LINKS

REVISTA INTERNACIONAL

CENTRO DE VINCULACIÓN GLOBAL
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA, URUGUAY
VOLUMEN 1· PARTE II · JULIO 2023

UTEC
Universidad Tecnológica

Generación de portada a cargo del equipo del Tecnólogo informático, liderado por Bernardo Firpo, en coordinación con el equipo editorial de la revista del CVG.

La portada fue creada a través de Midjourney, una herramienta que utiliza inteligencia artificial generativa (IAG), aplicando algoritmos y redes neuronales entrenados con imágenes catalogadas por humanos, para crear otras nuevas y originales a partir de un texto. Durante el proceso de creación se probaron diferentes combinaciones y palabras claves.

Buscamos representar un futuro sustentable, donde la naturaleza prospera en armonía con la humanidad y las fuentes de energía renovable impulsan el camino hacia un mañana más verde. Haciendo foco en Latinoamérica, para poder avanzar y reflexionar en pos del desarrollo de la Ciencia, Tecnología y Sociedad en el Sur Global.

En caso de querer citar un artículo de la revista, podrás hacerlo según las reglas APA: Apellido, A., Apellido, B. y Apellido, C. (2023). Título del artículo específico. LINKS, Revista Internacional, Universidad Tecnológica, Uruguay, Volumen I (1), número de página inicio – número de página fin. Disponible en: https://utec.edu.uy/es/sobre-utec/documentos-de-interes/links-revista-internacional/

LINKS, la Revista Internacional del Centro de Vinculación Global de la Universidad Tecnológica de Uruguay ofrece la oportunidad a estudiantes, docentes e investigadores de UTEC y universidades asociadas, de publicar artículos académicos y reflexiones sobre el desarrollo de Ciencia, Tecnología y Sociedad en el Sur Global.

UTEC
Universidad Tecnológica

© CVG - UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
2023, Montevideo, Uruguay

Consejo Directivo Central provisorio Universidad Tecnológica

Lic. Graciela Do Mato

Dr. Rodolfo Silveira

Ph.D. Dr. Andrés Gil

Comité Editorial

Mag. Elianne Elbaum
Directora del Centro de Vinculación Global

Lic. Natalia Azzi
Analista de Relacionamiento Internacional

Lic. Belén Cardarello
Analista de Relacionamiento Internacional (ITR Suroeste)

Diseño y Armado

Jessica Stebniki y Martin Tarallo
de Posta.uy

Evaluadores/as externos/as

Ph.D. Martín Draper,
Docente Grado 2 - Dpto. de Mecánica de los Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

Ph.D. Luis Silva
Director de la Diplomatura Universitaria en Eficiencia Energética y Energías Renovables, Universidad Nacional de Rafaela

Mag. Nicolás Castroman
Coordinador del Proyecto ETRELA

Evaluadores/as UTEC

Ph.D. Dr. Andrés Gil
Consejero de UTEC

Mag. Amadeo Sosa
Director Académico de UTEC

Lic. Silvana Saravia
Directora del Centro de Desarrollo de Personas de UTEC

Lic. Mónica Silvestri
Coordinadora de la Licenciatura en Tecnologías de la Información de UTEC

Marco Guimaraens
Profesor Asociado en el Área de Logística Empresarial

Ph.D. Viviane Todt
Profesor Adjunto en el área de Inteligencia Artificial para el ITR Norte

Prof. Leonardo Alves
Docente Encargado de Investigación Operativa del Área Matemática

Dra. Victoria Laniella
Docente Encargado Hábitos Laborales y Negociación

Mag. Laura Romiti
Docente Encargado de Inglés, Integrante de la Comisión de Género y diversidades de UTEC

Mag. Juan Blandon
Docente Encargado Área de Ciencias Básicas

Mag. Gabriel Caballero
Docente encargado Agricultura Digital y Sensoramiento Remoto, Ingeniería Agroambiental

Mag. Santiago Martinez
Coordinador Educativo para el Instituto Tecnológico Regional Suroeste

María Noel Hernández
Coordinadora de Experiencias Digitales de Aprendizaje

Lic. Virginia Cabara
Coordinadora de Psicopedagogía, Integrante de la Comisión de Género y diversidades de UTEC

ÍNDICE

05 Conectando saberes
Elianne Elbaum.

08 Incorporación de actores (stakeholders) en investigación vinculada al Desarrollo Sostenible
Mariana Boiani.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

11 A Eletromobilidade nos países do Mercosul
AFernando Campagnoli, Fabrício Pietrobelli, Nicolás Castromán.

34 El valor de la experimentación en las aulas de Educación Inicial y Primaria
Melina Dorrego, Romina Genolet, Romina Fernandéz, Pierina Boksar, Ricardo Hladki.

39 Análisis del desempeño de los aerogeneradores en un parque eólico en Uruguay.
Pablo Volpe, Priscila Silveira Ebert, Franciele, Weschenfelder.

EDUCACIÓN SUPERIOR

53 Simulador Tinkercad .
Carlos Ramos Gonzales, Leonardo José Torres Argomedo, Carmen Lucy, Perez Mendoza.

CIENCIA Y SOCIEDAD

79 Estimación de la concentración de clorofila-a en los embalses del Río Negro, Uruguay.
Agustina Sismande, Jesus Delegido, Fellipe Lousada, Natalie Aubet.

96 El perfil clínico de 480 perros con dermatitis atópica tratados en el Hospital Veterinario Universitario.
BCarollina Mariga, Beatriz Regina, Britz Zimmer, Eduarda Lais Villa, Júlia Mariani Griesang, Nathalia Roberta Dias dos Santos, Claudete Schmidt, Saulo Tadeu Lemos Pinto Filho

Clic en los títulos para ir directo al contenido

Conectando saberes

ELIANNE ELBAUM

Bienvenidos/as al segundo número de la primera edición de LINKS, la Revista Internacional del Centro de Vinculación Global (CVG) de la Universidad Tecnológica (UTEC, Uruguay). Esta es una publicación académica anual, de acceso gratuito y distribuida en formato digital.

LINKS marca un importante hito para nuestra comunidad académica. Fundada en las entrañas del Centro de Vinculación Global, la Revista ofrece a estudiantes, docentes e investigadores de UTEC, así como académicos de universidades asociadas, la oportunidad de publicar artículos académicos y reflexiones sobre el desarrollo de la Ciencia, Tecnología y Sociedad en el Sur Global.

Con el fin de asegurar la transparencia, el proceso de selección de artículos comenzó con un llamado abierto hacia la comunidad amplia, ofreciendo cuatro ejes temáticos: Ciencia y Sociedad, Educación Superior, Género y Diversidad y Objetivos de Desarrollo Sostenible. Luego de culminada la convocatoria, obtuvimos 17 artículos académicos para analizar y evaluar. Todos ellos fueron enviados a los evaluadores/árbitros para comentarios y sugerencias. Para acomodar todos los artículos recibidos, se decidió realizar dos ediciones en el 2023.

