapas futuras da formação. Assim, os resultados devem ser compreendidos como indicativos e exploratórios, e não como diagnósticos definitivos.

Resultados e Discussão

As simulações realizadas no Insight mostraram que o edifício apresenta um desempenho lumínico e energético que pode ser considerado razoável, mas com pontos que exigem maior atenção. As fachadas voltadas para noroeste receberam maior incidência solar no

período da tarde, o que aumenta o risco de sobreaquecimento e a demanda por resfriamento. Para reduzir esse impacto, foi adotado um vidro com tecnologia low-e da linha Guardian LamiGlass, que combina bom isolamento térmico e aproveitamento da luz natural. Essa solução ajuda a equilibrar o desempenho do edifício, permitindo maior conforto ambiental com menor risco de ofuscamento e desconforto visual.

Ainda assim, as fachadas sudeste e noroeste apresentaram comportamento particular, pois recebem sombreamento em parte do dia, mas também longos períodos de insolação direta. Já a fachada sudeste mostrou baixos níveis de iluminância, o que indica maior dependência de iluminação artificial. Esses resultados reforçam a importância de estratégias de proteção solar, como o uso de brises ou vidros com tratamento especial, já que a radiação solar é um dos principais fatores de ganho térmico em edifícios (DUARTE, 2016, p. 50).

Com a utilização do Insight Carbon, foi possível ampliar essa análise, incluindo a avaliação das emissões de carbono operacional e incorporado. Os resultados mostraram que materiais como o concreto estrutural das lajes nervuradas bilaterais apresentaram impactos significativos em termos de carbono incorporado. Cenários alternativos que incluíram revestimentos em madeira certificada e sistemas de

isolamento de base biológica reduziram consideravelmente as emissões, ainda que em caráter simulado. Essa constatação reforça a necessidade de avaliar não apenas o desempenho operacional, mas todo o ciclo de vida da edificação.

As premissas utilizadas nesse ensaio de métricas de desempenho energético incluem parâmetros de clima, tipologia de uso, ocupação e operação do edifício, garantindo que a comparação entre os níveis seja baseada em critérios técnicos consistentes e em métricas reconhecidas internacionalmente, comparando diversos níveis de eficiência.

Embora os resultados obtidos não tenham a precisão de uma análise normativa, como as que poderiam ser realizadas no EnergyPlus, eles se mostraram suficientes para sensibilizar os alunos sobre a relação entre projeto arquitetônico e impacto ambiental. O uso do Insight Carbon como ferramenta pedagógica demonstrou ser adequado para esse contexto, já que alia rapidez no processamento e integração com o modelo BIM.

Do ponto de vista térmico, as simulações confirmaram a importância de estratégias como o emprego de vidros com tratamento especial e o posicionamento estratégico do núcleo de circulação no lado sudoeste, permitindo que os ambientes de permanência

prolongada fossem privilegiados quanto à carga térmica. Em termos lumínicos, a aplicação de elementos de sombreamento e a escolha de vidros com maior controle de transmitância mostraram-se eficazes para equilibrar conforto visual e eficiência energética.

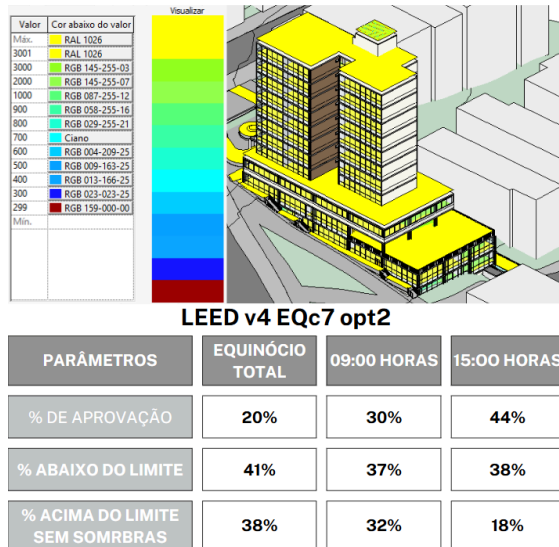


Figura 5. Análise de Iluminação gerada no Revit. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

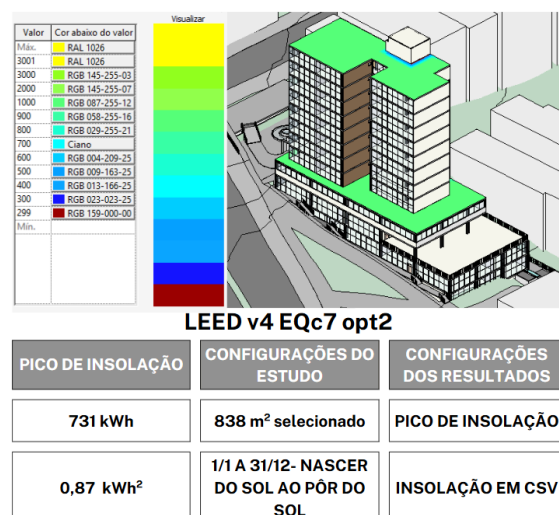


Figura 6. Análise solar gerado no Revit. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

A simulação apresentou uma intensidade anual de uso de energia (EUI) de 206,19 kWh/m²-ano, valor superior ao limite de referência do RTQ-R (BR). O carbono operacional atingiu 403.324,17 kgCO₂e, enquanto o carbono incorporado foi de 16.570,77 kgCO₂e, evidenciando que as emissões estão concentradas principalmente na fase de uso do edifício. Os resultados indicam a necessidade de estratégias de eficiência energética, como a otimização da envoltória, sombreamento passivo, sistemas de climatização de maior desempenho, iluminação eficiente e integração de geração fotovoltaica. No carbono incorporado, recomenda-se o emprego de materiais com menor intensidade de emissões, como concretos com adições minerais. Essas medidas podem reduzir em até 30–50% o EUI, aproximando o projeto de padrões internacionais de baixo carbono e aumentando sua viabilidade econômica e ambiental.

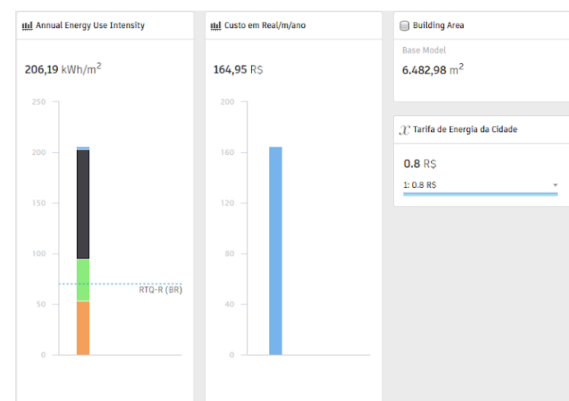


Figura 7. Resultados no site da Autodesk, versão 2026 com criação de métricas

produzidas pelas autoras. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

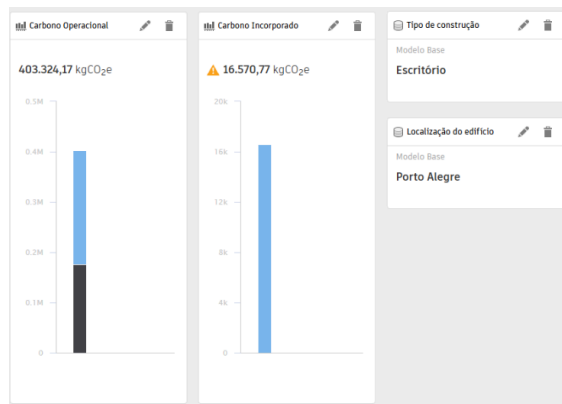


Figura 8. Resultados no site da Autodesk, versão 2026 com métricas geradas automáticas. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

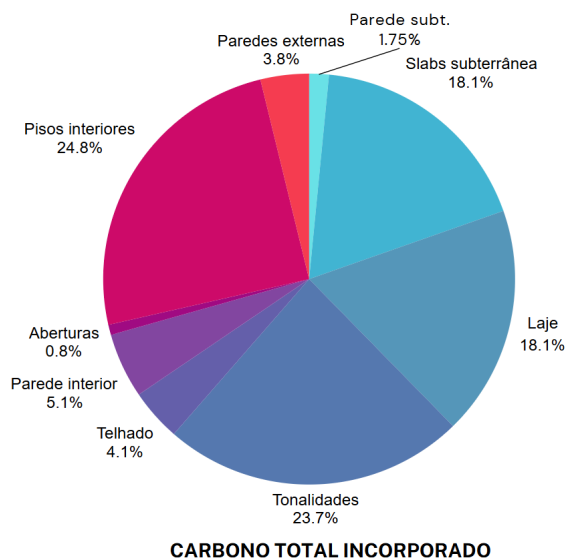


Figura 9. Resultados dados pelo site da Autodesk, versão 2026 de carbono total incorporado, modificado pelas autoras. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

Mesmo que alguns valores obtidos no Insight Carbon estejam baseados em configurações genéricas de materiais e não tenham a precisão de uma análise

normativa, eles ainda ajudam a mostrar quais elementos do edifício concentram maior impacto, como as lajes e pisos estruturais. Esses números devem ser entendidos como indicativos e não como resultados finais, mas cumprem o papel de reforçar a importância de pensar o carbono incorporado desde cedo no processo de projeto. Nesse sentido, mesmo com limitações, a simulação se mostrou válida dentro do caráter exploratório e pedagógico do estudo.

No campo pedagógico, a principal contribuição foi aproximar os estudantes de ferramentas de análise de desempenho ainda durante o ateliê de projeto. Mesmo que os resultados não fossem o objetivo principal da disciplina, sua inclusão permitiu discutir sustentabilidade de forma prática, mostrando como decisões arquitetônicas impactam diretamente em energia, conforto e emissões. Esse caráter exploratório não diminui a relevância da experiência, e destaca a importância de inserir progressivamente metodologias performativas na formação em arquitetura.

Conclusões

O projeto analisado evidencia avanços em desempenho térmico e em algumas escolhas construtivas, mas também aponta limitações ligadas ao controle solar, à eficiência lumínica e ao impacto do carbono operacional. A localização em Porto Alegre reforça a necessidade de estratégias de proteção solar nas

fachadas nordeste e noroeste, assim como de soluções que favoreçam a entrada e distribuição da luz natural, reduzindo a dependência de sistemas artificiais.

As soluções adotadas nas fachadas opacas mostraram eficiência ao melhorar a resistência térmica e contribuir para o conforto interno. No entanto, o desempenho dos vidros, apesar de equilibrado em relação à transmissão de luz e ao isolamento, ainda exige ajustes principalmente quanto ao fator solar. A análise também indicou que o maior impacto ambiental está concentrado no carbono operacional, o que reforça a importância de aprimorar as estratégias de eficiência energética.

Nesse sentido, a pesquisa mostrou que a transição do Insight 360° para o Insight Carbon representa um avanço no processo de simulação digital aplicada à arquitetura e um aprendizado importante do uso da ferramenta. Ao incorporar métricas de carbono operacional e incorporado, o Insight Carbon amplia o escopo das análises e aproxima os arquitetos da agenda global de descarbonização. Mesmo em um contexto acadêmico, marcado por limitações metodológicas, os resultados foram suficientes para sensibilizar os estudantes sobre a relevância de decisões conscientes no processo projetual.

Assim, a pesquisa reforça que incorporar metodologias performativas desde a graduação não apenas amplia a visão dos futuros arquitetos, mas também os prepara para atuar de maneira mais consciente diante dos desafios ambientais contemporâneos.



Figura 10. Projeto em BIM analisado. Fonte: desenvolvido pelas autoras, 2025.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2021). NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. ABNT.

- Autodesk. (2025). Insight Carbon. Autodesk.
- Çavuşoğlu, Ö. H., & Çağdaş, G. (2018). Enhancing decision making processes in early design stages: Opportunities of BIM to achieve energy efficient design solutions. *ITU A|Z*, 15(1), 53–64.
- Duarte, V. C. P. (2016). Desempenho térmico de edificações (7^a ed.). Universidade Federal de Santa Catarina, LabEEE.
- International Energy Agency. (2019). The critical role of buildings. IEA.
- Khosla, S., & Singh, S. K. (2014). Energy-efficient buildings. *International Journal of Civil Engineering Research*, 5(4), 361–366.
- Paik, I., Leviäkangas, P., & Choi, J. (2022). Resolving technical conflicts in building projects: Effectiveness of BIM-based coordination. *Built Environment Project and Asset Management*, 12(5), 739–752.
- Ramesh, T., Prakash, R., & Shukla, K. K. (2010). Life cycle energy analysis of buildings: An overview. *Energy and Buildings*, 42(10), 1592–1600.
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2024). Emissões anuais de CO₂ por gás natural no Brasil. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org>
- Souto, A. E. (2023). Processo de projeto performativo para edificações energeticamente eficientes. In *Engenharia e Arquitetura, construindo o mundo moderno – Volume I* (pp. 47–70). Editora Real Conhecer. ISBN: 978-65-84525-72-6.

5.- Inclusión

Inclusão e Desenvolvimento “Conectando o Futuro” - a inclusão tecnológica e a conectividade digital significativa para a promoção de direitos e o exercício da cidadania: perspectivas do Brasil e da América Latina

Beuron, Bruno Mello Corrêa de Barros; brunomellobarros@gmail.com

Cristóvam, José Sérgio da Silva; jscristovam@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina / Programa de Pós-Graduação em Direito

Resumo

O desenvolvimento humano, que engloba o exercício de direitos fundamentais, a melhora da qualidade de vida, o acesso à educação, saúde, serviços públicos e a oportunidades econômicas, está diretamente ligado à inclusão. No século XXI, com o avanço acelerado das tecnologias informacionais a inclusão ganha a conotação digital, atrelada ao atual período histórico da humanidade, a Era Tecnológica, caracterizada pelo advento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), em especial a Internet, que ampliam as possibilidades de desenvolvimento e inovação. Nesse sentido, a tecnologia, ao promover a inclusão, torna-se uma ferramenta poderosa para o empoderamento individual e coletivo, para o exercício substancial da cidadania, a fruição de direitos, impulsionando o progresso de comunidades e sociedades. Portanto, para que a era digital contribua efetivamente para o desenvolvimento humano, é crucial que o acesso à tecnologia e a alfabetização digital, bem como letramento e habilidades digitais sejam direitos universais, garantidos por políticas públicas que diminuam o abismo entre incluídos e excluídos. Logo, o presente trabalho questiona como a inclusão tecnológica pode ser utilizada como ferramenta para promover o desenvolvimento humano, o exercício da cidadania e a redução das desigualdades, fortalecendo, ao mesmo tempo, os direitos fundamentais na sociedade contemporânea. Destaca-se que o hiato digital necessita ser reduzido por meio da inclusão, ao passo que a conectividade digital significativa deve ser viabilizada. Nesse aspecto, a pesquisa estrutura-se a partir do método de abordagem dialético, bem como método de procedimento monográfico, histórico e comparativo. Já a técnica de pesquisa é a bibliográfica e documental.

Palavras chave: inclusão; desenvolvimento; tecnologias.

Introdução

Este trabalho se relaciona com questões atreladas à inclusão e ao desenvolvimento a partir da perspectiva que envolve a confluência entre as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e a possibilidade de efetivação de direitos fundamentais, usufruto de serviços públicos digitais e o pleno exercício da cidadania. O cenário de relevância das tecnologias informacionais na contemporaneidade se dá por diferentes dinâmicas, dentre as quais se destacam a centralidade dos recursos tecnológicos na produção econômica, a efervescência dos dados (Big Data), a consequente emergência da economia digital, bem como da Inteligência Artificial. Esse panorama, por sua vez, descortina novos desafios e trajetórias, especialmente, para uma sociedade informacional, digitalizada e com uma pluralidade de diferenças e desigualdades, sobretudo sociais e econômicas.

Nesse contexto emerge a necessidade de políticas públicas para a contínua universalização da Internet e também para a potencial melhora da qualidade das conexões tecnológicas e dos serviços de telecomunicações, possibilitando uma melhor utilização e aproveitamento das possibilidades que estes recursos podem oferecer para a sociedade. Assim, o problema a ser abordado, partindo dos pressupostos destacados, diz respeito a

prerrogativa de como a inclusão tecnológica pode ser utilizada como ferramenta para promover o desenvolvimento humano, o exercício da cidadania, a efetivação de direitos fundamentais, e, conseqüentemente a redução das desigualdades.

Essa pesquisa se justifica diante das inúmeras transformações pelas quais a sociedade está passando, diante do impacto das novas tecnologias digitais nos âmbitos econômico, cultural, social, da Administração Pública e das relações jurídicas embasadas no Direito. As tecnologias digitais constituem um ferramental de importância crucial a esses segmentos, sendo utilizadas de forma exponencial e cotidiana.

A metodologia a ser adotada para o desenvolvimento da pesquisa partirá do método de abordagem dialético, bem como do método de procedimento monográfico, histórico e comparativo. Já a técnica de pesquisa empregada é a bibliográfica e documental. A temática explorada é multidisciplinar, envolvendo diferentes prismas, os quais são verificados a partir de análise jurídica combinada também com uma abordagem sociológica.

O trabalho se estrutura em dois eixos principais que buscarão abordar em um primeiro momento o contexto de evolução das tecnologias, da sociedade informacional sob a perspectiva da inclusão e do desenvolvimento e, em um

segundo momento, se debruçará sob a análise da inclusão tecnológica e da conectividade digital significativa como prerrogativas necessárias à cidadania digital, efetivação de direitos fundamentais e redução das desigualdades a partir do ângulo do Brasil e da América Latina.

Metas

Objetiva-se compreender as dinâmicas que a revolução e a metamorfose digital desempenham na sociedade, sobretudo no âmbito da perspectiva da inovação e do potencial que a inclusão tecnológica e que a conectividade digital significativa podem representar para o desenvolvimento, para o exercício de direitos fundamentais e da cidadania. Para tanto, os objetivos específicos se respaldarão na observância da tecnologia enquanto estrutura de poder que preconiza a possibilidade de alcance da inclusão e do desenvolvimento. Do mesmo modo, parte-se para a compreensão desta inclusão e conectividade para a redução de desigualdades e do exercício da cidadania a partir da perspectiva que envolve o Brasil e a América Latina

Materiais e Métodos

A discussão travada no presente trabalho desloca um olhar imperioso pelo contexto de inovação, desenvolvimento e avanço de novas tecnologias, sob a perspectiva de progresso humano, fruição

de direitos fundamentais, exercício de cidadania e, substancialmente, redução das desigualdades. Nesse enfoque, o trabalho configura-se metodologicamente a partir do método de abordagem dialético. Este método é o mais adequado porque a sua pesquisa não busca apenas descrever fatos, mas sim compreender a relação dinâmica e as contradições entre a tecnologia e os aspectos sociais.

O método dialético permite analisar como a inclusão digital, ao mesmo tempo que oferece oportunidades para o desenvolvimento e a cidadania, pode também acentuar desigualdades e gerar novos desafios para os direitos fundamentais, como a privacidade e o acesso à informação de qualidade. Ele examina as contradições inerentes a esse processo, buscando uma síntese que revele a complexidade do fenômeno.

Já o método de procedimento elencado ocorre a partir da confluência dos métodos monográfico, histórico e comparativo. Por sua vez, a técnica de pesquisa empregada é a bibliográfica e documental. O trabalho incorre na análise correspondente à doutrina jurídica atrelada aos direitos fundamentais e cidadania, normas jurídicas e Constituição Federal de 1988, relatórios e dados, nacionais e internacionais, sobre o contexto de inclusão digital, conectividade significativa no Brasil e na América Latina, dentre outros aspectos.

Resultados e Discussão

As discussões relacionadas ao tema da inclusão tecnológica, novas tecnologias digitais, desenvolvimento, progresso, direitos fundamentais, inovação e cidadania, a partir das múltiplas possibilidades econômicas e sociais condicionam a análise a partir de dois eixos, os quais serão explorados a seguir.

1 – Inclusão, Tecnologia e Desenvolvimento: entre a Revolução Tecnológica e a Metamorfose Digital

A tecnologia, impulsionada pela evolução humana, tem o poder de transformar radicalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos comunicamos. Pouco depois da metade do século XVIII, o mundo passou pela Primeira Revolução Industrial, na qual a produção de bens deixou de ser artesanal para ser realizada por máquinas em fábricas com extenso uso de energia a vapor. Cerca de cem anos depois, em 1870, foi a vez da Segunda Revolução Industrial, com a popularização da eletricidade e a criação das linhas de montagem e divisão de tarefas. Novamente, cerca de um século se passou e a Terceira Revolução Industrial, também chamada de Revolução Digital, varreu o planeta, destaca Perelmuter (2019, p. 15).

Todos esses movimentos trouxeram implicações relevantes para muitos

segmentos, impactando cadeias produtivas, estruturas sociais e de poder, economia e finanças, bem como a consequente e necessária regulação jurídica. Entretanto, a sofisticação das tecnologias, bem como a aceleração das relações mediadas pela nova expertise provocaram mudanças mais profundas.

Segundo Schwab (2016, p. 16) as tecnologias digitais, fundamentadas no computador, software e redes, não são novas, mas estão causando rupturas à Terceira Revolução Industrial, estão se tornando mais sofisticadas e integradas, transformando, assim, a sociedade e a economia global. A escala e o escopo das mudanças explicam por que as rupturas e as inovações atuais são tão significativas. Na percepção de Schwab (2016, p. 16) “o que torna a Quarta Revolução Industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos”.

Nesse aspecto, Floridi (2014, p. 25-58) aponta que estamos em uma revolução similar à Revolução Industrial, pois as mudanças trazidas pela economia de dados, além de terem possibilitado uma produção e compartilhamento de conhecimento sem precedentes na história, também geraram profundas mudanças. As tecnologias emergentes dessa Quarta Revolução Industrial são construídas sobre o conhecimento e os

sistemas das revoluções industriais anteriores e, em particular, sobre os recursos digitais da Terceira Revolução Industrial (Schwab & Davis, 2018).

Nesse seguimento, diferentes termos como “sociedade da informação”, “sociedade em rede” ou, ainda, “sociedade informacional”, são utilizados para identificar e caracterizar a quadra histórica a qual grande parte do mundo atravessa. O termo “sociedade em rede”, difundido globalmente por Castells relaciona-se à estrutura de organização do Estado e da sociedade, que se faz por redes infinitas. Assim, a ‘Sociedade em Rede’ seria uma estrutura formal baseada em redes, sendo essas um “conjunto de nós interconectados” (Castells, 2020, p. 554). Logo, estar ou não incluído em redes e a arquitetura dessas relações entre as redes configuram processos e funções que estruturam e predominam na atual sociedade (Castells, 2020, p. 554).

Na visão de Cardoso (2007, p. 40) a análise da mudança social tem de ser realizada a partir de múltiplos ângulos e dimensões, de modo que o desenvolvimento a partir da característica “informacional” é o que responde melhor à necessidade atual. O autor reitera que informacional indica o atributo central de uma nova forma de organização social na qual a produção da informação, o seu processamento e transmissão se tornam as principais fontes de produtividade e do

poder em virtude das novas condições tecnológicas emergentes na contemporaneidade (Cardoso, 2007, p. 41).

Esse contexto todo desloca um olhar imperioso para a convergência e relevância das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), em especial a Internet. Toffler (1999, p. 38) destaca que “a tecnologia é o motor da mudança desenfreada desse tempo e o conhecimento o seu combustível”, por isso a necessidade imperiosa de inclusão tecnológica, enquanto precursora do desenvolvimento, progresso e inovação. As tecnologias da informação têm repercussão em todos os âmbitos da vida social, alterando as relações de trabalho, a lógica das cidades, relações jurídicas e interpessoais, formas de consumo, de modo que a “sociedade da informação” tornou-se um espaço social e cultural, segundo Lévy (2010).

Na visão de Beck (2018) o alcance significativo das transformações observadas hodiernamente é profundo e disruptivo, indo muito além das revoluções trilhadas. O autor refere que a revolução digital descreve uma mudança social tecnologicamente determinada, que capta o crescente grau de interconectividade e intercâmbio global. A noção de revolução sugere que a mudança é intencional, linear e progressiva. A Metamorfose Digital, ao contrário, tem a ver como efeitos colaterais

não intencionais, com frequência invisíveis, que criam sujeitos metamorfoseados, isto é, seres humanos digitais. Enquanto a revolução digital ainda implica a clara distinção entre on-line e off-line, a Metamorfose Digital tem a ver com o entrelaçamento essencial do on-line e do off-line (Beck, 2018, p. 190).

Essa constatação é de grande importância pois denota a relevância das tecnologias digitais, as quais proporcionam que o desenvolvimento seja alcançado. Na medida em que a inclusão tecnológica se perfaz, os direitos fundamentais consubstanciados na Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) são efetivados também através do espectro digital. Como potencial externalidade negativa desse processo de transformação decorrente da Metamorfose Digital em curso são, sem dúvida, as brechas digitais, ou seja, a falta de inclusão tecnológica, a exclusão e desigualdade no acesso à direitos, cidadania, serviços públicos, conhecimento e capacidade de uso.

A exclusão (digital), na era informacional, não é apenas econômica, com aprofundamento da desigualdade atreladas à fatores financeiros, mas também social e cultural, pois os grupos, as parcelas sociais excluídas, perdem a capacidade de participar das estruturas de poder e de produção do conhecimento. O desenvolvimento, portanto, pode tanto impulsionar a inclusão quanto a exclusão.

Gonçalves (2015, p. 30) afirma que a inclusão digital como conceito tem seus problemas e incongruências. A inclusão digital é apropriação do conceito de inclusão social construído numa leitura a partir dos anos de 1960 e 1970 da Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948. Assim, o discurso da inclusão social permeou todos os níveis da sociedade e foi apropriado por todos os excluídos por práticas sociais, históricas, econômicas e culturais.

Na visão de Bonilla e Oliveira (2011, p. 24), no âmbito de acesso aos meios tecnológicos e digitais, estas “desigualdades vêm sendo denominadas genericamente como digital divide, gap digital, apartheid digital, infoexclusão, ou exclusão digital, e têm justificado a formulação de numerosas políticas públicas compensatórias”. Conforme Camacho (2016), o abismo digital “é um dos primeiros conceitos pelos quais se inicia a reflexão sobre o tema do impacto social das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)”. Verifica-se nesse conceito, que estas tecnologias produzirão diferenças nas oportunidades de desenvolvimento das populações e que uma distância será estabelecida entre aquelas que têm acesso às tecnologias e as que não têm (Camacho, 2016).

O desenvolvimento social e humano tem por objeto a satisfação das necessidades básicas dos cidadãos, o

bem-estar social, o que demanda a implementação através de políticas públicas voltadas à observância e concretização dos direitos sociais, incluindo-se neste rol os direitos à educação, saúde, moradia, alimentação, entre outros (Hachem, 2013, p. 387). De acordo com Sen, o desenvolvimento extrapola a acumulação de riqueza e do crescimento do PIB, ou de variáveis relacionadas à renda, ou seja, vai além do desenvolvimento econômico. É necessário relacionar o desenvolvimento com a melhora na vida das pessoas, como seres sociais completos, com expansão e desfrute das liberdades (Sen, 2010, p. 28-29).

Sendo assim, a inclusão tecnológica ou digital, “vem sendo a pauta política obrigatória em quase todos os governos e tema de estudo em diversas áreas do conhecimento” (Bonilla & Oliveira, 2011, p. 24). Lemos (2010, p. 42) destaca que o conceito de inclusão digital deve abandonar a perspectiva meramente tecnocrática em prol de uma visão mais complexa do processo de inclusão. A universalização do acesso é, antes de tudo, um instrumento para diminuir os danos sociais do ponto de vista da luta contra a desigualdade (Sorj & Guedes, 2005, p. 102).

Nesse sentido, as Tecnologias da Informação e Comunicação também foram reconhecidas como instrumentos e

elementos centrais ao desenvolvimento econômico pelo G20, grupo das maiores economias do mundo. A Digitalização e uma Internet aberta, segura, interoperável e verdadeiramente global são facilitadores de um crescimento econômico inclusivo e proveem a todos ferramentas para construir desafios sociais e globais, incluindo desigualdades decorrentes da ampliação do fosso baseado em riqueza, para um futuro mais sustentável (G20, 2017, p. 02). Já a Organização das Nações Unidas aponta que “a difusão de tecnologias de informação e comunicação e a conectividade global têm grande potencial de acelerar o progresso humano, sanar os fossos digitais e desenvolver sociedades do conhecimento” (ONU, 2025).

Muitos desafios advêm das modernas tecnologias e também do seu processo constitutivo. Um desses grandes desafios corresponde à garantia de que os benefícios da Quarta Revolução Industrial sejam distribuídos de forma justa, uma vez que a riqueza e o bem-estar gerados pelas Revoluções Industriais anteriores foram e continuam a ser distribuídos de forma desigual (Schwab & Davis, 2018, p. 43). A inclusão tecnológica é questão premente, uma vez que os recursos devem ser usados em prol de todos os cidadãos e não de apenas os selecionados ou privilegiados (Nunes, 2005).

Suzor (2016, p. 02) constata que a Internet é efetivamente governada pelos intermediários digitais, desde as empresas que fazem a estrutura, até as que fornecem plataformas de redes sociais ou de ferramentas de busca (Big Techs). As decisões tomadas por essas empresas governam a vida dos indivíduos. Garantir apenas a acumulação de capital é não pensar em termos de qualidade de vida para os indivíduos de uma sociedade e desconsiderar fatores humanos essenciais (Mota, 2023, p. 67). Apesar da constante redução dos preços do serviço móvel no Brasil, a desigualdade de renda e os altos impostos sobre serviços e aparelhos celulares seguem limitando a acessibilidade de grupos de baixa renda.

Nesse aspecto, Mota (2023, p. 09) afirma que “os desequilíbrios globais reforçam as desigualdades socioeconômicas de um cenário histórico ainda atual”, de modo que uma atuação proativa do Estado é indispensável na condução de políticas públicas que proporcionem a universalização da Internet, proporcionando, objetivamente, o acesso à serviços públicos digitais, o pleno exercício e gozo da cidadania, além de efetivar direitos fundamentais substantivos.

Nesse diapasão, inclusão tecnológica e conectividade digital significativa caminham conjuntamente, possibilitando uma ampla gama de potencialidades atreladas às novas tecnologias, o papel do

Estado é central e proeminente nesse aspecto. Sobre tal contexto que se passa a tratar no eixo a seguir.

2 – Inclusão Tecnológica e Conectividade Digital Significativa: perspectivas de redução de desigualdades e do exercício da cidadania a partir do Brasil e da América Latina

O quadro atual é de significativa dependência das atividades econômicas e sociais em relação ao domínio das novas tecnologias da informação, de modo que a inserção de todos neste cenário, em termos de crescimento, oportunidades de acesso e recursos, torna-se exigência de um ambiente democrático. A principal tendência neste domínio é a digitalização que atinge todas as técnicas de comunicação e de processamento de informação. Ao progredir, a digitalização conecta no centro de um mesmo tecido eletrônico o cinema, as telecomunicações, a radiodifusão, o jornalismo, a edição, a música, a informática (Lévy, 2010, p. 103), as relações sociais e a ordem jurídica. Graças aos produtos da atividade econômica e científica, e apoiando-se nos meios do ciberespaço, as relações de predação, de apropriação e de poder ganham novo impulso, numa escala ainda maior (Lévy, 1996, p. 129).

Cabe salientar que a difusão dessas tecnologias ocorre de modo seletivo e

desigual, há diferenças substanciais entre os países da América Latina e, em diversos casos, como o brasileiro, diferenças dentro das regiões de um mesmo país, visto que nem todos os países e regiões atravessam de modo igual o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, importa assinalar que à inclusão, bem como o acesso às tecnologias digitais está relacionado ao exercício de direitos fundamentais previstos na Constituição Federal de 1988, assim como também se apresentam como ferramentas indispensáveis ao desenvolvimento social e econômico.

Para Di Felice (2020, p. 148) a transição de uma lógica humana e centralizada de governança para formas organizacionais interdependentes e em rede é o resultado de um conjunto de transformações tecnológicas que começam com a web e a expansão de formas conectivas cada vez mais amplas (redes sociais, redes de coisas, dados e de tudo relacionado ao 5G). Dessa forma, o avanço democrático e da cidadania está também atrelado ao acesso às tecnologias digitais. Sabe-se que muitas foram as propostas de emendas à Constituição na tentativa de incluir, no rol de direitos fundamentais, o acesso à Internet, porém essas propostas não prosperaram a nível constitucional.

Sem embargo, muitos outros diplomas jurídicos foram sendo consolidados ao longo do tempo, normatizando aspectos

relacionados à tecnologia e à inclusão digital. Destaca-se o Marco Civil da Internet, Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Brasil, 2014), que inovou ao trazer como objetivos do uso da Internet no Brasil o direito de acesso à Internet a todos, bem como a ampla difusão de novas tecnologias e modelos de uso e acesso (art. 4º). Tem-se, no âmbito do regramento da proteção de dados pessoais, a Lei nº 13.709, de 2018, conhecida por Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Na perspectiva dos serviços públicos digitais, em 2021, foi editada a Lei nº 14.129, a Lei de Governo Digital (Brasil, 2021), operacionalizando os serviços públicos através das plataformas digitais estatais, como Gov.Br. Por sua vez, no ângulo da transformação digital da Administração Pública, cita-se o Decreto nº 12.069, de 2024, que instituiu a Estratégia Nacional de Governo Digital, para o período 2024 a 2027, e o Decreto nº 12.198, também de 2024, que instituiu a Estratégia Federal de Governo Digital (EFGD), que visa à eficiência e o aprimoramento da governança digital do Governo Federal.

Nesse concernente, todo o processo de desenvolvimento tecnológico e de estruturação de infraestruturas voltadas as redes e do conseqüente campo digital dependeu e depende, determinantemente, da atuação dos Estados. Assim, as políticas públicas de inclusão digital,

conectividade e universalização da Internet foram sendo estruturadas. No Brasil, destacam-se o Programa Sociedade da Informação, de 1999, o Programa do Governo Eletrônico, de 2002, o Programa Banda Larga nas Escolas, de 2008, o Programa Nacional de Banda Larga – PNBL, de 2010, o Programa Cidades Digitais, de 2011, o Programa Brasil Inteligente, de 2016, o Programa Internet para Todos, de 2017, dentre outros.

Como a Internet, igualmente ao rádio e a televisão, se enquadra no modal telecomunicações, as políticas públicas de universalização da Internet e acesso à rede são executadas e fiscalizadas pela Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), a partir de diretrizes consubstanciadas na Lei nº 9.472, de 1997 (Lei Geral das Telecomunicações) e da Lei nº 5.792/1972.

Nesse aspecto, a partir das políticas públicas de inclusão digital e de normas reguladoras, impende destacar que diversos países reconhecem o acesso à Internet como um direito fundamental, como Canadá, Finlândia, Costa Rica, Estônia, Grécia, Espanha, geralmente países mais desenvolvidos e economicamente pujantes. Entretanto, é importante frisar que o Brasil avançou muito para a inclusão digital. Segundo dados da Pesquisa TIC Domicílios 2024, realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), cerca de 84% da

população tem acesso à Internet, o que representa um quadro de 159 milhões de pessoas (Pesquisa TIC Domicílios, 2024). Porém, cerca de 29 milhões de pessoas ainda seguem sem acesso à rede. As regiões Sul e Sudeste concentram os maiores índices de uso da Internet, com 90% e 95%, respectivamente. A mesma pesquisa traçou o nível de desigualdade da conexão, apresentando que a conexão de Internet está disponível em 100% dos lares das classes A, mas apenas em 68% das residências das classes D e E (Pesquisa TIC Domicílios, 2024).