Para este segundo número, se tomaron seis artículos que habían quedado pendientes en el primer número , luego de culminados los intercambios generados por la evaluación correspondiente. Estos artículos restantes de la primera edición, abarcan tres de las cuatro categorías propuestas en la convocatoria.

El CVG asimismo, seleccionó y convocó a 17 expertos de Uruguay, Argentina y Brasil en temáticas de relevancia para actuar como evaluadores de los artículos recibidos. Este fue un trabajo complejo en el que se desplegaron todas las capacidades del CVG para la búsqueda de expertos para poder obtener una rigurosa y cuidadosa revisión que potencialice las posibilidades de nuestra comunidad para difundir y discutir la investigación en el amplio campo de la Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Esperamos que este espacio promueva la participación de diversos miembros de nuestra comunidad académica en la Revista, y que al mismo tiempo nos permita crecer como un medio de difusión de investigación rigurosa, de calidad y relevante para los contextos de nuestros países y poblaciones Latinoamericanas.

Con este horizonte a la mano, en este segundo número de la Revista presentamos una diversa colección de artículos que recorren los ejes de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en sus diferentes dimensiones.

En el primer artículo denominado: **"A Electromovilidad nos países do Mercosul e as perspectivas de integração entre os países com base na infraestructura de recarga e interoperabilidade"** los autores: Fernando Campagnoli, Fabrício Pietrobelli y Nicolás Castromán discuten sobre la electromovilidad en los países de MERCOSUR, resaltando la coordinación en los sectores de energía eléctrica, automóviles y autopartes en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Concluyen que El MERCOSUR es posiblemente la expresión más profunda de esta vocación colaborativa, pero sobre todo es un ámbito institucional (en los Subgrupos de Trabajo nº 5 (Transportes), nº 7 (Integración Industrial y Productiva) y No. 9 (Energía)) cuya geografía incluye una subregión con un enorme potencial para la integración internacional de la electromovilidad para impulsar la adopción de tecnología eléctrica en los próximos años, sino también reforzar la cooperación económica y comercial que ya existe entre sus países miembros. Además, también podrían permitir el desarrollo local y regional de nuevos servicios y tecnologías, su respectiva escalabilidad.

En el artículo: **"El valor de la experimentación en las aulas de Educación Inicial y Primaria"** los autores Melina Dorrego, Romina Genolet, Romina Fernández, Pierina Boksar y Ricardo Hladki describen la realización, desde la carrera del Tecnólogo Químico (UTEC-UdelaR-UTU) en coordinación con el equipo territorial de Cultura Científica Paysandú, de experiencias prácticas en escuelas de la zona utilizando kits científicos, permitiendo identificar y cuantificar sustancias presentes en el agua. A través de esa experiencia se reveló el entusiasmo e interés de los alumnos por la ciencia, así como el reconocimiento de la temática calidad de agua como problemática social de relevancia.

En el tercer artículo **"Análisis del desempeño de los aerogeneradores en un parque eólico en Uruguay"** los autores Pablo Volpe, Priscila Silveira y Franciele Weschenfelder analizan el rendimiento de las máquinas de un determinado parque eólico en Uruguay considerando las incertidumbres relacionadas con el recurso eólico local. A partir de los resultados se puede comprobar que las máquinas operan de forma diferente, por lo que se plantean algunas hipótesis que pueden justificar este problema.

Luego, en el artículo: **"Simulador Tinkercad y su influencia en las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19"** los autores Carlos Ramos Gonzales, Leonardo José Torres Argomedo y Carmen Lucy Perez Mendoza presentan el caso de la Escuela de Tecnologías de la información de SENATI que se preguntan si ¿El uso del simulador Tinkercad influye positivamente en la adquisición de habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19.

En el quinto artículo, los autores Agustina Sismande, Jesus Delegido, Fellipe Lousada y Natalie Aubet realizan un **"Análisis de algoritmos de reflectancia Sentinel-2 para estimar la concentración de clorofila-a en los embalses del Río Negro, Uruguay"**. El estudio tiene como finalidad validar los métodos empíricos y algoritmos generados por Sòria-Perpinyà et al. (2021) para la estimación de Chl-a, TSM, KdZ-90max a lo largo del Río Negro y su cadena de embalses.

Por último, el artículo: **"El perfil clínico de 480 perros con dermatitis atópica tratados en el Hospital Veterinario Universitario"** de los autores Carollina Mariga, , Beatriz Regina Britz Zimmer, Eduarda Lais Villa, Júlia Mariani Griesang, Nathalia Roberta Dias dos Santos, Claudete Schmidt y Saulo Tadeu Lemos Pinto Filho, tiene como objetivo clasificar el perfil clínico de perros afectados por dermatitis atópica en el Hospital Veterinario Universitario de la Universidad Federal de Santa María (HVU-UFSM), ubicado en la región central del Río Grande do Sur, Brasil.

Finalmente, destacamos la Nota Editorial realizada por la Directora de Investigación y Desarrollo, la Dra. Mariana Boiani, cuyo aporte es clave para continuar expandiendo el impacto de la investigación de la UTEC en el Uruguay y en el mundo.

Agradecemos profundamente a los autores y autoras que han contribuido en este número. Les agradecemos especialmente por su paciencia y voluntad de colaboración. Agradecemos también, a los expertos que han donado su valioso tiempo para evaluar los artículos, proponiendo mejoras y haciendo de la Revista una mejor publicación.

Agradecemos también al equipo del Tecnólogo informático, liderado por Bernardo Firpo, por realizar la portada en coordinación con el equipo editorial de la revista del CVG.

Agradezco por último al equipo de profesionales destacados que tiene el CVG, especialmente a las Lic. Natalia Azzi y Lic. Belen Cardarello quienes con su esfuerzo llevaron adelante la coordinación del Comité Editorial de este segundo número.

Cómo es posible observar de esta colección de textos académicos, este número de LINKS recoge una amplia diversidad de perspectivas de estudio e intervenciones sociales, que ilustran cómo diferentes vertientes teóricas, metodológicas y analíticas confluyen en la comprensión de los ODS y su diversidad, en pos del desarrollo local.

Esperamos que estos artículos contribuyan al inicio de una discusión enriquecedora, evocadora y cuestionadora de la experiencia educativa. Esperamos sus artículos y comentarios para la segunda edición que saldrá en marzo del 2024.

¡Feliz lectura y gracias!

Incorporación de actores (stakeholders) en investigación vinculada al Desarrollo Sostenible

MARIANA BOIANI

La correcta identificación e incorporación de actores en un proyecto es clave para asegurar el éxito del mismo. Aunque esta afirmación puede parecer obvia para todos aquellos que hayan pasado por un curso de gestión de proyectos en formato PMI o similar, en ámbitos académicos de investigación se requieren algunas puntualizaciones adicionales.

La participación de otros actores, fuera del grupo de investigación, es muy dependiente del área o temática de trabajo, y aunque las agencias financiadoras vienen insistiendo en la inclusión de acciones de comunicación o difusión como parte del proyecto, en muchos de los formularios utilizados no se incluye una sección sobre actores más allá del equipo de investigación. Aunque en todos los casos un análisis de actores puede aportar al mejor planteo y ejecución del proyecto, hay proyectos en los cuales este paso es instrumental y debe ser incluido en su planificación. Los proyectos vinculados al desarrollo sostenible son uno de estos casos.

Desafíos del desarrollo sostenible y la investigación transdisciplinar

La Agenda 2030 propone 17 objetivos que deben abordarse para lograr un desarrollo sostenible y un mejor futuro para toda la humanidad. Esta agenda apunta a atender los grandes problemas que aquejan a la sociedad, como el hambre, la pobreza, la violencia, así como aquellos que surgen por la degradación ambiental y el cambio climático. El cumplimiento de estos objetivos implica la construcción de grandes compromisos sociales y políticos, pero implica también el desarrollo de investigaciones que aporten nuevas tecnologías e innovación para abordarlos.

El tratamiento de temas o desafíos vinculados al desarrollo sostenible ha planteado la necesidad no solo de un enfoque interdisciplinar de la investigación, sino también el requisito instrumental de la inclusión de diversos actores o partes interesadas. Este enfoque de investigación ha tomado distintos nombres a lo largo de los años, como investigación transdisciplinar, investigación activa y, más recientemente, investigación colaborativa. Estas prácticas suman al ya conocido método científico, y la interacción entre pares investigadores, la complejidad de definir la incorporación de otros actores al proceso de generación de conocimiento.

El requisito de incorporar diversos actores sociales surge de la necesidad de brindar contexto e insumos para la generación de soluciones que impliquen la puesta en práctica de conocimiento. En contraposición con un mo-

delo lineal de generación de conocimiento donde el mismo es generado en el ámbito académico y luego mediante un proceso de difusión-transferencia pasa o es adoptado por la sociedad, en un modelo sistémico la creación-adopción es un proceso integrado.

Este tipo de abordaje, transdisciplinario-participativo, de la investigación permite:

- -Incorporar conocimiento de distintas áreas y actores vinculados al problema
- -Avanzar en las estrategias de intervención y/o implementación para lograr las soluciones al problema
- -Validar y lograr la apropiación tanto del problema como de las soluciones propuestas por todas las partes interesadas

Daniel Lang et al.[1] definen la transdisciplinariedad como un "principio científico reflexivo, integrativo y orientado al método, qué tiene el objetivo de generar transiciones o solucionar problemas societales y científicos por medio de la diferenciación e integración de conocimientos provenientes de varios campos científicos y no científicos". Estos mismos autores identifican tres fases en el proceso de investigación transdisciplinar. La primera, es el encuadre colaborativo del problema y la conformación del equipo de investigación colaborativa. La segunda, es la co-generación de conocimiento orientado a soluciones. Por último, la tercera, es la integración del conocimiento y aplicación al problema (producción de soluciones).

Uno de los grandes desafíos de esta modalidad de investigación es definir el grado de interacción de los distintos actores a lo largo del proceso. Los grados de interacción refieren al nivel y modalidad de participación, yendo desde un nivel bajo o pasivo en el cual el actor solo recibe información, a un nivel de alta interacción cuando el actor es partícipe activo del proceso. Sumado a esto, el grado de interacción de los actores puede ir cambiando en las distintas fases de la investigación, pudiendo ser consultados al principio, informados en el medio y participados en el final.

Aunque la aplicación de un enfoque transdisciplinar y el abordaje de proyectos vinculados al desarrollo sostenible, ya me pauta la necesidad de un grado de interacción de actores significativo, esta variable va a tener que ser ajustada para cada proyecto dada las características particulares del mismo. En el trabajo de Schneider et al.[2], donde se analizan 16 proyectos vinculados a la gestión sostenible del agua financiados en un período de 4 años por la Fundación Nacional de Ciencias de Suiza, se identifican seis criterios que deben considerarse a la hora de definir el grado de interacción requerido.

Del estudio se desprende que es necesario aumentar el grado de interacción a medida que me muevo a proyectos que tienen objetivos transformativos, en temas más controversiales y en los que las redes de contacto no están plenamente establecidas, con actores en algunos casos escépticos. Aquí los objetivos transformativos refieren al tipo de conocimiento que se quiere generar en el proyecto. El conocimiento transformativo nos plantea cómo hacer la transición entre la situación actual y la situación objetivo, es de carácter práctico y busca la implementación.

1. LANG DJ, WIEK A, BERGMANN M, STAUFFACHER M, MARTENS P, MOLL P. (2012). "Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges", Sustain Sci. Vol. 7, pp. 25-43.

2. SCHNEIDER F, BUSER T (2018). "Promising degrees of stakeholder interaction in research for sustainable development" Sustainability Sciences, Vol 13, pp 129-142.

Claramente proyectos de investigación que apuntan a contribuir a desafíos de sostenibilidad requieren un mayor involucramiento de los actores en las distintas etapas del proceso. Lo cual implica un mayor cuidado en el diseño y ejecución de la vinculación para evitar desmotivación o cansancio a todas las partes involucradas. Es justo decir que, en proyectos de este tipo, en el ámbito de la transdisciplina, la planificación de la vinculación (desde la selección de actores hasta definir el grado y modo de interacción) debe ser parte integral del proceso de investigación para asegurar el éxito de la misma.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

A Eletromobilidade nos países do Mercosul

Perspectivas de integração entre os países com base na infraestrutura de recarga e interoperabilidade

FERNANDO CAMPAGNOLI

FABRÍCIO PIETROBELLI

NICOLÁS CASTROMÁN

Fundado em 1991, o Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) é a mais abrangente iniciativa de integração regional da América Latina, criado ao final da década de 1980 (MRE, 2021), como um instrumento fundamental para a promoção da cooperação, do desenvolvimento, da paz e da estabilidade na América do Sul. Como membros fundadores, estão Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, que assinaram como signatários do Tratado de Assunção em dia 26 de março de 1991, oficializando a sua criação, com sede oficial localizada em Montevidéu (Uruguai).