Já na América Latina, segundo o Relatório “Lacunas de Conectividade na América Latina. Um Roteiro para Argentina, Brasil, Colômbia, Costa Rica e Equador”, produzido em 2023, pela Indústria Movel GSMA, o ritmo de inclusão digital está desacelerando, de modo que o cenário de conectividade plena na América Latina até 2030 não será alcançado sem uma reforma na legislação atual, especialmente no que diz respeito à expansão das redes e seu consequente financiamento. Nesse enfoque, o principal entrave diz respeito às lacunas de cobertura, ou seja, áreas remotas ou localidades com terrenos complexos. Nesses locais há a falta de infraestrutura, o que dificulta um modelo economicamente viável de implantação de redes. A avaliação da GSMA (2023) é que países como Argentina, Brasil, e Colômbia

demandariam US\$ 1,2 mil de financiamento adicional por pessoa coberta para chegar a 99% de cobertura 4G. Já na Costa Rica e Equador, esse valor sobe para entre US\$ 2 mil e US\$ 3,5 mil.

O Relatório da GSMA (2023) destaca ainda que atualmente há 40 milhões de pessoas sem conexão, o que representa 7% do total, na América Latina, enquanto outros 190 milhões têm cobertura, mas não acessam por barreiras como letramento digital ou custo (valor econômico elevado dos planos de acesso e serviços das operadoras móveis).

Conforme Jenkins (2022) o advento da Internet transformou os consumidores da mídia em participantes ativos, promovendo uma cultura participativa da cidadania. Entretanto, não basta apenas acesso e inclusão digital, nesse concerne que surge outra preocupação relevante nesse cenário de efervescência das tecnologias digitais. Trata-se da conectividade significativa, que refere-se, segundo a União Internacional de Telecomunicações (UIT, 2022), a uma conectividade segura, produtiva e satisfatória, conjugando duas dimensões: universalização e qualidade. A ideia é pensar em uma conexão que permita a utilização de uma variedade de recursos disponíveis no ambiente on-line, não apenas redes sociais, mas teletrabalho, telemedicina, educação à distância, cultura, serviços públicos digitais. O objetivo é fortalecer a inclusão

digital, garantindo que cidadãos e instituições disponham dos meios e da capacitação adequada para acesso, utilização, produção e distribuição de informações e conhecimento por meio das TDIC, a fim de que participem efetivamente da sociedade da informação (Siteal, 2023).

De acordo com a ONU (ITU, 2023), a medição da conectividade significativa deve levar em consideração, na perspectiva da abrangência, não apenas a quantidade de pessoas conectadas, mas os locais onde as pessoas podem se conectar, e, na perspectiva da qualidade, fatores como infraestrutura, acessibilidade dos preços, a adequação dos dispositivos, habilidades digitais e segurança. No caso da infraestrutura, deve estar em funcionamento e ser de alta qualidade, possibilitando conexão rápida e confiável. Seus indicadores levam em conta a parcela da população coberta por redes fixas e móveis, o alcance das redes de transmissão, o tráfego médio mensal de Internet por assinatura de banda larga, velocidades médias de download e upload, dentre outras. Já quanto à acessibilidade de preços, considera-se, por exemplo, o preço das assinaturas em relação ao PIB per capita e a acessibilidade de preços de aparelhos como computadores, celulares e tablets. O tópico da adequação dos dispositivos envolve dados como a porcentagem de residências com computadores e smartphones e a

porcentagem daqueles que efetivamente utilizam esses dispositivos, além disso, são analisados o grau de habilidades digitais em determinado local, bem como o grau de segurança oferecido.

O Brasil obteve 84,4 pontos na edição 2025 do índice de Desenvolvimento das TICs, divulgado pela União Internacional das Telecomunicações - UIT (Anatel, 2025). Esse índice demarca o aumento na conectividade digital significativa, destacando um aumento substancial em relação a anos anteriores (82 pontos em 2024 e 81,9 em 2023) e também colocando o país acima da média global (78 pontos) e também acima da média das Américas (72 pontos).

Por sua vez, internamente, em 2024, a região Nordeste teve o maior percentual de pessoas com baixo nível de conectividade significativa, ou seja, dificuldades de acessar a Internet de forma produtiva. A partir da Pesquisa TIC Domicílios 2024 foi possível verificar que 44% da população nordestina apresentou os piores resultados. Já a região Norte apresentou índice de 41%. As maiores proporções, ou seja de nível mais alto, maior conectividade digital significativa e, conseqüentemente, maior aproveitamento das condições tecnológicas, estão na regiões Sul e Sudeste, com 33% e 28%, respectivamente.

Há grandes limitações na disponibilidade de dados estatísticos

oficiais e atualizados, o que impede uma exibição mais precisa do estado real da situação de conectividade digital significativa em áreas urbanas e rurais na América Latina, entretanto, segundo o Relatório “Conectividade Rural na América Latina e no Caribe – uma ponte para o Desenvolvimento Sustentável em Tempos de Pandemia”, produzido e publicado ainda em 2020, pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Microsoft, apresentam um panorama relevante. Segundo a pesquisa, pelo menos 70 milhões de pessoas que vivem em territórios rurais da América Latina e do Caribe carecem de conectividade com padrões mínimos, o que prejudica o impacto potencial de desenvolvimento social, econômico e produtivo.

Esse quadro se desvela, necessariamente, pelos obstáculos relacionados à infraestrutura tecnológica e digital. No caso brasileiro, aponta Campos (2024, p. 133) que a dimensão continental, a baixa atividade econômica de alguns lugares e as dificuldades de instalação da rede acabam por gerar desincentivos a investimentos e, portanto, têm sido objeto de políticas e legislações que visam superar tais dificuldades e garantir os investimentos necessários para se alcançar uma conectividade significativa.

Historicamente, não apenas no Brasil,

as telecomunicações foram financiadas por um operador único, muitas vezes público, a exemplo da Telebrás, em âmbito nacional. A promulgação da Lei Geral de Telecomunicações foi paradigmática, pois promoveu a reestruturação do setor, com a desestatização do sistema e a criação de órgão regulador (Anatel). A partir daí, operadoras privadas, sob regime previsto na LGT, têm sido, em grande medida, responsáveis pelo investimento na infraestrutura da comunicação, de onde obtém suas receitas. Nos últimos anos, com a entrada das OTTs (over-the-top), ou seja, serviços que operam na camada de aplicações da Internet (WhatsApp, Facebook, YouTube, Netflix, Spotify, streaming) o panorama se modificou.

As empresas de telecomunicações afirmam que o tráfego de dados aumentou exponencialmente, utilizando em sobrecarga a rede, conexões e infraestrutura, sem a consequente remuneração. Logo, essas empresas buscam restabelecer a capacidade de investimento a partir de novas políticas. Ingressam, neste aspecto, as propostas de fair share enquanto políticas de inclusão digital, na medida em que, ao incluir as grandes empresas de tecnologia (Big Techs) no custeio e manutenção e atualização da infraestrutura, permitem que sejam ampliadas as possibilidades de garantia de conectividade universal e significativa, em benefício de toda a

sociedade (Campos, 2024, p. 146).

No Brasil, a atuação da Anatel (2025) também é muito relevante nesse contexto, vez que executa a regulação do setor, propicia que investimentos sejam direcionados pelas empresas de telecomunicações em áreas remotas e complexas, proporcionando inclusão, desenvolvimento e redução de desigualdades, além de ser determinante para muitas oportunidades de crescimento e educação. Também atuam convertendo os valores arrecadados através de multas milionárias aplicadas em decorrência do descumprimento de legislação e normas, em ações efetivas como, por exemplo, conectividade significativa via satélite em escolas remotas.

Flain (2017, p. 35) propõe que a inclusão digital requer, além de base tecnológica, e de infraestruturas adequadas, de um conjunto de condições e de inovações nas estruturas produtivas, no sistema educacional, organizacional, nas instâncias reguladoras, normativas e de governo. No Estado Social de Direito, o próprio Estado de obriga, mediante reestruturação da ordem social, a remover as injustiças sociais, e por meio de elaboração legislativa atender às demandas dos excluídos (Bonavides, 2006). Nesse propósito, entende-se que o reconhecimento expresso pela Constituição Federal de 1988 (via Emenda Constitucional), da inclusão digital como

um direito fundamental ligada à Dignidade da Pessoa Humana, possibilitará condições favoráveis para efetivação de todos os direitos fundamentais e a plena fruição da dignidade, autonomia pessoal e exercício consciente da cidadania.

A participação cidadã é fundamental para as democracias, uma vez que o envolvimento dos cidadãos possibilita aumentar as pressões sobre o sistema político, que para garantir a soberania popular, precisa estar aberto e sob constante fiscalização (Flain, 2017, p. 115). Lévy (2011, p. 69) ressalta que por meio das TIC, pode-se ter acesso a um “dispositivo de democracia direta em tempo real”. Já Saldanha (2013, p. 212-213), entende que a Internet facilita enormemente o exercício dos direitos fundamentais à liberdade de expressão e seu correlato direito à informação, antes severamente limitados pelos tradicionais meios de comunicação.

Por sua vez, Pérez Luño (2004) refere que a repercussão das novas tecnologias não se restringe a processos eleitorais, mas se projetam num amplo mosaico de relações entre os poderes públicos e os cidadãos, possibilitando e ampliando a participação por meio de canais diretos de comunicação.

Assim, todas essas mudanças de cenário do ecossistema tecnológico contemporâneo, perpassando pela inclusão digital e conectividade digital

significativa, tem reflexos profundos no exercício de direitos, na prática da cidadania, bem como na larga escala de fruição dos serviços públicos oportunizados no ambiente on-line pelo Estado. A ascensão da economia digital, deve, necessariamente, acompanhar os contornos e demandas sociais, possibilitando acesso, oportunidades, desenvolvimento e, sobretudo, redução de desigualdades sociais e econômicas, potencializando a valorização da educação, da formação, do crescimento econômico, produtivo e da dignidade humana.

Conclusões

A concepção do trabalho consubstanciou-se na perspectiva da tecnologia enquanto ferramenta de inclusão, desenvolvimento social, econômico e de equalização de oportunidades. Sendo assim, se estruturou partindo de dois eixos que buscaram desenvolver a partir de definições teóricas, dados e pesquisas, a compreensão acerca do contexto de efervescência das tecnologias digitais e seu impacto na sociedade contemporânea.

Nesse sentido, o primeiro eixo destinou-se a traçar um olhar imperioso sobre as dinâmicas da sociedade informacional, das revoluções tecnológicas e também da metamorfose digital. O segundo, por sua vez, traduziu os contornos que viabilizam a

relevância da inclusão por meio da tecnologia e da conectividade significativa para o alcance do desenvolvimento e, especialmente, da redução de desigualdades.

O cenário atual é demarcado pelo avanço rápido e significativo de novas Tecnologias Digitais da informação e Comunicação, que proporcionam a experimentação de serviços públicos digitais, efetivação de direitos fundamentais e também o efetivo exercício da cidadania no espaço digital.

Nesse sentido, é importante destacar que alguns obstáculos se apresentam quanto à inclusão digital no Brasil e em países da América Latina, quais sejam a dificuldade de implementação de infraestruturas digitais, especialmente em locais remotos, áreas rurais, a elevação no custo de operação das redes, alegado por parte das empresas de telecomunicações, pelo uso aumentado do tráfego de dados, além dos valores de planos de dados e telefonia móvel, bem como de aparelhos e smartphones. Circunstância estas que prejudicam determinadamente a população mais vulnerável economicamente.

De igual forma, a existência de políticas públicas de inclusão digital desconexas em diferentes poderes, níveis federativos e entidades da Administração Pública, além da descontinuidade, muitas vezes, dessas políticas, obstaculizam o avanço e o

seguimento de programas e ações. É indispensável uma articulação que viabilize políticas públicas contínuas de extensão e cobertura que abranjam o maior número possível de pessoas. Todavia, é imperioso que essas políticas de acesso sejam também arquitetadas sob o primado da velocidade e da qualidade da conexão. Nesse ponto, a conectividade digital significativa ganha contornos definitivos, permissionando que além do acesso significativo, o uso dos meios digitais também seja significativo, redirecionando para a melhora da qualidade de vida, crescimento econômico e melhores condições e oportunidades.

Em âmbito internacional, especialmente nos países da América Latina a atuação dos Estados, mediante a estruturação de políticas e programas de inclusão tecnológica e conectividade digital significativa deve ser consideradas, assim como as iniciativas da Anatel, no Brasil, a exemplo do fair share e da conversão de multas administrativas em ações que viabilizam o acesso e conexão de rede em localidades remotas.

Também é pertinente e considerável traçar um olhar sobre a necessidade de iniciativas de educação digital, habilidades virtuais e letramento digital. As políticas públicas devem viabilizar o acesso, à inclusão digital, todavia devem ser pensadas também na compreensão de utilização de todos os recursos

tecnológicos, proporcionando, desta forma, o entendimento e capacitação sobre todas as possibilidades que os instrumentos digitais podem alcançar no ciberespaço, para que o seu uso seja adequado, formando cidadãos conscientes, críticos e reflexivos.

De igual forma, um contexto regulatório adequado e atualizado de acordo com as novas dinâmicas da economia digital, bem como políticas de cooperação internacional, políticas nacionais, regionais e locais coordenadas, viabilizam a universalização da Internet, além de constituírem um caminho muito propositivo para a inserção de todas as camadas da sociedade na era digital, bem como para o usufruto dos direitos fundamentais, serviços públicos digitais e também para o próprio exercício da cidadania.

Literatura

Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL. (2025). *Anatel converte multa milionária em ação para conectividade significativa via satélite em escolas remotas*. Recuperado <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-converte-multa-milionaria-em-acao-para-conectividade-significativa-via-satelite-em-escolas-remotas>

Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL. (2025). *UIT divulga o Índice de Desenvolvimento das TICs 2025*.

Recuperado <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/uit-divulga-o-indice-de-desenvolvimento-das-tics-2025>

Beck, U. (2018). *A Metamorfose do Mundo: novos conceitos para uma nova realidade*. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar.

Bonilla, M. H. D.; & Oliveira, P. C. S. (2011). *Inclusão Digital: ambiguidades em curso*. In: *Inclusão Digital: polêmica contemporânea*. Bonilla, M. H. S. (Org). Preto, N. de L. (Org). Salvador: EDUFBA.

Bonavides, P. (2006). *Curso de Direito Constitucional*. 31. ed. São Paulo: Malheiros.

Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidente da República, [2016].

Castells, M. (1999). *A Sociedade em Rede. A Era da Informação: economia, sociedade e cultura*, v. 1. Tradução de Roneide Venâncio Majer. São Paulo: Paz e Terra.

Castells, M. (2020). *Sociedade em Rede*. Trad. Venancio Majer. 21ª ed. São Paulo: Paz e Terra.

Cardoso, G. (2007). *A mídia na sociedade em rede: filtros, vitrines, notícias*. Rio de Janeiro: Editora FGV.

Campos, R. (2024). *A Nova Relação entre Infraestruturas e Serviços Digitais: fair shaire, neutralidade de rede e sustentabilidade digital*. São Paulo: Editora Dialética.

Camacho, K. (2016). *O Abismo digital*.

Recuperado de

<http://vecam.org/archives/article551.htm>

Comitê Gestor Da Internet No Brasil

(CGI). *Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação*

no domicílios brasileiros: Pesquisa TIC

Domicílios 2024. Núcleo de Informação e

Coordenação do Ponto BR. São Paulo:

Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2025.

Recuperado de

<https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2024/domicilios/>

Di Felice, M. (2020). *A Cidadania Digital: a crise da ideia ocidental de democracia e da participação nas redes digitais*. São Paulo: Paulus.

Flain, V. (2017). *A Inclusão Digital como Direito Fundamental passível de viabilizar a participação Cidadã*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria). Recuperado de

<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/12541>

Floridi, L. (2014). *The Fourth Revolution: How the Infosphere Is Reshaping Human Reality*. New York: Oxford University Press.

Gonçalves, V. H. P. (2011). *Inclusão Digital como direito fundamental*. (Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo).

Recuperado de

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2140/tde-30102012-092412/pt-br.php>

Recuperado de

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2140/tde-30102012-092412/pt-br.php>

GSMA. (2023). *Connectivity Gaps in Latin America. A Roadmap for Argentina, Brazil,*

Colombia, Costa Rica and Ecuador.

March 2023. Recuperado de

<https://www.gsma.com/about-us/regions/latin-america/wp-content/uploads/2023/03/FINAL-Brechas-de-conectividad-en-America-Latina - LONG-report-ENGLISH-DIGITAL-30-03-2023.pdf>

Hachem, D. W. (2013). A maximização dos direitos fundamentais econômicos e sociais pela via administrativa e a promoção do desenvolvimento. *Revista Direitos Fundamentais & Democracia*,

Curitiba, v. 13, n. 13, p. 340-399, jan./jul.

Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA); Banco

Interamericano de Desenvolvimento (BID);

Microsoft. (2020). *Conectividade Rural na América Latina e Caribe – Uma ponte*

para o Desenvolvimento Sustentável em Tempos de Pandemia. Recuperado de

<https://www.iadb.org/pt-br/noticias/pelo-menos-77-milhoes-de-pessoas-sem-acesso-internet-de-qualidade-nas-zonas-rurais>

ITU. (2022). *Achieving universal and meaningful digital connectivity Setting a*

baseline and targets for 2030. Recuperado

<http://www.itu.int/itu-d/meetings/statistics/wp-content/uploads/sites/8/2022/04/Universal-MeaningfulDigitalConnectivityTargets2030-BackgroundPaper.pdf>

Jenkins, H. (2022). *Cultura da Conexão*. 2. ed. São Paulo: Aleph.

Lemos, A. (2016). *A Cidade Digital. Portais, Inclusão e Redes no Brasil*.

Recuperado de

<http://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ufba/137/1/Cidade%20digital.pdf>

Lévy, P. (1996). *O que é o virtual?*

Tradução de Paulo Neves. São Paulo: Ed 34.

Lévy, P. (2010). *Cibercultura*. 3ª ed. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34.

Lévy, P. (2010). *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34.

Lévy, P. (2011). *A Inteligência Coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*.

Tradução Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Edições Loyola Jesuítas.

Lei nº 13.853, de 08 de julho de 2019.

Altera a Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, para dispor sobre a proteção de dados pessoais e para criar a Autoridade Nacional de Proteção de Dados; e dá outras providências.