No campo das iniciativas econômicas comerciais, além de agendas externas com países como Canadá, Coreia do Sul, Singapura, Líbano e Vietnã, além da União Europeia, pode-se citar como avanços mais recentes: a aprovação do Protocolo de Cooperação e Facilitação de Investimentos, que amplia a segurança jurídica e aprimora o ambiente para atração de novos investimentos na região (2017), a conclusão do acordo do Protocolo de Contratações Públicas do MERCOSUL, que cria oportunidades de negócios para as empresas, ampliando o universo de fornecedores, a modernização no tratamento de questões regulatórias, com a aprovação do Acordo de Boas Práticas e Coerência Regulatória (2018), a assinatura do Acordo sobre Facilitação de Comércio do MERCOSUL (2019), a assinatura do Acordo para a Proteção Mútua das Indicações Geográficas dos Estados Partes do MERCOSUL (2019), a aprovação do Marco geral para as Iniciativas Facilitadoras de Comércio no MERCOSUL, relativas a regulamentos técnicos (2019), e a conclusão da negociação de acordo sobre comércio eletrônico do MERCOSUL (2020) (MRE, 2021).

No estágio atual de envolvimento entre os países membros e com as iniciativas no campo da mobilidade elétrica, ainda que em esferas particulares nos países que experimentam essa vertente da transição energética mundial, propõem-se no presente artigo uma discussão de desafios e oportunidades de desenvolvimento integrado, no que tange aos aspectos da infraestrutura de recarga e da interoperabilidade.

Como a mobilidade elétrica nestes países ainda está em fase de formação e construção de uma base comercial, tanto para os usuários de veículos como para novos modelos de negócio relacionados, pode-se pensar que o alinhamento técnico de requisitos comuns e o descompromisso com qualquer alternativa tecnológica podem compor um ambiente favorável à inovação, ao aprimoramento da indústria nestes países e proporcionar relações comerciais sustentáveis de bens e serviços.

Assim, o presente artigo parte inicialmente por descrever o estado atual da infraestrutura de recarga e dos padrões utilizados nos países do MERCOSUL, citando exemplos de integração com a indústria, perspectivas de integração de corredores elétricos entre os países e culminando nos desafios esperados para a "integração através de corredores elétricos" com fontes renováveis para favorecer ainda mais as relações comerciais entre os países.

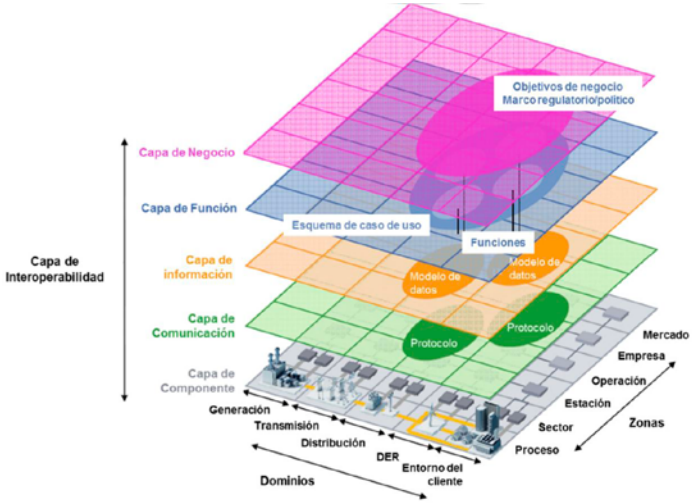
Diagnóstico atual

A implantação coordenada de infraestruturas de carga pública e privada, tanto em zonas urbanas como rurais, potencializa a mobilidade eléctrica e a posiciona como um recurso integrado e à serviço das redes eléctricas. Neste contexto, a interoperabilidade dos sistemas de recarga é crucial para alcançar o conforto e a facilidade de uso que os usuários requerem para a adoção massiva de veículos elétricos. A interoperabilidade, entendida como a comunicação aberta, e a troca de dados entre dispositivos e sistemas informáticos, deve garantir segurança, escalabilidade, eficiência e simplicidade (PNUMA, 2021).

A interoperabilidade permite que as/os usuários de veículos eléctricos não só se transportem entre diferentes regiões ou países, mas também que carreguem os veículos elétricos em qualquer área estabelecida, independentemente do fornecedor ou dos operadores do serviço. Também permite a interação dos sistemas de recarga com os sistemas elétricos e ter uma gestão da demanda segundo a disponibilidade da rede elétrica (PNUMA, 2021).

Conceitualmente, a interoperabilidade entre sistemas ou componentes pode ser entendida através do Modelo de Arquitetura de Rede Inteligente ("Smart Grid Architecture Model", SGAM) definido pela Organização Europeia de Padronização "CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group" (CEN-CENELEC, 2014). Este modelo consiste em cinco camadas que representam objetivos e processos de negócios, funções, troca de informações e modelos, protocolos de comunicação e componentes (Figura 1).

Figura 1. Modelo de Arquitetura de Smart Grid (SGAM)



Fonte: CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group (2014)

A primeira delas, de negócios, representa a visão de negócios sobre a troca de informações relacionadas a redes inteligentes. A segunda, de função, por sua vez, descreve os casos de uso do sistema, funções e serviços, incluindo seus relacionamentos do ponto de vista arquitetônico. As funções são representadas independentemente de atores e implementações físicas em aplicativos, sistemas e componentes (CEN-CENELEC, 2014).

A camada de informações (terceira) descreve as informações que estão sendo usadas e trocadas entre funções, serviços e componentes. Esses objetos de informação e modelos de dados canônicos representam a semântica comum para funções e serviços, a fim de permitir uma troca de informações interoperáveis através de meios de comunicação. A ênfase da camada de comunicação (quarta) é descrever protocolos e mecanismos para a troca interoperável de informações entre componentes no caso de uso, função ou serviço subjacente e objetos de informação ou modelos de dados relacionados (ibid).

Finalmente, a ênfase da última camada, de componentes, é a distribuição física de todos os componentes participantes no contexto da rede inteligente (smart grid). Isso inclui atores do sistema e do dispositivo, equipamentos do sistema de energia, dispositivos de proteção e telecontrole, infraestrutura de rede e qualquer tipo de computador (ibid).

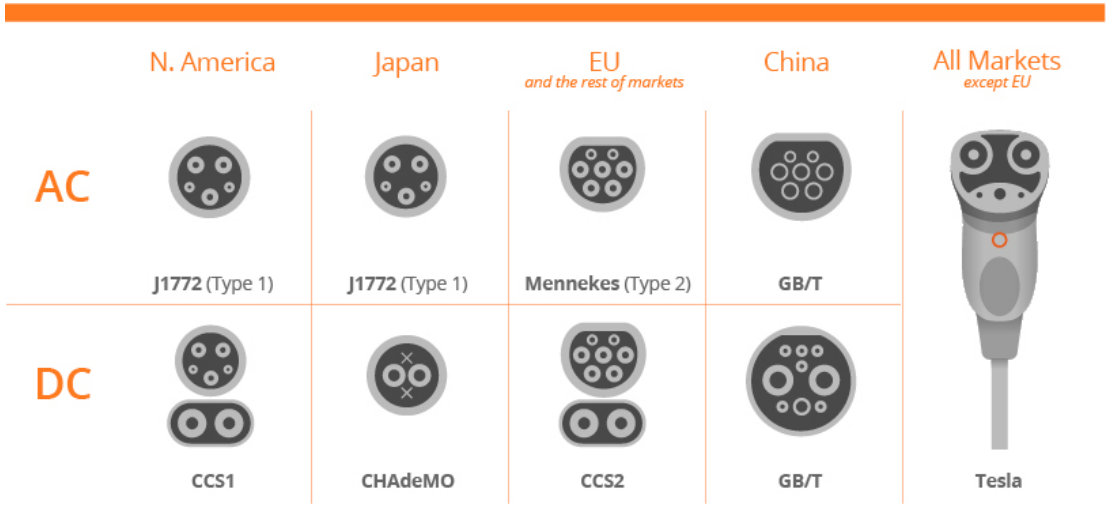
Nos últimos anos, a América Latina avançou significativamente na instalação de pontos de recarga para veículos elétricos, com especial destaque para o Chile, a Colômbia, a Costa Rica e o Uruguai. Estes mesmos países estão em processo de estabelecer diretrizes que permitem a troca de informações entre diferentes infraestruturas de recarga, independentemente de pertencerem a diferentes fornecedores, bem como novas estruturas para a prestação deste serviço (PNUMA, 2021).

Observa-se que os países mais dinâmicos na criação destas diretrizes reúnem algumas características particulares e comuns entre si. Naturalmente, trata-se de países comprometidos com a mobilidade elétrica, pois somam a causa ambiental à necessidade de reduzir o custo econômico associado aos transportes e ao recurso que não dispõem – o petróleo. Contudo, a padronização de conectores e a garantia da eletromobilidade surgem primeiro em países onde coexistem múltiplos distribuidores de energia elétrica, como é o caso da Colômbia, Costa Rica e Chile. No Uruguai, por exemplo, apesar do país ter definido como objetivo nacional a transformação de seu sistema de transporte, a presença de uma única distribuidora de energia no território não tem favorecido a resolução precoce dos desafios impostos pela mobilidade elétrica.

Não obstante, a padronização dos elementos de hardware e software que permitem a interoperabilidade facilitará não só um serviço otimizado (seamless services) para os utilizadores, mas também a criação de um mercado comum sem requisitos tecnológicos específicos acrescentados a nível nacional. Este processo deverá estabelecer diretrizes claras, e ligações com código aberto e seguro no conjunto de todos os países da região (PNUMA, 2021).

Existe, contudo, uma diversificação dos sistemas e infraestruturas projetados e implantados atualmente, com elementos que diferem espacialmente ao longo do continente. Pode-se apontar que existe uma tendência de adoção de conectores de padrão europeu nos países ao sul da América do Sul, enquanto os localizados ao norte estão optando pelo padrão norte-americano. A Figura 2 ilustra os padrões de conectores predominantes nos mercados globais atualmente.

Figura 2. Padrões de conectores predominantes nos mercados globais atualmente



Fonte: Enel X (2019)

No âmbito do Mercosul, a padronização dos conectores nos pontos de recarga para veículos elétricos, acompanhada pela interoperabilidade das infraestruturas e sistemas de recarga, pode alavancar a adoção da tecnologia elétrica nos próximos anos, além de fortalecer o desenvolvimento tecnológico e as atividades econômicas e comerciais na região. Os países integrantes deste Bloco, contudo, encontram-se em estados díspares de implantação das infraestruturas e tecnologias adotadas, o que acentua o desafio para a integração regional. A seguir, é apresentado um diagnóstico atual da infraestrutura de recarga e interoperabilidade dos países que compõem o Mercosul.

1.1 Brasil

No caso brasileiro a infraestrutura de estações de recarga é uma iniciativa do setor privado de montadoras de veículos e alguns atores, também privados, em condomínios residenciais e estabelecimentos comerciais.

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL- impulsionou o mercado de mobilidade elétrica em 2018, por meio da Resolução Normativa nº 819/2018 que regula a oferta de serviços de recarga e com a publicação da Chamada Estratégica de Projetos nº 22/2018, intitulada de "Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente", na qual as empresas de energia elétrica reguladas pelo Programa de P&D poderiam apresentar propostas de estudos no tema.

Essa Chamada agregou inicialmente 38 projetos em todo país, com cerca de 1.200 pesquisadores, num volume de recursos da ordem de 110 milhões de dólares (US$), sendo 11 milhões de dólares em contrapartida de recursos externos ao Programa, oriundos de parceiros da indústria. Deste universo, após ajustes pontuais e cancelamento de alguns por parte das empresas proponentes, constam na base de dados da ANEEL atualmente 30 projetos em execução, que somam cerca de 90 milhões de dólares em investimentos nos próximos 4 anos.

Cabe ressaltar que a referida Chamada de projetos exigiu que fossem executados em redes de inovação com a indústria, envolvendo universidade e centros de pesquisa, para o desenvolvimento das soluções propostas. Exigiu-se também que os projetos contemplassem a instalação de infraestrutura de recarga de veículos para a devida experimentação. Essa modalidade de desenvolvimento de projetos com a indústria buscando a inovação impulsionou novos atores, como startups, representantes da indústria de bens e prestadores de serviços para o ecossistema de mobilidade elétrica no Brasil (CAMPAGNOLI, 2020b).

Como esses projetos estão em fase inicial e com duração de 4 anos, e todos preveem a instalação de infraestrutura de recarga, espera-se que ao final dos projetos, em 2023/2024, boa parte da infraestrutura de postos de recarga no país permita que nas principais rodovias do país sejam formados corredores elétricos ativos, com uma ampla gama de serviços e desenvolvimento de novos negócios em curso, retribuindo ao consumidor seu investimento.

Pela distribuição geográfica das empresas proponentes não seria difícil arriscar que nesse período o Brasil

promoverá corredores elétricos litorâneos do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, com entradas pela região Sudeste até o Centro Oeste do país. A região Norte ficou restrita a iniciativas localizadas da Eletronorte e Norte Energia, que mais tarde poderão integrar-se com os corredores elétricos que estão atualmente em construção.