Lei nº 9.742, de 16 de julho de 1997.

Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995.

Lei nº 5.792, de 11 de julho de 1972.

Institui política de exploração de serviços de telecomunicações, autoriza o Poder Executivo a constituir a empresa

Telecomunicações Brasileiras S/A. - TELEBRÁS, e dá outras providências.

Decreto Nº 12.069, de 21 de junho de 2024. *Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Governo Digital e a Rede Nacional de Governo Digital – Rede Gov.br e institui a Estratégia Nacional de Governo Digital para o período de 2024 a 2027.*

Decreto Nº. 12.198, de 24 de setembro de 2024. *Institui a Estratégia Federal de Governo Digital para o período de 2024 a 2027 e a Infraestrutura Nacional de Dados, no âmbito dos órgãos e das entidades da administração pública federal, direta, autárquica e fundacional.*

Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021.

Dispõe sobre princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública e altera a Lei nº 7.116, de 29 de agosto de 1983, a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (Lei de Acesso à Informação), a Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012, e a Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017.

Brasil. Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014. *Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil.*

Marconi, M de A.; & Lakatos, E. M. (2023). *Fundamentos de Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas.

Mota, L. R. (2023). *Decisão judicial penal e inteligência artificial: máquinas poderosas ou perigosas?* Rio de Janeiro: Lumen Juris.

Nunes, A. J. A. (2005). *Industrialização e Desenvolvimento: a Economia Política do 'Modelo Brasileiro de Desenvolvimento'*. São Paulo: Quartier Latin.

Organização Das Nações Unidas (ONU). (2025). *Declaração sobre a promoção, proteção e exercício de direitos humanos na Internet*. Conselho de Direitos Humanos das Nações Unidas. 32a Sessão.

Perelmuter, G. (2019). *Futuro Presente: o mundo movido à tecnologia*. Jaguaré, SP: Companhia Editora Nacional.

Pérez Luño, A. E. (2004). *¿Ciberciudadaní@ o ciudadaní@.com?.* Barcelona: Editorial Gedisa.

Saldanha, J. M. L. (2013). Os Desafios do "Império Cibernético" na Era da Aceleração e da Informação. In: Tybusch, J. S. (Org); Araújo, L. E. B. (Org); Silva, R. L. (Org). *Direitos Emergentes na Sociedade Global: Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFSM*. Ijuí: Unijuí.

Sen, A. (2010). *Desenvolvimento como liberdade*. Trad. Laura Teixeira Motta. São Paulo: Cia. das Letras.

Schwab, K. *A Quarta Revolução Industrial* (2016). Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro.

Schwab, K.; & Davis, N. *Aplicando a quarta revolução industrial*. (2018) Prefácios de Satya Nardella; João Doria. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: EDIPRO.

Siteal, Brasil Conectado. (2023). *Programa Nacional de Banda Larga*. Recuperado https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/br_4029.pdf

Sorj, B.; & Guedes, L. E. (2005). *Exclusão Digital: problemas conceituais, evidências empíricas e políticas públicas*. Revista Novos Estudos, n. 2, julho.

Suzor, N. (2016) Digital constitutionalism: using the rule of law to evaluate the legitimacy of governance by platforms (September 2016). *GigaNet: Global Internet Governance Academic Network, Annual Symposium 2016*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2909889>.

Toffler, A. (1999). *A Terceira Onda*. Trad. João Tavora. Rio de Janeiro: Editora Record.

União Internacional de Telecomunicações – UIT. (2025). *Índice de Desenvolvimento das TIC*. Recuperado de <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/idi2025/>

Financiamento

Este trabalho acadêmico conta com o apoio do Programa de Pós-Graduação em Direito (Curso de Doutorado), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), bem como da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), Edital nº 19/2024. Sendo assim, agradecemos o auxílio para a feita deste trabalho.

Agradecimentos

Destaca-se um agradecimento especial ao Programa de Pós-Graduação em Direito (Curso de Doutorado) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que

proporcionou e viabilizou a consecução da pesquisa, bem como apresentação e participação na “Jornada de Jovens Investigadores/2025”.

8.- Innovaciones en las ciencias farmacéuticas y biología

**El ciclo luz/oscuridad influye en el tiempo de recuperación de la anestesia con
ketamina y xilazina**

Autor: Rodrigues Santos, Alisson; alisson.rodriguesds@usp.br

Co-autores: Calarga, Allan; Marqueze, Elaine; Alves, Glaucie.

Orientador: Pedrazzoli, Mario; pedrazzo@usp.br

Universidade de São Paulo (USP) / Instituto de Psicologia / Departamento de Psicologia
Experimental

Resumen

La variación circadiana en la actividad de los órganos puede influir en los parámetros farmacológicos y/o toxicológicos de los fármacos debido a su estrecha relación con los procesos fisiológicos. Nuestro estudio buscó evaluar si el ciclo de luz/oscuridad influye en el tiempo de recuperación de la anestesia con ketamina y xilazina. La muestra estudiada consistió en diez ratones C57BL/6, cinco machos y cinco hembras, anestesiados mediante inyección intraperitoneal en las fases de luz y oscuridad. Durante la anestesia, los ratones fueron colocados en posición supina para evaluar el tiempo de recuperación del enderezamiento postural hasta la posición prona. Posteriormente, se estimó el bloqueo temporal de los músculos esqueléticos del ratón a través del tiempo transcurrido entre permanecer en posición supina y volver a la posición prona. Los ratones anestesiados en la oscuridad recuperaron el enderezamiento postural significativamente más rápido que aquellos anestesiados en la luz. Tanto los ratones machos como las hembras regresaron a la posición prona significativamente más rápido en la fase oscura que en la fase de luz. Durante la fase oscura, los ratones tardaron, en promedio, 2,35 h en regresar a la posición prona, mientras que durante la fase de luz tardaron 3,40 h. Durante la fase de sueño de los animales (luz), los ratones permanecieron bajo bloqueo neuromuscular durante más tiempo, lo que sugiere que los anestésicos tienen un efecto potenciado sobre el sistema neuromuscular durante la fase de sueño en comparación con la fase activa/de vigilia (oscuridad). Por lo tanto, la cronofarmacología debe ser explorada para mejorar el perfil de seguridad y eficacia de los fármacos anestésicos.

Palabras clave: Cronofarmacología, cronergia, medicina personalizada.

Introducción

En los últimos años, ha crecido el interés por comprender los efectos de los ritmos biológicos en los procesos fisiológicos, patológicos y terapéuticos. La fisiología animal presenta ritmos biológicos controlados por el Sistema Nervioso Central (SNC) y relojes periféricos en respuesta a las fluctuaciones ambientales (Rukmini et al., 2021). Los ritmos circadianos de las células están regulados por factores de transcripción de genes reloj que interactúan entre sí, alterando la dinámica de la expresión génica y el dinamismo metabólico de las células para mantener la homeostasis del organismo durante el día y la noche (Quintela et al., 2021).

Debido a su relación directa con los procesos fisiológicos, los parámetros farmacocinéticos (absorción, distribución, biotransformación y excreción) de los fármacos pueden verse afectados por los ritmos circadianos, lo que puede comprometer la eficacia y la seguridad del tratamiento como resultado de cambios en dichos parámetros (Bicker et al., 2020).

El potencial de absorción de los fármacos puede verse influido por variaciones circadianas en el movimiento peristáltico, la ingesta de alimentos, el pH gástrico e intestinal, el flujo sanguíneo y la permeabilidad intestinal (Rutkowska et al., 1999). Además, la distribución de fármacos en el SNC puede variar en

función de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica (Zhang et al., 2018).

Chen et al. (2020) demostraron que las enzimas del citocromo P450 se expresan de forma rítmica e identificaron que la expresión génica de estas enzimas oscila junto con las vías y componentes de los genes reloj. Estos hallazgos resaltan la importancia de los estudios cronofarmacológicos relacionados con la ritmicidad de la biotransformación. Además, la excreción de fármacos puede presentar variación circadiana debido a fluctuaciones en la función renal; esto significa que la velocidad de depuración de los fármacos puede verse alterada por la expresión rítmica de proteínas implicadas en el transporte de fármacos a través de los túbulos renales (Firsov & Bonny, 2018).

Debido a su estrecha relación con los procesos fisiológicos, los parámetros farmacológicos y/o toxicológicos de los fármacos pueden verse afectados por la variación circadiana en la actividad de los órganos viscerales. Por lo tanto, muchos medicamentos pueden tener su perfil de seguridad y eficacia modificado en función del momento de la administración (Dallmann et al., 2014).

Los anestésicos generales actúan sobre el SNC y sus principales efectos incluyen: pérdida de la consciencia, amnesia, analgesia, inhibición de reflejos autonómicos y relajación de la

musculatura esquelética. Sin embargo, ningún anestésico por sí solo puede producir todos estos efectos, lo que hace necesaria la combinación de fármacos (Katzung & Vanderah, 2022).

Los fármacos ketamina y xilazina son ampliamente utilizados en procedimientos quirúrgicos en animales de laboratorio, principalmente en roedores. Sin embargo, no existen registros en la literatura de una investigación cronofarmacológica con ketamina y xilazina.

Objetivos

El objetivo de nuestra investigación fue evaluar si el ciclo de luz/oscuridad influye en el tiempo de recuperación de la anestesia con ketamina y xilazina en ratones.

Materiales y métodos

Este es un estudio experimental de intervención cruzada diseñado para responder si el ciclo de luz/oscuridad influye en el tiempo de recuperación de la anestesia con ketamina y xilazina en ratones machos y hembras. La muestra estudiada consistió en dos grupos de ratones aleatorizados y asignados según las fases de luz u oscuridad. Un grupo fue sometido a la intervención en la fase de luz y el otro en la fase oscura, con un cruce después de un período de lavado farmacológico de una semana.

Animales

Este protocolo experimental sigue los principios de las 3R (Reducir, Reemplazar y Refinar) propuestos por Russell & Burch en *The Principles of Humane Experimental Technique* (1960), así como las directrices del Consejo Nacional para el Control de la Experimentación Animal (CONCEA, Brasil). Además, el protocolo experimental fue diseñado conforme a las directrices ARRIVE 2.0 (Percie Du Sert et al., 2020). El Comité de Ética en el Uso de Animales del Instituto Butantan (CEUA-IB) aprobó el diseño experimental de esta investigación (Registro nº 7140300922).

Se utilizaron ratones C57BL/6 (*Mus musculus*), machos y hembras, Specific Pathogen Free (SPF), de entre 8 y 9 semanas de edad, provenientes del bioterio central del Instituto Butantan. Los ratones se alojaron en jaulas ventiladas individualmente (Alesco Ventilife Rack) con un recambio de aire de 25 veces/hora. Cada jaula contenía cinco animales del mismo sexo, mantenidos a una temperatura entre 20-26 °C y una humedad relativa del 40-60%. Los ratones tuvieron acceso ad libitum a alimento y agua, y fueron mantenidos en un ciclo luz/oscuridad de 12:12 h controlado por un temporizador automático. Las jaulas contenían algodón estéril para enriquecimiento ambiental y estaban cubiertas con virutas de madera y granos de maíz, previamente esterilizados en

autoclave. Las colas de los ratones fueron marcadas con un rotulador permanente resistente al alcohol. Al finalizar el protocolo experimental, los animales fueron eutanasiados mediante sobredosis de anestésicos administrados por vía intraperitoneal.

En cuanto al modelo animal, utilizamos ratones C57BL/6 del Instituto Butantan, ya que es una línea isogénica o consanguínea, obtenida mediante el cruce de un macho y una hembra hermanos durante al menos 20 generaciones consecutivas. Estas cepas presentan una alta similitud genética y permiten la reproducibilidad de los experimentos, evitando posibles interferencias derivadas de la variabilidad genética individual (Mekada et al., 2009). Además, utilizamos ratones C57BL/6 porque presentan una mutación espontánea en el gen de la arilalquilamina N-acetiltransferasa (AANAT), que codifica una enzima clave en la conversión de serotonina a melatonina en la glándula pineal. Esta mutación hace que estos modelos sean naturalmente deficientes en melatonina (Roseboom et al., 1998). Por lo tanto, podemos afirmar que los resultados de nuestra investigación son independientes de la señalización de la melatonina.

Administración de fármacos

Todo el experimento se llevó a cabo con los animales dentro del módulo de

intercambio bioexclusivo (Auster Prime 2 de Alesco). Los ratones fueron pesados en una balanza semianalítica y los fármacos se administraron a dosis de 100 mg·kg⁻¹ de clorhidrato de ketamina y 10 mg·kg⁻¹ de clorhidrato de xilazina (ambos del fabricante Syntec, Brasil), diluidos en agua para inyección. Los grupos fueron aleatorizados y asignados según el momento de la administración de los fármacos, realizándose el cruce después de una semana de período de lavado, ya que, según Kaka et al. (2015; 2016), este intervalo es suficiente para garantizar que los efectos residuales de los anestésicos se minimicen, permitiendo una evaluación más precisa de los efectos específicos en cada condición. Además, el período de lavado se justifica por la corta vida media de la xilazina (50 min) y la ketamina (4 h) (Mion & Villeveille, 2013; Papudesi et al., 2025).

Las inyecciones intraperitoneales de anestésicos se realizaron en dos momentos predeterminados: ZT2 (durante la fase de luz – fase de sueño, n=5) y ZT12 (durante la fase oscura – fase de vigilia, n=5). Las inyecciones se administraron con jeringas de 1 mL acopladas a una aguja hipodérmica de 13 mm × 0,45 mm, en la región inferior derecha del abdomen, previamente limpiada con algodón estéril empapado en etanol al 70%. Durante la fase de luz, los anestésicos se administraron bajo luz LED

blanca (diodo emisor de luz) dos horas después de encender la luz (ZT2). En la fase oscura, los anestésicos se administraron bajo luz LED roja inmediatamente después de apagar la luz blanca (ZT12).

Evaluación de la recuperación del reflejo de enderezamiento postural

Tras la anestesia, la luz roja del módulo de intercambio bioexclusivo se apagó y el plano anestésico se monitorizó bajo una luz roja conectada a un portalámparas distante del módulo, proporcionando una luz roja tenue (157,5 lux) suficiente para la visualización de los animales. Los ratones fueron colocados en posición supina para evaluar la recuperación del reflejo de enderezamiento hacia la posición prona (Bedada & Engidawork, 2010). Luego, con la ayuda de un cronómetro digital, se estimó el tiempo que los ratones permanecieron bajo bloqueo de la musculatura esquelética, midiendo el intervalo entre permanecer en posición supina y la capacidad de volver a la posición prona, apoyando las cuatro patas sobre la superficie, consolidando así la recuperación completa del reflejo de enderezamiento postural tras la anestesia.

Datos y análisis estadístico

La hipótesis del estudio se probó mediante un análisis bivariado de grupos independientes, para verificar la

significancia estadística de la influencia de la luz y la oscuridad (variable dependiente) en la recuperación del reflejo de enderezamiento postural tras la anestesia con ketamina y xilazina (variable independiente). En primer lugar, la normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y, posteriormente, los resultados se analizaron con la prueba t pareada con un nivel de significancia de 0,05. Para comparar la diferencia entre sexos, se realizó la prueba t no pareada. Se llevó a cabo un análisis de potencia post-hoc bilateral con medias diferentes para grupos independientes y un nivel de significancia $<0,05$.

El procesamiento de datos y los análisis estadísticos se realizaron en Stata Now versión 19.5, y los análisis de potencia muestral a priori se efectuaron en el software G*Power versión 3.1.9.7 (Faul et al., 2007). Considerando la diferencia entre dos medias dependientes (pares emparejados), el tamaño del efecto "f" = 2,8551, un alfa = 0,05 y una potencia beta = 99%, el tamaño muestral total fue de ocho individuos. Los datos y el análisis estadístico cumplen con las recomendaciones sobre diseño y análisis experimental en farmacología (Curtis et al., 2025). No fue posible cegar/enmascarar al operador ni al analista de datos, ya que el investigador

principal participó en la ejecución de ambos procesos.

Resultados y discusión

Este estudio tuvo como objetivo responder si el ciclo de luz/oscuridad influye en el tiempo de recuperación del reflejo de enderezamiento postural tras la administración de ketamina y xilazina. Buscamos evaluar la influencia del ciclo de luz/oscuridad en el tiempo que tardan los ratones en volver a su postura natural: posición prona. Para ello, medimos el tiempo de recuperación de ratones machos y hembras anestesiados bajo luz y oscuridad y, después de una semana, los grupos fueron cruzados. Los datos sobre la recuperación del reflejo de enderezamiento postural para cada ratón se encuentran disponibles en la Figura 1.

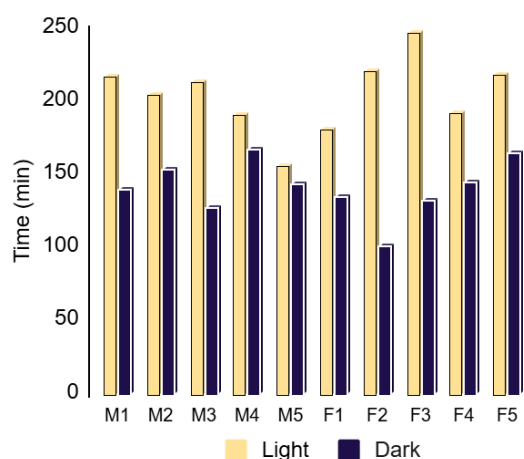


Figura 1: Datos individuales sobre el tiempo de recuperación del reflejo de enderezamiento postural en función del ciclo de luz/oscuridad tras la anestesia con

ketamina y xilazina en ratones machos y hembras (n=10). Leyenda: Luz, dos horas después del inicio del periodo de luz; Oscuridad, inmediatamente después de apagar las luces; M, macho; F, hembra.

Para el análisis estadístico, convertimos los datos de minutos a horas y calculamos los valores promedio. Tras el análisis de potencia, los datos resultaron ser bastante sólidos. La potencia estadística fue del 99% ($1 - \text{Beta} = 0,9928$) y el tamaño del efecto " f " = 2,8551, para un alfa = 0,05. Considerando estos parámetros estadísticos, sería necesaria una muestra de 8 individuos, es decir, nuestro estudio presentó una alta potencia muestral.