Atualmente mais de 90% dos conectores em uso neste país são do tipo 2 (norma europeia), escolhidos pelo próprio desenvolvimento do mercado nacional, uma vez que a REN 819/2018 preferiu não definir padrões nesta fase inicial de um mercado ainda pouco expressivo. Para a atualização deste normativo, a ANEEL convocou a Tomada de Subsídios n.º11/2021 para a participação da sociedade, com previsão de conclusão deste processo até o final de 2021, seguido de Consulta Pública para um novo normativo em 2022, que regulamentará o tema de mobilidade elétrica no contexto dos Recursos Energéticos Distribuídos (RED), em conjunto com redes descentralizadas de distribuição, armazenamento de energia, medidores inteligentes e principalmente sobre o protagonismo do consumidor/usuário na gestão de sua carga de energia.

Devido à alta variação cambial do dólar em relação a moeda brasileira (real) a importação das estações de recarga por parte das empresas de energia elétrica tem ficado comprometida, abrindo-se a oportunidade comercial para empresas nacionais ocuparem essa parte do mercado, ainda que com uma pequena parcela de nacionalização dos produtos. Num futuro próximo o país pode passar de importador a exportador de estações de recarga, como as empresas nacionais brasileiras WEG e Incharge, por exemplo.

Entretanto o tema da mobilidade elétrica assume no Brasil um caráter multisetorial, em razão da sua transversalidade, requisitando a participação do consumidor/usuário como um protagonista ativo na gestão de sua carga de um lado, e as políticas públicas e ações regulatórias de vários setores por outro, o que traz ao cenário atual diversas expectativas de resultados, em curto, médio e longo prazo (CAMPAGNOLI, 2020b), conforme representado na Tabela 1.

A discussão intersetorial deve ser precedida de fóruns selecionados com setores da indústria e órgãos certificadores, além de agências de fomento e fundos de investimento. A partir do diálogo pró-ativo dos reguladores apoiados na inovação, moderando-se na postura de comando/controle e fiscalizatória será possível empreender mecanismos operacionais de sucesso, os quais devem ser apoiados por regulamentação formal, planos de governo e políticas públicas construídas em conjunto com a sociedade.

A operação do V2G é um bom exemplo disso. Seria oportuno que as empresas distribuidoras de energia adequassem parte de suas redes para tal, enquanto outros mecanismos regulatórios como as tarifas horárias estivessem em curso e iniciativas de armazenamento de energia, sejam públicas ou privadas, fossem implementadas, a fim de dar sustentabilidade econômica e ambiental para os novos negócios.

Tabela 1: Ações potenciais intersetoriais para eletromobilidade no Brasil.

Setores relacionados	Curto Prazo (1 a 2 anos)	Médio Prazo (2 a 4 anos)	Longo Prazo (4 a 10 anos)
Elétrico	Revisão REN 819/ 2018	Possibilidade de Operação V2G	Compra de energia pelo consumidor do mercado livre
Transporte	Estações de recarga em rodovias	Incentivos fiscais nas rodovias estaduais e federais	Metas de extinção veículos a combustão
Logística (última milha)	Estações de recarga em centros de distribuição de produtos	Estações de recarga ultra-rápida para veículos pesados como grandes HUBs de recarga	Planos diretores municipais e estaduais para distribuição de produtos com emissão zero
Petróleo	Incremento de veículos híbridos flex a Etanol	Integração com geração de energia (etanol e biomassa)	Metas de extinção veículos a combustão
Aquaviário	Testes de embarcações cargas e pessoas	Operação V2G integradas com plantas de renováveis	Testes de longa distância
Aéreo	Testes com veículos aéreos e drones para cargas e pessoas	Guias e Normas técnicas	Testes de longa distância
Telecomunicações	Testes com veículos autônomos	Entrada do 5G	Testes de longa distância

Fonte: elaboração própria, a partir de informação extraída e modificada de CAMPAGNOLI, 2020b
Nota: o setor de Ciência e Tecnologia não foi apresentado na Tabela por se tratar de um tema transversal a todos os setores.

1.2 Argentina

A Argentina encontra-se em uma situação embrionária na eletromobilidade, sendo recentes os avanços significativos em estudos e planejamento nacional sobre esta tecnologia. Em termos de legislação específica, o país avança com a elaboração de um projeto de lei nacional de promoção da mobilidade sustentável, o qual articula as oportunidades de promoção da mobilidade elétrica com o desenvolvimento industrial e tecnológico nacional, a geração de empregos e a redução de emissões de gases de efeito estufa do setor de transportes (MDP, 2021).

No que tange a interoperabilidade, há uma expectativa de que em breve seja aprovada uma lei nacional tratando do tema, pois já é matéria em estudo pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e pelo Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (INTI) da Argentina, segundo MOVE (2021).

Com relação aos veículos elétricos, observa-se um forte incremento de veículos de uso particular, de natureza híbrida, no país. Além disso, desde o ano de 2019, o governo da cidade de Mendoza colocou 18 ônibus elétricos a baterias em operação na cidade. Na capital argentina, Buenos Aires, operam outros dois veículos deste tipo em um projeto piloto desde 2020, com o apoio do Ministério de Transportes. Cabe destacar que o país estabeleceu e regulamentou a Lei 27.424 para a energia distribuída, e já ocorrem os primeiros casos de permissão de venda de eletricidade por parte de atores privados às distribuidoras. Isso deverá incentivar a adoção de novos ônibus elétricos nas cidades argentinas, na medida em que estes veículos poderão devolver e vender à rede a sua energia excedente – estabelecendo, assim, o fluxo "V2G" (vehicle to grid) (MOVE, 2021).

O Ministério de Transporte, por sua vez, está empenhado nas instâncias de interlocução no âmbito do Mercosul, pois entende que é um fórum adequado para dirimir os desafios técnicos associados à interoperabilidade, trabalhando de maneira conjunta com a região. Em maio de 2021, este país estava a cargo da presidência pro tempore do Subgrupo de Trabalho nº 5 (em Transportes), e destacou aos demais membros a importância da descarbonização dos transportes e de incluir na agenda deste subgrupo projetos relacionados com o transporte e o meio ambiente (MERCOSUR, 2021).

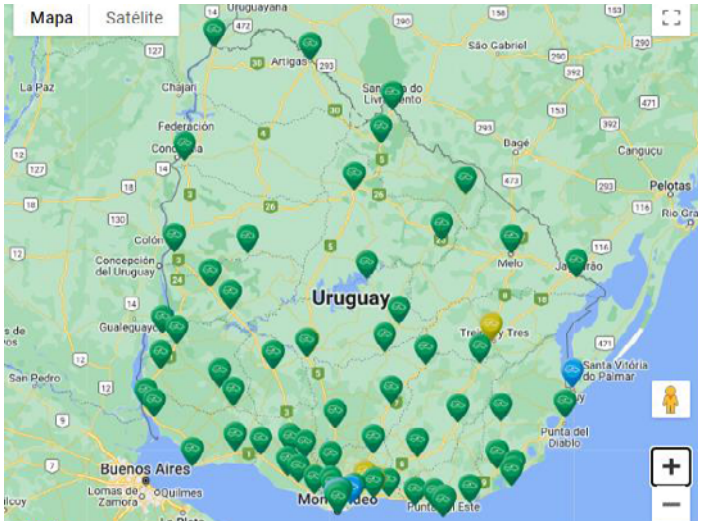
Na mesma direção, a Argentina ainda não definiu padrões de conectores para o país, ao mesmo tempo em que pleiteia o fortalecimento de sua indústria nacional por meio de uma estratégia nacional de eletromobilidade. Tal estratégia ainda está em elaboração, mas baseia-se no desenvolvimento industrial e produtivo do país para promover e fortalecer a mobilidade elétrica no seu território.