Efectivamente, el ciclo de luz/oscuridad influyó en el tiempo de recuperación de la anestesia con ketamina y xilazina en ratones. En este caso, los ratones anestesiados en la fase oscura (2h 21m) recuperaron el enderezamiento postural significativamente más rápido que aquellos anestesiados en la fase de luz (3h 24m) (Figura 2).

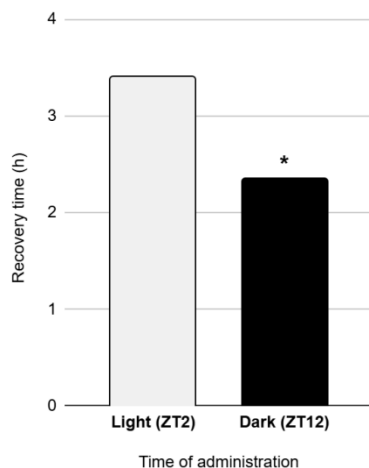


Figura 2: Tiempo medio (horas) de recuperación del reflejo de enderezamiento postural, en función del ciclo de luz/oscuridad, tras la anestesia con ketamina y xilazina (n=10). Leyenda: ZT2: Administración del fármaco dos horas después de encender las luces (Luz); ZT12: Administración del fármaco inmediatamente después de apagar las luces (Oscuridad). Los números inferiores muestran el tiempo promedio de recuperación.

El impacto del ciclo de luz/oscuridad en el tiempo de recuperación del reflejo de enderezamiento postural fue significativo en ambos sexos. Así, tanto hombres como mujeres volvieron a la posición prona significativamente más rápido en la oscuridad que en la luz. Cabe afirmar que independientemente del sexo, la recuperación de la anestesia ocurre significativamente más rápido durante la fase de vigilia (oscuridad) que durante la fase de sueño (luz) (Tabla 1).

Tabla 1: Tiempo medio de recuperación del reflejo postural de enderezamiento según el ciclo luz/oscuridad y sexo de los ratones después de la anestesia con ketamina y xilazina (n=10).

Sexo	Período		P-value
	ZT2	ZT12	
Macho	3.28 h	2.43 h	<0.05
Hembra	3.53 h	2.26 h	<0.01

Leyenda: ZT2: Administración del medicamento dos horas después de encender las luces; ZT12: Administración del medicamento inmediatamente después de apagar las luces; h: hora.

El análisis basado en la hipótesis de que el tiempo de recuperación podría variar según el sexo no mostró diferencias estadísticas entre ratones machos y hembras en condiciones de luz (p=0,3653) u oscuridad (p=0,4187).

El ciclo de luz/oscuridad afectó significativamente el tiempo de recuperación del reflejo de enderezamiento postural en ratones después de la anestesia con ketamina y xilazina. Los ratones anestesiados en la fase de vigilia (oscuridad) recuperaron el enderezamiento postural significativamente más rápido que aquellos anestesiados en la fase de sueño (luz). Cabe destacar que este impacto se encontró en ambos sexos y fue independiente de la señalización de

melatonina. No existen estudios similares en la literatura que permitan comparar nuestros hallazgos; sin embargo, dado que el antagonismo de la ketamina sobre los receptores NMDA (N-metil-D-aspartato) inhibe la entrada de sodio y promueve la hiperpolarización neuronal, esperábamos que el efecto de la ketamina se potenciara durante la fase de luz debido a la organización del ciclo sueño-vigilia de los ratones (Kohrs y Durieux, 1998; Li y Vlisides, 2016).

La mayor disponibilidad de receptores NMDA aumenta la velocidad de unión del fármaco, potenciando sus efectos (Monaghan et al., 1989). Un estudio anterior halló un aumento de la expresión génica del ARNm del receptor NMDA en ratas durante la fase de luz (Ishida et al., 1994). Esto podría explicar el retraso en la recuperación del control postural observado en ratones durante la fase de luz en nuestro estudio.

La ketamina también es un agonista del receptor GABA_A (ácido gamma-amino butírico), y este agonismo puede potenciar la función GABAérgica endógena que se produce durante el sueño (Li y Vlisides, 2016). El agonista GABAérgico brotizolam, en sinergia con el isoflurano, se administra a una dosis menor para inducir la misma profundidad de anestesia durante el día y la noche. Sin embargo, este efecto no se observó en ratones ciegos, lo que sugiere que la dosis más baja de brotizolam,

ajustada al momento de la administración, depende de la sincronización endógena con la luz ambiental (Sugano et al., 2021).

La ketamina administrada por vía intraperitoneal se distribuye rápidamente al SNC, y el efecto anestésico se inicia en 30 segundos (Rosenbaum et al., 2024). En el hígado, la ketamina se convierte en norketamina, un metabolito activo, a través de CYP3A4 y CYP2BC (Mion y Villeveille, 2013). El estudio de Chen et al. (2020) demostró que CYP3A4 y CYP2BC se expresan rítmicamente e identificó que la expresión génica de estas enzimas oscila junto con las vías genéticas de los relojes circadianos. Investigaciones como esta pueden ayudar a detallar la variación cronofarmacocinética en las vías de biotransformación hepática.

La farmacodinámica de la xilazina implica el agonismo del receptor adrenérgico α_2 presináptico y la consiguiente inhibición de la exocitosis de noradrenalina en el espacio sináptico, lo que causa depresión del SNC, sedación y analgesia. La inhibición de la transmisión neuronal disminuye los impulsos de las neuronas periféricas e inhibe el control del músculo esquelético (Greene y Thurmon, 1988). Durante la fase de luz, las fibras musculares esqueléticas presentan una menor síntesis de quinasas reguladas por señales externas, ya que se trata de la fase de reposo de los ratones (Chang et al., 2017). Por lo tanto, el efecto de la

xilazina podría haberse potenciado por la reducción circadiana de la actividad muscular esquelética, prolongando así la recuperación del reflejo de enderezamiento postural en los ratones observados en nuestro estudio. Algunos parámetros como la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la presión arterial y la profundidad anestésica deben monitorizarse durante la administración de agonistas de los receptores adrenérgicos $\alpha 2$ y otros relajantes musculares, ya que estos parámetros pueden verse afectados por los ritmos circadianos. En humanos, la frecuencia cardíaca fue significativamente menor en pacientes anestesiados por la noche que durante el día. Además, la aparición del dolor posoperatorio en personas sometidas a anestesia raquídea fue más rápida por la noche que en las anestesiadas durante el día (Kılıçarslan et al., 2021). Estos hallazgos corroboran la posible aplicabilidad de la cronofarmacología para optimizar la terapia farmacológica con anestésicos.

Un estudio con *Drosophila* sp. demostró que la permeabilidad de la barrera hematoencefálica aumenta durante la fase de sueño, debido al incremento de las uniones gap entre células gliales, lo que promueve una mayor entrada de sustancias en el líquido cefalorraquídeo (Zhang et al., 2018). Además, observaron una menor actividad de las proteínas de flujo glial

subperineural, lo que permite que los fármacos permanezcan en el SNC por más tiempo durante la fase de sueño (Zhang et al., 2018). Comparado con nuestros hallazgos en ratones C57BL/6, los anestésicos posiblemente lograron una mayor distribución en el SNC durante la fase de luz, dado que la fase de sueño murina ocurre durante esta fase.

Los efectos de la xilazina y la ketamina sobre el control del músculo esquelético entre machos y hembras no variaron estadísticamente en nuestro estudio. Sin embargo, investigaciones previas han mostrado que el efecto anti-binge de la ketamina, así como su efecto normalizador sobre el daño causado por el consumo excesivo de alcohol, varía entre ratones Swiss machos y hembras (Crowley et al., 2019; Mori Ayub et al., 2022).

El reflejo de enderezamiento postural se madura en el SNC durante la primera semana después del nacimiento del ratón, lo que indica maduración subcortical y su integración con los músculos esqueléticos (Pometlová et al., 2009; Rao Barkur & Bairy, 2016). Las pruebas para evaluar el enderezamiento postural sobre la superficie son de gran valor en estudios con fármacos psicotrópicos, ya que reflejan la agilidad y eficiencia del SNC en la integración de las redes neuronales vestibulares, cerebelosas y medulares, permitiendo monitorear los efectos de los

fármacos sobre la propiocepción y el control postural (Altman & Sudarshan, 1975).

El estudio presenta limitaciones respecto a la ausencia de detalles moleculares que podrían explicar nuestros hallazgos con mayor especificidad, como datos sobre biodisponibilidad, concentración de anestésicos en plasma y líquido cefalorraquídeo, depuración y otros parámetros farmacocinéticos. A pesar del efecto observado del ciclo luz/oscuridad en la recuperación de la anestesia, este estudio no incluye análisis mecanísticos (por ejemplo, expresión génica de receptores diana, concentración de anestésico en sangre o SNC, o fluctuaciones circadianas en enzimas metabolizadoras de fármacos). Estudios futuros deberían buscar desentrañar los mecanismos moleculares subyacentes a las diferencias cronofarmacológicas observadas, enfocándose particularmente en la disponibilidad de receptores, actividad de transportadores y vías de clearance de fármacos.

Nuestros resultados son específicos de la combinación ketamina/xilazina. Dado que diferentes agentes anestésicos presentan farmacocinéticas y farmacodinámicas distintas, es crucial evaluar si otros protocolos anestésicos —como isoflurano o propofol— se ven afectados de manera similar por la temporalidad circadiana. La generalización

de nuestros hallazgos se limita al uso de ratones C57BL/6, que son naturalmente deficientes en melatonina. Estudios futuros con cepas de ratones competentes en melatonina u otras especies de roedores como ratas podrían ayudar a determinar si los efectos cronofarmacológicos observados son consistentes entre distintos fondos genéticos y especies.

Solo investigamos dos puntos temporales (ZT2 y ZT12) para representar las fases de reposo y actividad. Sin embargo, la respuesta anestésica puede fluctuar a lo largo del ciclo de 24 horas.

Análisis de series temporales en múltiples puntos circadianos podrían ofrecer una visión más completa de la dinámica cronofarmacológica de la ketamina y la xilazina. Otra limitación de nuestro estudio es el uso de un ciclo fijo de luz/oscuridad 12:12. Es posible que variaciones en la duración del fotoperiodo modulen los efectos observados. Estudios futuros que manipulen la longitud de las fases de luz u oscuridad podrían ayudar a esclarecer cómo la exposición ambiental a la luz influye en la respuesta anestésica.

Una implicación de esta investigación es llamar la atención sobre la posible variación circadiana en los efectos de los fármacos, porque, aunque la ketamina y la xilazina se han utilizado ampliamente en procedimientos quirúrgicos durante años en especies convencionales de animales

de laboratorio, aún no existe un estudio que demuestre la posible variación circadiana en el efecto de estos fármacos. Una importante implicación traslacional es la posibilidad de optimizar las terapias farmacológicas con anestésicos y alinear la administración con los ritmos circadianos (Dallmann et al., 2014).

Así, la cronofarmacología puede explorarse para mejorar el perfil de seguridad y eficacia de los fármacos anestésicos, como ya se ha observado con anticonvulsivos e antihipertensivos (Hermida et al., 2016; Smolensky, 2001; Yegnanarayan et al., 2006).

Conclusiones

Concluimos que el ciclo luz/oscuridad influye significativamente en el tiempo de recuperación del reflejo de enderezamiento postural en ratones sometidos a anestesia con ketamina y xilazina. Específicamente, los animales anestesiados durante la fase de vigilia (oscura) mostraron una recuperación más rápida en comparación con la fase de sueño (luz), en ambos sexos. Este efecto fue independiente de la señalización de melatonina, dado que los modelos C57BL/6 son naturalmente deficientes en melatonina. Estos hallazgos sugieren que los factores circadianos modulan la farmacodinámica de los anestésicos, posiblemente a través de variaciones en la farmacocinética o en la sensibilidad de los

sistemas neuromusculares a lo largo del ciclo circadiano. Recalamos la importancia de futuras investigaciones que exploren las variaciones circadianas en la farmacocinética de estas sustancias, lo que podría contribuir a optimizar los protocolos anestésicos y mejorar la seguridad clínica, teniendo en cuenta el momento del día en que se administra el fármaco.

Bibliografía

Altman, J., & Sudarshan, K. (1975). Postnatal development of locomotion in the laboratory rat. *Animal Behaviour*, 23, 896–920. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(75\)90114-1](https://doi.org/10.1016/0003-3472(75)90114-1)

Bedada, W., & Engidawork, E. (2010). The neuropsychopharmacological effects of *Catha edulis* in mice offspring born to mothers exposed during pregnancy and lactation. *Phytotherapy Research*, 24(2), 268–276. <https://doi.org/10.1002/ptr.2925>

Bicker, J., Alves, G., Falcão, A., & Fortuna, A. (2020). Timing in drug absorption and disposition: The past, present, and future of chronopharmacokinetics. *British Journal of Pharmacology*, 177(10), 2215–2239. <https://doi.org/10.1111/bph.15017>

Chang, S., Yoshihara, T., Machida, S., & Naito, H. (2017). Circadian rhythm of intracellular protein synthesis signaling in rat cardiac and skeletal muscles.

Biochemistry and Biophysics Reports, 9, 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2016.12.005>

Chen, M., Zhou, Cui, Zhang, Tianpeng, & Wu, B. (2020). Identification of rhythmic human CYPs and their circadian regulators using synchronized hepatoma cells. *Xenobiotica*, 50(9), 1052–1063. <https://doi.org/10.1080/00498254.2020.1737890>

Crowley, N. A., Magee, S. N., Feng, M., Jefferson, S. J., Morris, C. J., Dao, N. C., Brockway, D. F., & Luscher, B. (2019). Ketamine normalizes binge drinking-induced defects in glutamatergic synaptic transmission and ethanol drinking behavior in female but not male mice. *Neuropharmacology*, 149, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2019.02.003>

Curtis, M. J., Alexander, S. P. H., Cortese-Krott, M., Kendall, D. A., Martemyanov, K. A., Mauro, C., Panettieri Jr., R. A., Papapetropoulos, A., Patel, H. H., Santo, E. E., Schulz, R., Stefanska, B., Stephens, G. J., Teixeira, M. M., Vergnolle, N., Wang, X., & Ferdinandy, P. (2025). Guidance on the planning and reporting of experimental design and analysis. *British Journal of Pharmacology*, 182(7), 1413–1415. <https://doi.org/10.1111/bph.17441>

Dallmann, R., Brown, S. A., & Gachon, F. (2014). Chronopharmacology: New Insights and Therapeutic Implications. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 54(1), 339–361. <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-011613-135923>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>

Firsov, D., & Bonny, O. (2018). Circadian rhythms and the kidney. *Nature Reviews Nephrology*, 14(10), 626–635. <https://doi.org/10.1038/s41581-018-0048-9>

Greene, S. A., & Thurmon, J. C. (1988). Xylazine – a review of its pharmacology and use in veterinary medicine. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 11(4), 295–313. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.1988.tb00189.x>

Hermida, R. C., Ayala, D. E., Smolensky, M. H., Fernández, J. R., Mojón, A., & Portaluppi, F. (2016). Chronotherapy with conventional blood pressure medications improves management of hypertension and reduces cardiovascular and stroke risks.

Hypertension Research, 39(5), 277–292.
<https://doi.org/10.1038/hr.2015.142>

Ishida, N., Matsui, M., Mitsui, Y., & Mishina, M. (1994). Circadian expression of NMDA receptor mRNAs, $\epsilon 3$ and $\zeta 1$, in the suprachiasmatic nucleus of rat brain. *Neuroscience Letters*, 166(2), 211–215. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(94\)90488-X](https://doi.org/10.1016/0304-3940(94)90488-X)

Kaka, U., Hui Cheng, C., Meng, G. Y., Fakurazi, S., Kaka, A., Behan, A. A., & Ebrahimi, M. (2015). Electroencephalographic Changes Associated with Antinociceptive Actions of Lidocaine, Ketamine, Meloxicam, and Morphine Administration in Minimally Anaesthetized Dogs. *BioMed Research International*, 2015(1), 305367. <https://doi.org/10.1155/2015/305367>

Kaka, U., Saifullah, B., Abubakar, A. A., Goh, Y. M., Fakurazi, S., Kaka, A., Behan, A. A., Ebrahimi, M., & Chen, H. C. (2016). Serum concentration of ketamine and antinociceptive effects of ketamine and ketamine-lidocaine infusions in conscious dogs. *BMC Veterinary Research*, 12(1), 198. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0815-4>

Katzung, B. G., & Vanderah, T. W. (2022). *Farmacologia Básica e Clínica*. AMGH.

Kılıçarslan, G., Alkan, M., Kurtipek, Ö., Ünal, Y., Şıvgın, V., Dikmen, K., Turhan,

S., & Arslan, M. (2021). The Effect of Circadian Rhythm in Patients Undergoing Spinal Anesthesia. *Agri*, 33(3), 168–175. <https://doi.org/10.14744/agri.2021.65807>

Kohrs, R., & Durieux, M. E. (1998). Ketamine: Teaching an Old Drug New Tricks. *Anesthesia & Analgesia*, 87(5), 1186. <https://doi.org/10.1213/00000539-199811000-00039>

Li, L., & Vlisides, P. E. (2016). Ketamine: 50 Years of Modulating the Mind. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00612>

Mekada, K., Abe, K., Murakami, A., Nakamura, S., Nakata, H., Moriwaki, K., Obata, Y., & Yoshiki, A. (2009). Genetic Differences among C57BL/6 Substrains. *Experimental Animals*, 58(2), 141–149. <https://doi.org/10.1538/expanim.58.141>

Mion, G., & Villevieuille, T. (2013). Ketamine pharmacology: An update (pharmacodynamics and molecular aspects, recent findings). *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 19(6), 370-380. <https://doi.org/10.1111/cns.12099>

Würbel, H. (2020). Reporting animal research: Explanation and elaboration for the ARRIVE guidelines 2.0. *PLOS Biology*, 18(7), e3000411. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000411>

Pometlová, M., Hrubá, L., Šlamberová, R., & Rokyta, R. (2009). Cross-fostering effect on postnatal development of rat pups exposed to methamphetamine during gestation and preweaning periods. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 27(2), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2008.11.006>

Quintela, T., Furtado, A., Duarte, A. C., Gonçalves, I., Myung, J., & Santos, C. R. A. (2021). The role of circadian rhythm in choroid plexus functions. *Progress in Neurobiology*, 205, 102129. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2021.102129>

Rao Barkur, R., & Bairy, L. K. (2016). Comparison of the developmental milestones and preweaning neurobehavioral parameters in rat pups exposed to lead (Pb) during gestation, lactation and pregestational period. *Drug and Chemical Toxicology*, 39(3), 248–255. <https://doi.org/10.3109/01480545.2015.1082136>

Roseboom, P. H., Namboodiri, M. A. A., Zimonjic, D. B., Popescu, N. C., R. Rodriguez, I., Gastel, J. A., & Klein, D. C. (1998). Natural melatonin 'knockdown' in C57BL/6J mice: Rare mechanism truncates serotonin N-acetyltransferase1. *Molecular Brain Research*, 63(1), 189–197. [https://doi.org/10.1016/S0169-328X\(98\)00273-3](https://doi.org/10.1016/S0169-328X(98)00273-3)

Rosenbaum, S. B., Gupta, V., Patel, P., & Palacios, J. L. (2024). Ketamine. In *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470357/>

Rukmini, A. V., Jos, A. M., Yeo, S.-C., Lee, N., Mo, D., Mohapatra, L., Karamchedu, S., & Gooley, J. J. (2021). Circadian regulation of breath alcohol concentration. *Sleep*, 44(6), zsa270. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsa270>

Rutkowska, A., Piekoszewski, W., & Brandys, J. (1999). Chronopharmacokinetics of amitriptyline in rats. *Biopharmaceutics & Drug Disposition*, 20(3), 117–124. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-081X\(199904\)20:3<117::AID-BDD171>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-081X(199904)20:3<117::AID-BDD171>3.0.CO;2-V)

Smolensky, M. (2001). Circadian rhythms and clinical medicine with applications to hypertension. *American Journal of Hypertension*, 14(9), S280–S290. [https://doi.org/10.1016/S0895-7061\(01\)02175-6](https://doi.org/10.1016/S0895-7061(01)02175-6)

Sugano, A., Murai, H., Horiguchi, S., Yoshimoto, Y., Amano, Y., Kimura, T., & Iba, Y. (2021). Influence of light–dark cycle on delayed recovery from isoflurane anesthesia induced by hypnotics in mice. *Journal of Pharmacological Sciences*, 145(4), 335–339. <https://doi.org/10.1016/j.jpshs.2021.02.003>

The Principles of Humane Experimental Technique. (1960). Medical Journal of Australia, 1(13), 500–500. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.1960.tb73127.x>

Yegnanarayan, R., Mahesh ,Suryavanshi D., & Sangle, S. (2006). Chronotherapeutic Dose Schedule of Phenytoin and Carbamazepine in Epileptic Patients. Chronobiology International, 23(5), 1035–1046. <https://doi.org/10.1080/07420520600921112>

Zhang, S. L., Yue, Z., Arnold, D. M., Artiushin, G., & Sehgal, A. (2018). A Circadian Clock in the Blood-Brain Barrier Regulates Xenobiotic Efflux. Cell, 173(1), 130-139.e10. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.02.017>

9- Desafíos de Biotecnología y Bioquímica

“Del embalse al laboratorio: estrategias biotecnológicas en cultivos de *Chlorella sp.* autóctona para la producción de compuestos de alto valor”

Autor: Iriarte, María Luz; E. mail: luluriarte24@gmail.com

Co-autor: Armando, Carlos H.; E. mail: charly10321@gmail.com

Orientadores: Sgariglia, Melina Araceli; Rearte, Tomás Agustín; Soberón, José Rodolfo

E. mail: melina.sgariglia@fbqf.unt.edu.ar

Universidad Nacional de Tucumán / Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Cátedra de Fitoquímica

Resumen

Las microalgas son microorganismos fotosintéticos con gran potencial biotecnológico por su versatilidad de crecimiento, y capacidad metabólica para sintetizar biomoléculas de alto valor (BAV). Este estudio evaluó la producción de biomasa y metabolitos de un cultivo unialgal autóctono de *Chlorella sp.* (PHYK02), aislada de muestras de agua del embalse Celestino Gelsi (Tucumán, Argentina). Se cultivaron en sistema “batch” en condiciones “indoor” controladas de [T°] 22-26 °C, luz blanca (48,5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en dos fotoperiodos (12:12 y 16:8 h) y dos medios BBM y F/2 Guillard. Se ensayaron cuatro condiciones a escala laboratorio con agitación manual diaria: **C1** (BBM–12:12), **C2** (F/2G–12:12), **C3** (BBM–16:8) y **C4** (F/2G–16:8). Se determinaron densidad celular (en CNB, DO 620nm) y peso seco (filtro MGC, 1 μm) en fases exponencial y estacionaria. Las biomásas cosechadas (3080.g) fueron liofilizadas y extraídas por ultrasonido e hidrólisis química. Se cuantificaron proteínas totales (Lowry, 750 nm), carbohidratos (fenol-sulfúrico, 490 nm), lípidos (gravimetría), pigmentos (480–664 nm) y compuestos fenólicos totales (CFT; Singleton, 750 nm). **C2** mostró mayor velocidad de crecimiento ($\mu=0,13\text{ d}^{-1}$) y menor tiempo de generación ($t_g=5,33\text{ d}$); **C1** presentó mayor contenido de proteínas (39,0%) y lípidos (38,3%); **C3** presentó la mayor concentración de CFT (6,8 %). Según ANOVA tanto el medio como el fotoperiodo influyeron significativamente, y se observaron interacciones ($p<0.001$). Estos resultados posicionan a *Chlorella sp.* PHYK02 como un recurso estratégico para la biotecnología regional, y resaltan la viabilidad de orientar este cultivo hacia la obtención de biomasa rica en BAV con aplicaciones potenciales en nutracéutica y cosmética.

Palabras clave: *Chlorella sp.* autóctona, cultivo *in vitro*, compuestos de alto valor.

1. Introducción

Las microalgas son organismos fotosintéticos unicelulares que habitan en ecosistemas acuáticos, tanto marinos como de agua dulce, y que se caracterizan por su notable eficiencia en la fijación de dióxido de carbono (CO₂) y en la conversión de energía solar en biomasa. Esta capacidad, combinada con su diversidad filogenética y plasticidad metabólica, les permite prosperar en un amplio rango de condiciones ambientales y sintetizar biomoléculas de alto valor (BAV) con potencial de aplicación en sectores como la nutrición, la salud, la energía y la biotecnología industrial (Spolaore et al., 2006; Koller et al., 2014). El uso de microalgas por parte del ser humano tiene registros milenarios. En China, comunidades rurales empleaban *Nostoc flagelliforme* como fuente alimentaria en épocas de escasez, aprovechando sus propiedades nutricionales y medicinales. Esta cianobacteria ha sido consumida tradicionalmente como delicadeza gastronómica y por sus valores herbales durante cientos de años (Li et al., 1998). En la actualidad, el interés en las microalgas ha aumentado notablemente gracias al avance en el conocimiento de su estructura celular, fisiología y composición bioquímica. Esto ha favorecido su aprovechamiento en distintos sectores como la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica, y en la producción de

bioinsumos. Entre sus aplicaciones destacan la elaboración de suplementos dietéticos, pigmentos naturales, aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados, como ingredientes nutracéuticos (Gil-Guerrero et al., 2025).

Entre las especies más prominentes en biotecnología se destacan *Spirulina* (*Arthrospira* spp.), *Dunaliella salina*, *Haematococcus pluvialis*, *Scenedesmus* y *Chlorella* sp. Estos organismos fotosintéticos sobresalen por su capacidad para producir compuestos de alto valor comercial, incluidos pigmentos como carotenoides (por ejemplo, astaxantina y β-caroteno), proteínas de alta calidad nutricional, ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) y una variedad de metabolitos antioxidantes y bioactivos (Eladl et al., 2024; Eze et al., 2023). En particular, *Chlorella* sp., un alga verde unicelular perteneciente al filo *Chlorophyta*, posee una morfología esférica (aproximadamente 2–10 μm de diámetro), sin flagelos, y cuenta con cloroplastos donde predominan los pigmentos clorofila a y b. Su biomasa destaca por contener proteínas de alta calidad por su composición de aminoácidos esenciales y no esenciales, ácidos grasos, carbohidratos, así como una amplia variedad de vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes; lo que la convierte en una fuente valiosa tanto en la industria alimentaria como en la nutracéutica (Lu; 2024) para el desarrollo de suplementos dietéticos, alimentos

funcionales, aditivos en acuicultura y materia prima para la obtención de compuestos bioactivos.

El cultivo de microalgas está influenciado por múltiples factores bióticos y abióticos, entre los cuales la luz es uno de los más determinantes. La intensidad lumínica, la calidad espectral y el fotoperiodo regulan la eficiencia fotosintética, la tasa de crecimiento y la síntesis de metabolitos (Park et al., 2011). Bajo condiciones sin limitación nutricional, un aumento moderado de la intensidad lumínica incrementa la fotosíntesis hasta alcanzar un punto de saturación; sin embargo, intensidades excesivas pueden provocar fotoinhibición, dañando el aparato fotosintético y reduciendo la productividad. El fotoperiodo, la alternancia entre periodos de luz y oscuridad, juega un papel clave en la división celular y en la acumulación de biomoléculas. Fotoperiodos equilibrados, como 12:12 h luz-oscuridad, suelen favorecer un balance entre crecimiento y mantenimiento celular, mientras que periodos prolongados de luz, como 16:8 h, pueden estimular rutas metabólicas específicas, incrementando la síntesis de pigmentos o metabolitos antioxidantes, aunque también implican mayor estrés lumínico y gasto energético (Pattanaik et al., 2018). La manipulación controlada del fotoperiodo se presenta, por tanto, como una herramienta estratégica para dirigir la producción de compuestos de interés en microalgas.

En sistemas de cultivo *indoor* tipo *batch*, el control preciso de variables como temperatura, composición del medio de cultivo, intensidad lumínica y fotoperiodo permite maximizar el rendimiento y evaluar el comportamiento fisiológico de cepas específicas. Los medios de cultivo como BBM (*Bold Basal Medium*) y F/2 Guillard aportan formulaciones diferentes en cuanto a fuentes de nitrógeno, fósforo, oligoelementos y vitaminas, lo que puede influir en el crecimiento y en la proporción relativa de proteínas, lípidos, carbohidratos y pigmentos fotosintéticos. El estudio comparativo de estos medios, en conjunto con variaciones de fotoperiodo, es fundamental para determinar las condiciones óptimas de cultivo en función de objetivos productivos específicos.

En Argentina, el interés por las microalgas ha avanzado notablemente debido a su potencial biotecnológico en sectores como la producción de compuestos funcionales y biocombustibles. Por ejemplo, la microalga autóctona *Scenedesmus obliquus*, aislada del embalse Salto Grande, ha sido evaluada bajo condiciones controladas para optimizar la producción de carotenoides, proteínas y fenoles totales, alcanzando hasta 410 mg de β -caroteno por gramo de biomasa seca (Zapata et al., 2020). Además, la diatomea *Halamphora coffeaformis*, nativa del estuario de Bahía Blanca, ha revelado una composición lipídica favorable, con un contenido de triacilglicerol y ácidos

grasos como palmitoleico, eicopentanoico y palmítico, lo que la hace prometedora como materia prima para biodiésel (Martín et al., 2014).

La provincia de Tucumán, ubicada en el noroeste de Argentina, se caracteriza por la abundancia de recursos hídricos y un clima subtropical con elevada radiación solar, condiciones que favorecen el desarrollo de organismos fotótrofos en ecosistemas acuáticos. Diversos estudios ficológicos realizados en la región han evidenciado una notable diversidad de microalgas, incluyendo géneros como *Chlorella* y *Chlamydomonas* (Tracanna et al., 1997; Taboada et al., 2015; Taboada, et al., 2015; Mirande et al., 2025). Sin embargo, a pesar de esta riqueza biológica, el aprovechamiento biotecnológico de las cepas locales continúa siendo escasamente explorado, lo que abre un campo de investigación con gran potencial para el desarrollo de aplicaciones en sectores productivos y ambientales.

Dentro de los compuestos bioactivos producidos por microalgas, los compuestos fenólicos totales (CFT) han adquirido creciente interés debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y fotoprotectoras (Goiris et al., 2012). Estos metabolitos secundarios juegan un papel esencial en la defensa celular frente al estrés oxidativo, la radiación UV y las variaciones ambientales. Gracias a estas funciones, han empezado a incorporarse

en productos nutracéuticos, cosméticos y farmacéuticos, tales como cremas anti-edad, suplementos antioxidantes y protectores solares naturales. La composición y concentración de los CFT varía significativamente entre especies y está modulada por factores ambientales como intensidad lumínica y fotoperíodo, lo que enfatiza la importancia de optimizar condiciones de cultivo controladas. Una revisión reciente destaca que los fenoles y carotenoides extraídos de microalgas poseen una amplia gama de actividades biológicas como capacidad antioxidante, antimicrobiana e inmunomoduladora, lo que refuerza su enorme potencial en la industria de la salud y el bienestar (Cichoński et al., 2022)

Desde una perspectiva bioprospectiva, las especies autóctonas representan una fuente estratégica de compuestos fenólicos con perfiles únicos, resultado de su adaptación a condiciones ambientales locales. La identificación y valorización de estas cepas no solo contribuye al conocimiento de la biodiversidad microalgal, sino que también ofrece oportunidades para el desarrollo de cadenas de valor regionales basadas en productos bioactivos con aplicaciones en biotecnología, salud y cosmética.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de dos fotoperíodos (12:12 h y 16:8 h luz-oscuridad) y dos medios de cultivo (BBM y F/2 Guillard)

sobre el crecimiento, y la composición bioquímica de una cepa autóctona de *Chlorella sp.* (PHYK02) aislada del embalse Celestino Gelsi (Tucumán, Argentina). Este estudio está orientado a determinar las condiciones de cultivo más eficientes para la obtención de compuestos bioactivos, favoreciendo su valorización y aprovechamiento en el ámbito biotecnológico.

2. Materiales y Métodos

2.1 Cultivo de microalgas

2.1.1 Cepa utilizada: Se partió de un cultivo unialgal autóctono de *Chlorella sp.* (PHYK02), aislada por nuestro grupo de investigación a partir de muestras de agua del embalse Celestino Gelsi (Tucumán, Argentina). Esta cepa fue aislada como se describió previamente (Armando et al., 2023). El inóculo para los cultivos experimentales se obtuvo a partir de un cultivo en medio sólido mantenido en el cepario de Fitoquímica.

2.1.2 Medios de cultivo

A) Medio Basal de Bold (BBM): es un medio para algas de agua dulce que se ha utilizado para cultivar principalmente algas verdes. Se trata de un medio inorgánico (Fig. 1), compuesto por macronutrientes esenciales (nitratos, fosfatos, sulfatos, carbonatos) y oligoelementos traza (hierro, manganeso, zinc, molibdeno, cobre, entre otros), que garantizan el suministro de nutrientes básicos para el crecimiento. Al carecer de vitaminas y

compuestos orgánicos, favorece el establecimiento de cultivos axénicos, reduciendo el riesgo de proliferación de contaminantes bacterianos. Gracias a estas características, el BBM es uno de los medios más utilizados en estudios de fisiología, cinética de crecimiento y producción de biomoléculas en microalgas de agua dulce.

Componentes	Solución Stock (g/L H ₂ O _{dest.})	Volumen empleado	Concentración final (M)
Macronutrientes			
NaNO ₃	25.00	10 mL	2.94 × 10 ⁻³
CaCl ₂ · 2H ₂ O	2.50	10 mL	1.70 × 10 ⁻⁴
MgSO ₄ · 7H ₂ O	7.50	10 mL	3.04 × 10 ⁻⁴
K ₂ HPO ₄	7.50	10 mL	4.31 × 10 ⁻⁴
KH ₂ PO ₄	17.50	10 mL	1.29 × 10 ⁻³
NaCl	2.5	10 mL	4.28 × 10 ⁻⁴
Solución alcalina de EDTA		1 mL	
EDTA	50.00		1.71 × 10 ⁻⁴
KOH	31.00		5.53 × 10 ⁻⁴
Solución de hierro acidificado		1 mL	
FeSO ₄ · 7H ₂ O	4.98	1 mL	1.79 × 10 ⁻⁵
H ₂ SO ₄			
Solución de Boro		1 mL	
H ₃ BO ₃	11.42		1.85 × 10 ⁻⁴
Solución de Metales Taza		1 mL	
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	8.82		3.07 × 10 ⁻⁵
MnCl ₂ · 4H ₂ O	1.44		7.28 × 10 ⁻⁶
MoO ₃	0.71		4.93 × 10 ⁻⁶
CuSO ₄ · 5H ₂ O	1.57		6.29 × 10 ⁻⁶
Co(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O	0.49		1.68 × 10 ⁻⁶

Figura 1. Composición medio BBM (Nichols et. al., 1965).

B) Medio F/2 de Guillard (F/2 G): A diferencia del Medio Basal de Bold (BBM), el F/2G incorpora un suplemento de vitaminas hidrosolubles esenciales (tiamina, cianocobalamina y biotina), junto con una mayor disponibilidad de oligoelementos traza (Fig.2). Estos componentes resultan indispensables para especies incapaces de sintetizarlos de manera endógena, evitando así limitaciones en

su crecimiento y productividad.