1.3 Uruguai

No Uruguai, observa-se uma expressiva comercialização de carregadores em corrente alternada (AC) com a norma da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC), sendo conectores do tipo 2. A rede de recarga em corrente contínua (DC) ainda está em desenvolvimento, enquanto aguarda a definição do governo nacional quanto ao tipo de conector admitido para a rede de carga (MOVE, 2021).

A empresa elétrica estatal uruguaia (UTE, Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas de Uruguay) tem uma importante liderança no tema de infraestrutura de recarga no país. Com mais de 150 pontos de recarga públicos instalados atualmente, a UTE pretende chegar a 300 pontos de recarga instalados até o final de 2023. Ainda, a empresa pública uruguaia é proprietária da maior frota de caminhonetas elétricas do país (mais de 90 unidades), e desenvolveu o seu próprio software de gestão de recarga ("CargaME"), o qual utiliza um código aberto de comunicação OCPP[1] (MOVE, 2021). A Figura 3 ilustra a localização dos pontos de recarga da rede pública instalada no Uruguai.

Figura Figura 3 Rede pública de carga de Uruguai



Fonte: (UTE, 2022)

Observa-se também o surgimento de novos atores para promover a operação dos pontos de recarga, além daqueles que compartilham com os clientes soluções de gestão de frotas comerciais de veículos. Neste caso, ainda é necessário definir como esses novos atores serão remunerados pelo serviço. Observa-se um interesse do governo uruguaio em avaliar a necessidade de uma regulamentação específica para os serviços de recarga ou se a vigente já seria suficiente. Será avaliada, ainda, a participação de outros atores além dos distribuidores de energia elétrica, seja em redes públicas quanto privadas, e se a tarifa deveria ser regulada pelo governo ou pelo próprio mercado (MOVE, 2021)

Uma importante iniciativa com o objetivo de aprimorar a transição energética no setor de transportes do Uruguai para atingir baixos níveis de emissão de carbono é o Projeto Movés (MOVÉS, 2020), financiado pelo Fundo Mundial de Meio Ambiente (Global Environment Facility, GEF). Este projeto é implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e executado pelos Ministérios de Indústria, Energia e Mineração (MIEM), Meio Ambiente (MA) e Habitação e Planejamento Territorial (MVOT) do Uruguai, com a colaboração da Agência Uruguaia de Cooperação Internacional (AUCI).

O projeto Movés, em associação com a ONU Hábitat, Instituto Wuppertal e SOLUTIONSplus, gerou um programa com o objetivo de incentivar a capacidade local na fabricação de veículos elétricos para entregas e sua posterior promoção como uma solução tecnológica

1. O OCPP é um protocolo padrão e aberto para a comunicação entre pontos de carregamento e um sistema central, onde um operador de ponto de carregamento pode, entre outros, monitorizar o estado dos pontos de carregamento, autorizar quem tem permissão para carregar ou realizar ações remotas, tal como parar uma transação em curso (Wallbox, 2021).

sustentável para transporte de cargas e logística de última milha, especialmente adaptado às necessidades urbanas do Uruguai. Foi feita uma chamada para os fabricantes locais de bicicletas elétricas com pedal auxiliar (como bicicletas de carga) e veículos utilitários elétricos leves (como os triciclos). Esses veículos, de fabricação nacional, farão parte do programa de testes tecnológicos para empresas e serão disponibilizados para locação a elas, sem custo (MOVÉS, 2020)

No campo das redes de inovação, destaca-se a criação do Grupo de Trabalho de Veículos Elétricos da Faculdade de Engenharia (FING) da Universidade da República do Uruguai, em 2016. Em 2018, o grupo de trabalho inscreveu-se ao "Programa de equipamentos científicos, aquisição de grandes equipamentos científicos", pelo qual adquiriu um equipamento de teste de bateria. A ideia do FING é desenvolver uma técnica de avaliação de diagnóstico que permita gerar uma "etiquetagem" das baterias usadas (MOVE, 2021).

No setor privado, a empresa Effiza, originalmente desenvolvedora de projetos fotovoltaicos, integrou a mobilidade elétrica ao seu negócio. A empresa desenvolveu um protótipo de carregador com valor agregado local, baseado em um microcontrolador de origem alemã, um conector Tipo 2 de origem chinesa e outros componentes adquiridos localmente. O servidor OCCP com o qual o carregador se comunica também foi fabricado no Uruguai (MOVE, 2021).

O protocolo de comunicação do carregador atende a norma ISO-15118, ou seja, quando utilizado em rede pública, permite que o veículo se conecte diretamente ao carregador para troca de informações, possibilitando a conexão de veículos não cadastrados na UTE (por exemplo: veículos estrangeiros circulando no Uruguai) (MOVE, 2021).

Além disso, a Effiza desenvolveu um software capaz de se integrar a qualquer carregador que se comunique pelo protocolo internacional OCCP em suas versões 1.2 a 1.6 (a UTE atualmente gerencia seus carregadores na versão 1.6). A empresa também realiza projetos de desenvolvimento no domínio da autenticação, reserva de carga e análise de dados associados a frotas (MOVE, 2021).

Outra linha de trabalho dessa empresa é a rastreabilidade da bateria. Estão sendo desenvolvidos protocolos que permitem registar as condições de utilização dos veículos elétricos e, assim, caracterizar as suas baterias associadas. Isso fornecerá informações aos usuários para decidir se continuam a utilizar o veículo com as mesmas baterias ou se seria adequado destiná-las a um segundo uso. Esta linha de trabalho é combinada com o projeto FING para testagem de baterias usadas (MOVE, 2021) (EFISA, F. A. 2021, comunicação verbal). Por outro lado, existe no Uruguai uma organização privada chamada "Autolibre", especializada em dar treinamento para o desenho e conversão de veículos de combustão (novos ou usados) a veículos 100% elétricos, além de fornecer os componentes para isso. A Autolibre Uruguai coordena um sistema

de empresas no México, Colômbia, Peru, Chile, Equador, Panamá, Uruguai e Argentina. Eles já converteram mais de 2.000 veículos de combustão interna em veículos 100% elétricos na região, com engenheiros e técnicos de cada um desses países. A meta da empresa é converter 10.000 veículos elétricos nesses países nos próximos 24 meses (MOVE, 2021).