Componentes	Solución stock(g/L ⁻¹ H ₂ O d)	Volumen para un litro de agua bidestilada
NaNO ₃	75	1 ml
NaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O	5	1 ml
Solución de metales traza		1 ml
Solución de vitaminas		0.5 ml

Solución de metales traza		Solución de vitaminas		
Componentes	Cantidad para un litro de agua bidestilada	Componentes	Solución Stock (g/L ⁻¹ H ₂ O d)	Adición para un litro de agua bidestilada
Na ₂ EDTA	0,436 g	Tiamina-HCl		200 mg
FeCl ₃ · 6H ₂ O	0,315 g	Biotina	1,00	1 ml
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0,010 g	Cianocobalamina	1,00	1 ml
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0,022 g			
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0,010 g			
MnCl ₂ · 4H ₂ O	0,180 g			
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0,006 g			

Figura 2. Composición medio F/2G

Las sales utilizadas para la preparación de los medios de cultivo fueron de calidad analítica (Cicarelli, Santa Fe, Argentina). Se midió el pH (pHmetro portátil AD11Edwa *Instruments Inc*, Hungary) y se ajustó a 6,60 con NaOH. Ambos medios de cultivo fueron esterilizados en autoclave a 121°C y 1 atm de presión, durante 15 minutos. Los medios se utilizaron tanto en estado líquido como sólido, éste último se preparó agregando agar bacteriológico 2% (Britania SA, Buenos Aires, Argentina). El medio de cultivo agarizado se utilizó para la renovación y manutención del Cepario de microalgas.

2.1.3 Condiciones generales de cultivo: Se empleó una cámara de cultivo *indoor* (Fig. 3), especialmente diseñada y construida para garantizar una distribución homogénea de la luz y mantener condiciones ambientales controladas. La iluminación se proporcionó mediante lámparas LED de espectro frío, con una intensidad de 48 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,

determinada mediante un luxómetro calibrado. La temperatura se mantuvo en un rango de 25–28 °C, mientras que la humedad relativa osciló entre 50–60 %, asegurando condiciones estables y reproducibles para el crecimiento microalgal.

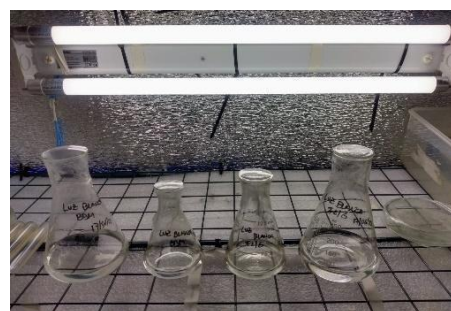


Figura 3. Cámara de cultivo *indoor* utilizada para el mantenimiento de condiciones controladas de crecimiento de las microalgas en el presente estudio.

2.2 Diseño experimental: Se evaluaron cuatro condiciones de cultivo resultantes de la combinación de dos medios y dos fotoperiodos. Para ello, los cultivos se

mantuvieron en Medio BBM y en Medio F/2 G, bajo luz blanca LED y dos regímenes de iluminación: 12:12 y 16:8 h luz/oscuridad. De este modo, los tratamientos ensayados fueron: C1) BBM Luz blanca fotoperiodo 12:12, C2) F/2 G Luz blanca fotoperiodo 12:12 C3) BBM Luz blanca fotoperiodo 16:8 y C4) F/2 G Luz blanca con fotoperiodo 16:8.

2.3 Determinación de la cinética de crecimiento: Se evaluó el crecimiento de *Chorella sp.*, mediante:

A) Recuento celular en cámara de Neubauer: La cuantificación de la densidad celular se realizó utilizando una cámara de Neubauer, la cual está conformada por 9 cuadrantes de 1 mm de lado, equivalentes a un volumen de 0,1 μL cada uno. Los cuadrantes de los extremos se encuentran subdivididos en 16 cuadros pequeños, mientras que el cuadrante central está compuesto por 25 subcuadros, a su vez divididos en 16 secciones menores. Dado el tamaño de las microalgas analizadas, el recuento se efectuó en los cuatro cuadrantes de los extremos (A, B, C y D) (Fig. 4).

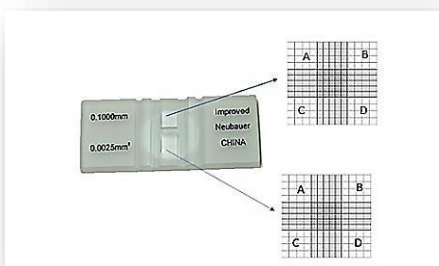


Figura 4. Cámara de Neubauer empleada para el recuento celular de *Chlorella sp.* (PHYK02).

La concentración celular se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$N (\text{células/mL}) = \frac{\text{Total de células contadas}}{\text{Número de cuadrantes}} \times 10^4 \times \text{Factor de dilución}$$

donde el factor 10^4 corresponde al volumen total de la cámara expresado en mililitros, calculado a partir de su área y altura. Cada muestra fue contada por duplicado, promediándose los valores obtenidos en 8 cuadrantes, y posteriormente se repitió el procedimiento con una nueva alícuota ($n = 2$).

B) Medición de la densidad óptica

La estimación de la densidad celular se realizó mediante la medición de la densidad óptica (DO) a 620 nm en un espectrofotómetro BECKMAN DU® 650 (Fig. 5), utilizando como blanco al medio de cultivo. Este procedimiento se empleó como método complementario al recuento celular en cámara de Neubauer, a fin de mejorar la precisión en la determinación de la cinética de crecimiento.



Figura 5. Espectrofotómetro BECKMAN DU® 650 utilizado para la determinación de la densidad óptica (DO) a 620 nm en los cultivos microalgales.

C) Cálculos de parámetros de crecimiento: A partir de las curvas de crecimiento se calcularon la velocidad específica de crecimiento (μ) y el tiempo de duplicación (t_d), aplicando las ecuaciones propuestas por Guillard (1973, 1975).

2.4 Preparación de la biomasa para los análisis bioquímicos: La biomasa microalgal se cosechó en fase estacionaria mediante centrifugación (3080.g, 10 min). Los pellets obtenidos se lavaron cuidadosamente con agua destilada estéril con el fin de eliminar restos del medio de cultivo y posibles impurezas (Figura 6 a). Posteriormente, la biomasa se sometió a un proceso de liofilización, hasta obtener material seco y estable (Figura 6 b). Esta biomasa liofilizada fue utilizada como material de partida para la determinación de la composición bioquímica.

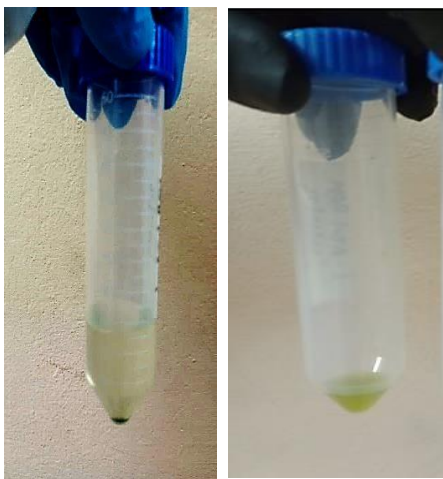


Figura 6 (a) Lavado de biomasa



Figura 6 (b) Liofilización de biomasa

2.5 Análisis de la composición bioquímica de la biomasa: Con el propósito de caracterizar integralmente la biomasa obtenida bajo las diferentes condiciones de cultivo, se realizaron determinaciones de los principales metabolitos primarios (proteínas, lípidos, carbohidratos y pigmentos fotosintéticos), así como de metabolitos secundarios (compuestos fenólicos totales). Las determinaciones se llevaron a cabo a partir de biomasa previamente liofilizada y comprendieron tanto métodos gravimétricos (ej. cuantificación de lípidos) como colorimétricos y espectrofotométricos (proteínas, carbohidratos, pigmentos y fenoles), de acuerdo con protocolos estandarizados. En los apartados siguientes se detallan las metodologías empleadas para cada componente.

2.5.1 Determinación de proteínas solubles totales: Se pesaron 2 mg de biomasa liofilizada, que fueron sometidos a

hidrólisis alcalina en tubos de hemólisis con 2,5 mL de NaOH 1 N a 75 °C durante 10 min en un termobañó. Posteriormente, las muestras se enfriaron a temperatura ambiente y se sometieron a sonicación en frío (Homogeneizador ultrasónico Scientz, modelo JY92-IIN) con pulsos de 3 s al 70 % de amplitud, durante 25 min, en tres ciclos consecutivos. El material obtenido se centrifugó a 1680.g durante 10 min (Centrífuga Arcano, modelo 80-2B, China) y se recuperó el extracto alcalino que contenía las proteínas, descartando el pellet celular.

Del extracto se prepararon tres diluciones (1/1, 1/2 y 1/4), a partir de las cuales se tomaron 100 µL por ensayo. A cada muestra se añadieron 100 µL de agua destilada y 400 µL de NaOH 0,5 N, seguido de agitación en vórtex. Posteriormente se incorporaron 2 mL del Reactivo A (Lowry), se agitó y se dejó reposar 10 min a temperatura ambiente; finalmente, se agregó 200 µL del Reactivo B (Folin-Ciocalteu 1:1, Merck, Darmstadt, Alemania), incubando 30 min a temperatura ambiente. La absorbancia se midió a 750 nm en un espectrofotómetro UV-Vis Beckman DU® 650.

La cuantificación de proteínas se realizó a partir de una curva de calibración elaborada con albúmina sérica bovina (BSA, 0–30 µg/mL en NaOH 1 N, 0,5 mg/mL) tratada en paralelo a las muestras. Se incluyó un blanco de reactivos para la corrección de la absorbancia. El contenido de proteínas en la biomasa se expresó en

porcentaje respecto al peso seco, utilizando la fórmula:

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{[(m \cdot A_{750}) / V_m] \cdot V_E}{P_s} \times 100$$

donde:

- m = pendiente de la curva de calibración (BSA),
- A750 = absorbancia a 750 nm,
- Vm = volumen de muestra (100 µL),
- VE = volumen total del extracto (2,5 mL),
- Ps = peso seco de biomasa (2 mg).

2.5.2 Cuantificación de lípidos totales: La cuantificación de lípidos se realizó siguiendo el método de Bligh y Dyer (Bligh et al., 1959), el cual se basa en la extracción con solventes orgánicos y la posterior separación de fases. En este procedimiento, los lípidos se solubilizaron en una mezcla de cloroformo/metanol (1:2, v/v), mientras que los compuestos no lipídicos permanecieron en la fase acuosa. Para ello, se pesaron 2 mg de biomasa liofilizada en tubos de hemólisis y se adicionaron 2 mL de la mezcla cloroformo/metanol (1:2). La muestra se sometió a sonicación en frío durante 25 min (pulsos de 3 s al 70 % de amplitud) y se dejó reposar 24 h a 4 °C. Posteriormente, se repitió la sonicación bajo las mismas condiciones y se centrifugó a 1820.g durante 15 min, recuperándose el sobrenadante (Fig. 7 a)

El extracto se transfirió a un nuevo tubo de hemólisis, donde se adicionaron 1,5 mL de agua destilada (Fig. 7b). Tras agitación en vórtex y centrifugación a 1820.g durante 10 min, se recuperó la fase clorofórmica, que contenía los lípidos. La fase acuosa residual fue sometida a una segunda extracción con 1 mL de cloroformo, agitación en vórtex y centrifugación bajo las mismas condiciones, recolectándose nuevamente la fase clorofórmica (Fig. 7 c). Ambas fases orgánicas se combinaron en un mismo tubo de hemólisis y se sometieron a evaporación en estufa a 50 °C hasta sequedad. El residuo lipídico se dejó enfriar a temperatura ambiente y se pesó en balanza analítica hasta alcanzar peso constante. El contenido de lípidos totales se expresó en porcentaje respecto al peso seco de la biomasa.

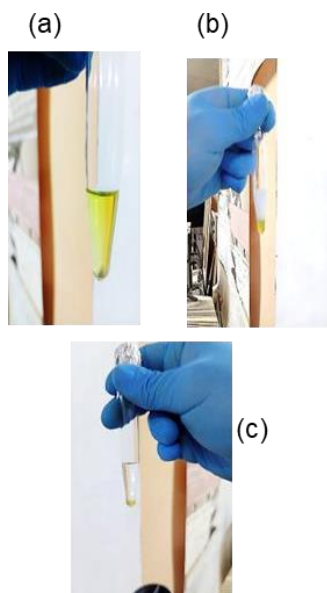


Figura 7. (a) Formación del pellet posterior a la centrifugación de la biomasa. (b) Adición de agua destilada durante el procedimiento de partición. (c) Separación de fases: fase acuosa superior y fase clorofórmica inferior.

2.5.3 Cuantificación de carbohidratos totales: El contenido de carbohidratos totales se cuantificó mediante el método colorimétrico de fenol-ácido sulfúrico (Dubois et al., 1956). Este ensayo se basa en la hidrólisis ácida de oligo- y polisacáridos a sus monosacáridos constituyentes. En presencia de ácido sulfúrico concentrado y calor, los monosacáridos sufren deshidratación, produciendo derivados furfúricos (furfural a partir de pentosas e hidroximetilfurfural a partir de hexosas), que reaccionan con fenol para formar un complejo coloreado de tonalidad amarillo-anaranjada, con máximo de absorbancia a 490 nm.

Para el análisis, se pesaron 2 mg de biomasa liofilizada en tubos de hemólisis, a los que se adicionaron 1,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Las muestras se incubaron en un termobañó a 100 °C durante 1 h, tras lo cual fueron centrifugadas a 1820.g durante 10 min, recuperándose el sobrenadante. De éste, se tomaron diferentes alícuotas (0,5; 0,35 y 0,175 mL), que se ajustaron a 0,5 mL con ácido sulfúrico concentrado para obtener diluciones de 1/1, 1/2 y 1/4.

Para la reacción colorimétrica, se utilizaron 100 µL de cada dilución, a los que se adicionaron 50 µL de fenol al 80 % y posteriormente 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. Las mezclas se incubaron en termobañó a 30 °C durante 20 min y la absorbancia se midió a 490 nm en un espectrofotómetro UV-Vis. El desarrollo de la coloración característica del método

fenol-ácido sulfúrico se observa en la Figura 8, donde se aprecia la tonalidad amarillo-anaranjada de las muestras positivas en comparación con el blanco de reactivo.



Figura 8. Reacción colorimétrica del método fenol-ácido sulfúrico para la cuantificación de carbohidratos totales. A la izquierda, muestra con carbohidratos que presenta la coloración característica amarillo-anaranjada; a la derecha, blanco de reactivos.

La cuantificación se realizó utilizando una curva de calibración preparada con una solución de glucosa anhidra (0,5 mg/mL). A partir de dicha solución, se preparó un gradiente de concentraciones en el rango de 0 a 100 µg/mL, que fue tratado en paralelo y bajo las mismas condiciones experimentales que las muestras problema. Además, se preparó un blanco de reactivo que sólo contenía los reactivos utilizados sin la muestra de carbohidratos. El contenido de carbohidratos totales se expresó como porcentaje, utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Carbohidratos} = \frac{[(m \cdot A_{490}) / V_m] \cdot V_E}{P_s} \times 100$$

donde:

- m = pendiente de la curva de calibración,
- A₄₉₀ = absorbancia a 490 nm, V_m = volumen de muestra utilizado (100 µL),
- V_E = volumen total del extracto ácido,
- P_s = peso seco de biomasa (2 mg).

2.5.4 Cuantificación de pigmentos fotosintéticos: Los pigmentos fotosintéticos se extrajeron a partir de 2 mg de biomasa liofilizada, a los que se adicionaron 3 mL de acetona al 90 % (v/v). Las muestras se mantuvieron en reposo durante 24 h a -20 °C, para favorecer la solubilización de los compuestos. Posteriormente, los extractos fueron sometidos a molienda criogénica con esferas de vidrio durante 5-6 min y centrifugados a 1820.g durante 10 min, recuperándose el sobrenadante que contenía los pigmentos.

La absorbancia de los extractos se midió en un espectrofotómetro UV-Vis utilizando cubetas de vidrio y un blanco de acetona al 90 %. Las lecturas se realizaron a 647 y 664 nm para las clorofilas, y a 480 y 510 nm para los carotenoides totales.

Las concentraciones de clorofila a y clorofila b se calcularon mediante las ecuaciones propuestas por Jeffrey y Humphrey (1975) y Humphrey (1979):

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g/mL}) = 12.7 \cdot A_{664} - 2.69 \cdot A_{647}$$

$$\text{Clorofila b } (\mu\text{g/mL}) = 22.9 \cdot A_{647} - 4.68 \cdot A_{664}$$

Los carotenoides totales se estimaron aplicando la ecuación propuesta por Strickland & Parsons (1972)

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{g/mL}) = 7,6 (A_{480} - 1,49 A_{510})$$

2.5.5 Análisis de compuestos fenólicos totales

Se pesaron 2 mg de biomasa liofilizada y se adicionaron 2,5 mL de etanol al 96 %. La mezcla se mantuvo en freezer durante 24 h y posteriormente se sometió a disrupción mediante molienda criogénica con esferas de vidrio durante 5–6 minutos. Los extractos obtenidos fueron centrifugados a 1820.g durante 10 minutos, recuperándose el sobrenadante. Del sobrenadante se tomaron tres volúmenes (500, 350 y 175 μL), que se llevaron a un volumen final de 500 μL con etanol al 96 %, obteniendo tres diluciones (1/1, 1/2 y 1/4). De cada dilución se tomaron 100 μL , a los que se adicionaron 100 μL de agua destilada, 400 μL de NaOH 0,5 N, mezclándose en vórtex. Posteriormente se incorporaron 2 mL del Reactivo A y se dejó reposar 10 minutos a temperatura ambiente. Finalmente, se agregaron 200 μL del Reactivo B, se agitó nuevamente y se dejó reposar durante 30 minutos. La absorbancia se midió en un espectrofotómetro a 750 nm.

El Reactivo A (Lowry modificado) se preparó inmediatamente antes de su uso

mezclando: Na_2CO_3 al 2 % (p/v) en NaOH 0,1 M, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al 1 % (p/v) y tartrato sódico-potásico al 2 % (p/v) en proporción 10:0,1:0,1.

El Reactivo B correspondió al reactivo de Folin-Ciocalteu (Merck, Darmstadt, Alemania), diluido 1:1 con agua destilada. La concentración de compuestos fenólicos totales se determinó a partir de una curva de calibración preparada con una solución estándar de ácido ferúlico (0,5 mg/mL). Se elaboró un gradiente de concentraciones entre 0 y 50 $\mu\text{g/mL}$, tratado en idénticas condiciones que las muestras. Como control, se utilizó un blanco de reactivos que contenía todos los reactivos, pero sin muestra.

La concentración de compuestos fenólicos totales se expresó como $\mu\text{g/mL}$ equivalentes de ácido ferúlico (EAF)

2.6 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos de cinética de crecimiento: velocidad específica de crecimiento (μ) y tiempo de duplicación, (t_d) y composición bioquímica de la biomasa: proteínas, lípidos, carbohidratos, pigmentos y compuestos fenólicos totales, fueron analizados mediante un ANOVA bifactorial considerando como factores fijos el medio de cultivo (BBM y F/2 Guillard) y el fotoperíodo (12:12 y 16:8 h luz:oscuridad).

Previo al análisis, se verificaron los supuestos de normalidad de residuos (test de Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de varianzas (test de Levene). Cuando se

detectaron diferencias significativas en el ANOVA ($p < 0,05$), se aplicó el test post-hoc de Tukey HSD para comparar los pares de medias.

Todos los análisis se realizaron en el entorno estadístico R (versión 4.5.0, R Core Team, 2024) utilizando los paquetes *stats* y *car*.

3.Resultados y discusiones

3.1 Cinética de crecimiento

La velocidad específica de crecimiento (μ) fue mayor bajo el fotoperiodo 12:12 en ambos medios de cultivo ($0,13 \text{ días}^{-1}$ en BBM y $0,10 \text{ días}^{-1}$ en F/2G) en comparación con 16:8, donde se observaron valores más bajos ($0,11$ y $0,05 \text{ días}^{-1}$, respectivamente) (Figura 9). A pesar de ello, los cultivos bajo 16:8 alcanzaron la fase estacionaria en menor tiempo (≈ 17 días), en contraste con los ≈ 25 días requeridos en 12:12 (Figura 10).

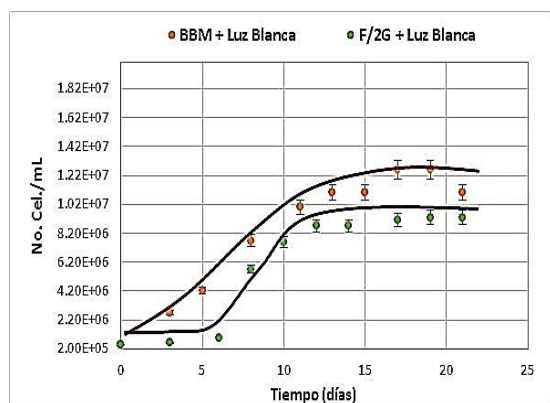


Figura 9. Curvas de crecimiento de *Chlorella sp.* cultivada en medios BBM y F/2 Guillard bajo fotoperiodo 16:8 (luz:oscuridad)

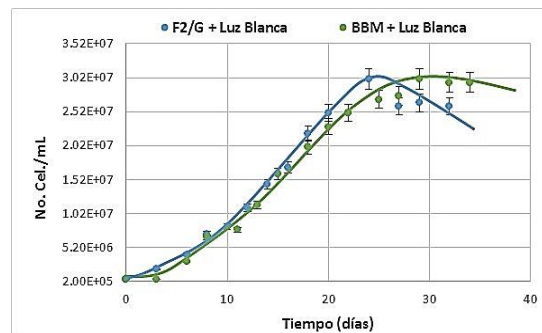


Figura 10. Curvas de crecimiento de *Chlorella sp.* cultivada en medios BBM y F/2 Guillard bajo fotoperiodo 12:12 (luz:oscuridad)

El análisis de varianza (ANOVA) indicó efectos significativos del medio, del fotoperiodo y de su interacción sobre μ ($p < 0,001$). El test de Tukey confirmó diferencias entre los tratamientos, señalando que las condiciones 12:12 favorecieron tasas de crecimiento más elevadas.

Adicionalmente, el seguimiento de la densidad óptica (DO) mostró que, aun cuando las curvas de crecimiento celular alcanzaron la fase estacionaria, los valores de DO continuaron incrementándose (Figuras 11 y 12).

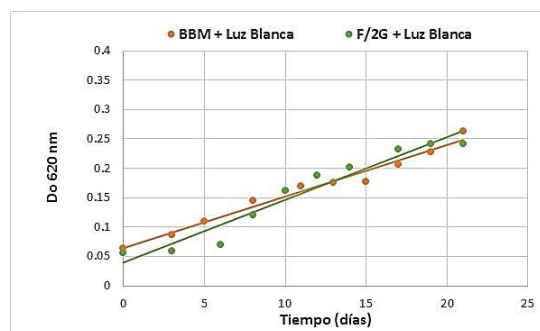


Figura 11. Gráfica de la densidad óptica (DO a 620 nm) de los cultivos de *Chlorella sp.* en medios BBM y F/2 Guillard bajo fotoperiodo 16:8 (luz:oscuridad)

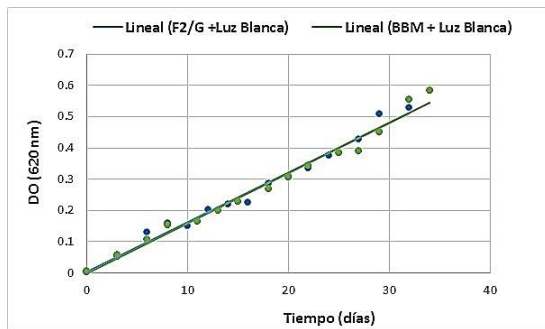


Figura 12. Gráfica de la densidad óptica (DO a 620 nm) de los cultivos de *Chlorella sp.* en medios BBM y F/2 Guillard bajo fotoperiodo 12:12 (luz:oscuridad).

3.1 Composición Bioquímica de la biomasa microalgal

3.1.1 Proteínas

En el fotoperíodo 12:12 h, los cultivos en BBM presentaron el valor más elevado ($39.08 \pm 0.33 \%$), mientras que en F/2G se observaron contenidos menores ($33.13 \pm 0.12 \%$). Bajo el fotoperíodo 16:8 h, los valores se redujeron en ambos medios, alcanzando $23.25 \pm 0.18 \%$ en BBM y $21.15 \pm 0.13 \%$ en F/2G.

El ANOVA indicó efectos altamente significativos del medio ($p < 0.001$), del fotoperíodo ($p < 0.001$) y de su interacción ($p < 0.001$) sobre el contenido proteico. Además, la extensión del fotoperíodo de 12:12 a 16:8 h redujo de manera marcada la proporción proteica ($\Delta = -13.91 \%$, $p < 0.001$). Las comparaciones múltiples también confirmaron diferencias significativas entre todas las combinaciones de medio- fotoperíodo.

En conjunto, los resultados evidenciaron que las mayores concentraciones proteicas se alcanzaron en BBM bajo

fotoperíodo 12:12 h, mientras que los valores más bajos se registraron en F/2G con fotoperíodo 16:8 h.

3.1.2 Lípidos

El contenido lipídico de la biomasa varió significativamente según el medio de cultivo, el fotoperíodo y su interacción (ANOVA, $p < 0.001$ en todos los casos). En el fotoperíodo 12:12, los cultivos en BBM presentaron el mayor contenido de lípidos ($38.34 \pm 0.10\%$), en contraste con f/2G, que alcanzó valores significativamente menores ($23.83 \pm 0.09\%$). En cambio, bajo el fotoperíodo 16:8 se observó un patrón opuesto: los cultivos en F/2G acumularon un mayor porcentaje lipídico ($38.44 \pm 0.16\%$) en comparación con BBM ($28.61 \pm 0.09\%$). El análisis post-hoc de Tukey confirmó diferencias significativas entre todos los pares de condiciones ($p < 0.001$), evidenciando que la respuesta en la acumulación de lípidos estuvo fuertemente influenciada tanto por el medio como por el régimen de luz/oscuridad.

Al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio para *Chlorella sp.* bajo el fotoperíodo 12:12, se observó que la composición de proteínas y lípidos fue semejante a la reportada por Maldonado (2019) en otra cepa autóctona de *Chlorella sp.* (PHYK01) con valores de proteínas del $37,22 \%$ (p/p) y lípidos del $34,05 \%$ (p/p) bajo la misma condición de fotoperíodo.

3.1.3 Carbohidratos

En el fotoperíodo 12:12, los cultivos en

F/2G presentaron un mayor porcentaje de carbohidratos ($22.42 \pm 0.06\%$) respecto a BBM ($20.31 \pm 0.14\%$). En contraste, bajo el régimen 16:8, ambos medios exhibieron menor contenido de este metabolito, alcanzando valores de $17.52 \pm 0.07\%$ en BBM y $20.23 \pm 0.13\%$ en F/2G.

El test de Tukey confirmó diferencias significativas entre las condiciones evaluadas ($p < 0.001$), evidenciando que la acumulación de carbohidratos estuvo modulada tanto por el tipo de medio como por el fotoperiodo aplicado.

3.1.4 Pigmentos

Los contenidos de clorofila a y clorofila b alcanzaron menores valores bajo fotoperiodo 16:8 respecto de 12:12, siendo éste el factor más influyente.

Cuando se analizaron los contenidos de carotenoides se observó una composición inversa respecto de las clorofilas, observándose mayor acumulación en cultivos F/2G respecto de BBM, y aún menor al considerar el fotoperiodo 16:8 respecto de 12:12.

Al contrastar los dos fotoperiodos, se observó que el régimen 16:8 redujo significativamente los contenidos de clorofila a y b respecto al 12:12, lo que indica una menor eficiencia fotosintética. Este resultado es coherente con la respuesta típica de las microalgas ante un incremento de la dosis diaria de irradiancia, que consiste en reducir su contenido pigmentario y modificar la relación clorofila a/b como mecanismo de protección frente al exceso de excitación

en PSII (Aizpuru et al., 2024; Lichtenthaler et al., 2007)

3.1.5 Compuestos fenólicos totales

El contenido de compuestos fenólicos mostró variaciones significativas en función de los factores ensayados. El análisis de varianza indicó efectos significativos tanto del medio de cultivo ($p = 0.0307$) como del fotoperiodo ($p < 0.001$), mientras que la interacción no resultó significativa ($p = 0.3607$). En términos generales, los cultivos crecidos en medio BBM presentaron concentraciones más elevadas que aquellos en F/2G (-16.6 unidades, $p = 0.03$). Asimismo, el fotoperiodo 16:8 promovió un incremento altamente significativo de los fenólicos en comparación con 12:12 ($+46.6$ unidades, $p < 0.001$). Aunque la interacción global no alcanzó significación estadística, las comparaciones múltiples mostraron que la condición BBM-16:8 presentó la mayor acumulación (68 ug/mL EAF ; $6,8 \%$), superando tanto a BBM-12:12 como a F/2G-12:12 ($p < 0.01$). Este incremento en los compuestos fenólicos bajo el fotoperiodo 16:8, puede interpretarse como una respuesta de defensa antioxidante desencadenada por el aumento de la dosis lumínica diaria, que intensifica la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y activa rutas biosintéticas del metabolismo secundario (Coronado-Reyes et al., 2022). De este modo, los compuestos fenólicos microalgales se posicionan como

metabolitos de creciente interés debido a sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias y fotoprotectoras, con aplicaciones potenciales en las industrias nutracéutica, farmacéutica y cosmética (Cichoński et al., 2022).

4. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, la combinación medio-fotoperiodo más propicia para la generación de biomasa, en función de la cinética de crecimiento observada, fue C2 (F2/G; 12:12). Según los perfiles bioquímicos determinados para las cuatro combinaciones medio-fotoperiodo: C1 y C2 (fotoperiodo 12:12) presentaron mayores contenidos de proteínas; C4 y C1 presentaron los mayores contenidos de lípidos y los valores más altos de carbohidratos se observaron en C2. La producción de carotenoides se vio favorecida bajo el fotoperiodo 12:12 en ambos medios. El fotoperiodo 16:8 fue una condición favorable para la acumulación de compuestos fenólicos (metabolitos secundarios) en ambos medios.

Estos hallazgos no solo permiten identificar condiciones óptimas para la producción de metabolitos primarios y secundarios en *Chlorella sp.*, sino que también resaltan su relevancia en un contexto regional, avanzando en la bioprospección de recursos genéticos de la provincia de Tucumán, para el aprovechamiento biotecnológico de las

cepas microalgales autóctonas con potencial valor económico.

La plasticidad metabólica evidenciada por la cepa local PHYK02 frente a variaciones a la exposición lumínica (fotoperiodo) la posiciona como un recurso estratégico para el diseño de bioprocesos orientados a la obtención de biomoléculas de alto valor agregado, reforzando la necesidad de profundizar en la exploración biotecnológica de las microalgas nativas de la región.

5. Bibliografía

- Aizpuru, A., García-Plazaola, J. I., & Fernández-Marín, B. (2024). The chlorophyll a/b ratio as a proxy of the size of light-harvesting complexes: Implications for photosynthetic performance. *Plants*, 13(3), 556.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911–917.
- Cichoński, J., & Chrzanowski, G. (2022). Microalgae as a source of valuable phenolic compounds and carotenoids. *Molecules*, 27(24), 8852.
- Coronado-Reyes, J. A., Acosta-Ramírez, E., Martínez-Olguín, M. V., & González-Hernández, J. C. (2022). Antioxidant activity and kinetic characterization of *Chlorella vulgaris* growth under flask-level photoheterotrophic growth conditions. *Molecules*, 27(19), 6346.

- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356.
- Eladl, S. N., Mohamed, M. A., Abdel-Aziz, S. M., Hassan, M. A., El-Gamal, A., Elwan, H., & Abomohra, A. E. (2024). Recent biotechnological applications of value-added bioactive compounds from microalgae and seaweeds: A review. *Botanical Studies*, 65(1), 34.
- Eze, C. N., Idu, M. O., Anagu, A. I., & Ogbonna, P. C. (2023). Bioactive compounds by microalgae and potentials for the application: A review. *Frontiers in Nutrition*, 10, 106780.
- Goiris, K., Muylaert, K., Fraeye, I., Foubert, I., De Brabanter, J., & De Cooman, L. (2012). Antioxidant potential of microalgae in relation to their phenolic and carotenoid content. *Journal of Applied Phycology*, 24(6), 1477–1486.
- Guil-Guerrero, J. L., & Prates, J. A. M. (2025). Microalgae bioactives for functional food innovation and health promotion. *Foods*, 14(12), 2122.
- Guillard, R. R. L. (1973). Division rates. In J. R. Stein (Ed.), *Handbook of phycological methods* (pp. 289–312). Cambridge: Cambridge University Press.
- Guillard, R. R. L. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In M. L. Smith & M. H. Chanley (Eds.), *Culture of marine invertebrate animals* (pp. 29–60). New York: Plenum Press.
- Humphrey, G. F. (1979). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Marine Biology*, 54(3), 201–211.
- Jeffrey, S. T., & Humphrey, G. F. (1975). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 167(2), 191–194.
- Koller, M., Muhr, A., & Braunegg, G. (2014). Microalgae as versatile cellular factories for valued products. *Algal Research*, 6(Part B), 52–63.
- Li, R., Wang, W., & Wang, H. (1998). *Nostoc flagelliforme* and its environment in China. *Journal of Applied Phycology*, 10(3), 289–292.
- Lichtenthaler, H. K. (2007). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350–382.
- Lu, Y. (2024). *Chlorella vulgaris* as a food substitute: Applications and benefits in the food industry. *Foods*, 13(4), 789.
- Maldonado, G. E., Sgariglia, M. A., & Soberón, J. R. (2019). Bioprospección de microalgas autóctonas de Tucumán – Argentina. Cultivo, aislamiento y evaluación de su potencial

- biotecnológico. Mauritius: Editorial Académica Europea.
- Martín, L. A., Popovich, C. A., Martínez, A. M., Scodelaro Bilbao, P. G., Damiani, M. C., & Leonardi, P. I. (2018). Hybrid two-stage culture of *Halamphora coffeaeformis* for biodiesel production: Growth phases, nutritional stages and biorefinery approach. *Renewable Energy*, 118, 984–992.
- Mirande, V., Martínez De Marco, S. N., & Bustos, M. S. (2025). Ficoflora del Chorrillos, un río del Noroeste Argentino. *Lilloa*, 62(1), 119–171.
- Nichols, H. W., & Bold, H. C. (1965). *Trichosarcina polymorpha* gen. et sp. nov. *Journal of Phycology*, 1(1), 34–38.
- Park, J. B. K., Craggs, R. J., & Shilton, A. N. (2011). Wastewater treatment high-rate algal ponds for biofuel production. *Bioresource Technology*, 102(1), 35–42.
- Pattanaik, A., Sukla, L. B., & Pradhan, D. (2018). Effect of LED lights on the growth of microalgae. *Inglomayor, Section C*, 14, 17–24.
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., & Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(2), 87–96.
- Strickland, J. D. H., & Parsons, T. R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis* (2nd ed., Bulletin 167). Ottawa: Fisheries Research Board of Canada.
- Taboada, M. D. L. Á., Gultemirian, M. D. L., Martínez De Marco, S. N., & Tracanna, B. C. (2015). Ficoflora epilítica y variables ambientales del Arroyo Calimayo (Tucumán, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 50(4), 467–480.
- Tracanna, B. C., & Martínez De Marco, S. N. (1997). Ficoflora del Río Salí y sus tributarios en áreas del embalse Dr. C. Gelsi (Tucumán, Argentina). *Natura Neotropicalis*, 28, 23–38.
- Zapata, L. M., Jiménez-Veuthey, M., Zampedri, P. A., & Chabrillón, G. (2020). Optimización de condiciones de cultivo de *Scenedesmus obliquus* para maximizar la producción de componentes bioactivos de interés industrial. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 11(1), 1–15.

Financiamiento: PIUNT D756, directora Dra. Melina A. Sgariglia

Agradecimientos: A Juan Corral García por el soporte técnico; a la Cátedra de Fitoquímica FBQF-UNT.



**Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL ✦
DE TUCUMÁN**