1.4 Paraguai

A Administração Nacional de Eletricidade do Paraguai (ANDE), empresa geradora, transmissora e distribuidora de eletricidade, está tratando do tema de comercialização de carga para se considerar a tipologia de uso e sua respectiva tarifa, com modelos de pré-pagamento, a exemplo do início dos telefones celulares. Sobre este tema, apenas a ANDE pode vender energia elétrica atualmente, e quando se migra para o fornecimento da carga como um serviço, a venda de energia para tal pode se transformar uma barreira para a eletromobilidade. Atualmente existe uma consulta pública aberta para tratar sobre o carregamento de veículos elétricos.

A normatização é considerada importante para viabilizar e baratear a expansão das redes de recarga, cujo normativo pode ser futuramente referendado por lei. Existe no Paraguai um comitê para trabalhar a normativa de veículos elétricos, de caráter voluntário. O país entende que seria conveniente ter um padrão nacional definido, para que todo o ecossistema de mobilidade possa ser financiado mais facilmente, pois a diferença de custo entre os terminais padronizado ou com vários conectores é muito expressiva.

Nesse sentido, a empresa Binacional Itaipu (Paraguai e Brasil) desenvolveu junto com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Instituto Nacional de Tecnologia, Padronização e Metrologia (INTN, Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología) uma Guia para a Padronização da Mobilidade Elétrica no Paraguai (BID, 2020), a qual define um quadro de prioridades para o estabelecimento de normas que criem condições técnicas para garantir uma transição segura e ordenada para a mobilidade eléctrica.

Além disso, o país encontra-se em processo de revisão da sua Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica, a qual terá contemplada em seus eixos estratégicos a definição de critérios técnicos para veículos elétricos e sistemas de recarga, através do estabelecimento de regulamentações, normas e padrões para componentes e infraestruturas de recarga (STP, 2021, no prelo).

Em nível privado, observa-se forte incremento de marcas chinesas, que trazem seus padrões específicos. Entretanto, por não haver ainda um normativo definido, existe uma variedade de conectores empregados, o que pode representar uma barreira futura para a interoperabilidade e para um custo eficiente da mobilidade elétrica no país.

Ainda assim, o Paraguai avança com a implantação de estações de recarga em seu território através do projeto "Ruta Verde". Instalada sobre a Ruta PY02, o projeto

permite aos usuários de veículos elétricos realizar recargas em quatro localidades estrategicamente selecionadas, instaladas a cada 70 km, conectando a capital Assunção (oeste do país, fronteira com a Argentina) à Cidade do Leste e Hernandarias (leste do país, fronteira com o Brasil).

O Ruta Verde é executado pelo Parque Tecnológico de Itaipu (Paraguai), em cooperação com a Binacional. Cada estação de recarga conta com espaço para recarregar dois veículos elétricos ao mesmo tempo, de forma gratuita. As estações são subsidiadas e estão operando em modo experimental. Elas contam com diferentes tipos de carregadores, de lentos a rápidos, tendo sido adotados três tipos de conectores no projeto: o CHAdeMO e o CCS para carregadores de corrente contínua, e o tipo 2, para corrente alternada (ABC, 2021). A previsão é de que estas quatro sejam as primeiras de uma série de estações instaladas pelo projeto.

2. Perspectivas de integração dos corredores elétricos no MERCOSUL

A mobilidade eléctrica é uma estratégia prioritária para os países da América Latina e do Caribe como meio de descarbonizar o setor dos transportes e reduzir a dependência dos combustíveis fósseis. Esse setor continua sendo o que tem o maior uso de este tipo de energia entre os setores da economia e, portanto, o torna líder em termos de emissões relacionadas a combustíveis fósseis - 15% de todas as emissões regionais de gases de efeito estufa (GEE) em 2018, segundo PNUMA (2020).

Entretanto, a região da América Latina e do Caribe tem condições favoráveis para avançar na implantação da tecnologia de mobilidade elétrica. Tem, entre outras coisas, uma elevada capacidade instalada baseada em fontes de energia renováveis para gerar eletricidade e uma utilização intensiva de ônibus de transporte público. Somados à alta incidência do transporte na geração de GEE, esses fatores levaram muitos países a priorizar o transporte como parte de suas contribuições determinadas a nível nacional.

Conforme aponta a quarta edição do relatório anual de mobilidade elétrica do Programa MOVE "Mobilidade Elétrica: Avanços na América Latina e no Caribe", 27 dos 33 países da região priorizaram o transporte como elemento central para atingir suas metas de redução de emissões no âmbito do Acordo de Paris, sendo que 13 mencionaram a mobilidade elétrica de maneira específica dentro dos seus compromissos internacionais (PNUMA, 2021).

Apesar da grande oportunidade que a mobilidade eléctrica representa para a região, a falta de conhecimento e de capacidades em torno aos avanços, os processos, a legislação e outros elementos, ainda constitui uma barreira ao aproveitamento da tecnologia eléctrica nos transportes. Em resposta a esses obstáculos, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para a América Latina e o Caribe lançou o Programa MOVE em 2016, com a missão de acelerar a transição para a mobilidade eléctrica na região (movelatam.org).

Desde então, o MOVE evoluiu e ampliou a sua rede de participantes e o seu âmbito geográfico. Atualmente, o Programa oferece serviços em matéria de assistência técnica, capacitação, criação de conhecimento e acesso ao financiamento em 14 países da América Latina e do Caribe. Os diferentes níveis de desenvolvimento e de condições sociais e econômicas destes 14 países fazem com que as barreiras também sejam oportunidades, na medida em que o MOVE conecta as necessidades e fortalezas de cada país para desenvolver e fortalecer o marco habilitante necessário na região.

Nesse sentido, desenvolve-se o projeto regional "Avançando com uma abordagem regional para a mobilidade elétrica na América Latina", financiado pelo Fundo Verde do Clima e implementado pelo PNUMA através do Programa MOVE. Participam neste projeto: Argentina, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, República Dominicana e Uruguai.

Através desse projeto, houve uma manifestação de interesse por parte do governo uruguaio por conhecer a experiência dos países vizinhos em temas de (i) regulamentação sobre segurança veicular e sobre níveis de emissões dos veículos de combustão que entram em seus países; e (ii) regulamentações que estão sendo aplicadas em relação à interoperabilidade das redes de recarga e aspectos tarifários. Nesse sentido, em junho de 2021, através do Programa MOVE, foi realizado um workshop regional com a participação de técnicos e autoridades vinculados aos governos do Uruguai, Argentina, Brasil, Paraguai, Colômbia e Costa Rica.

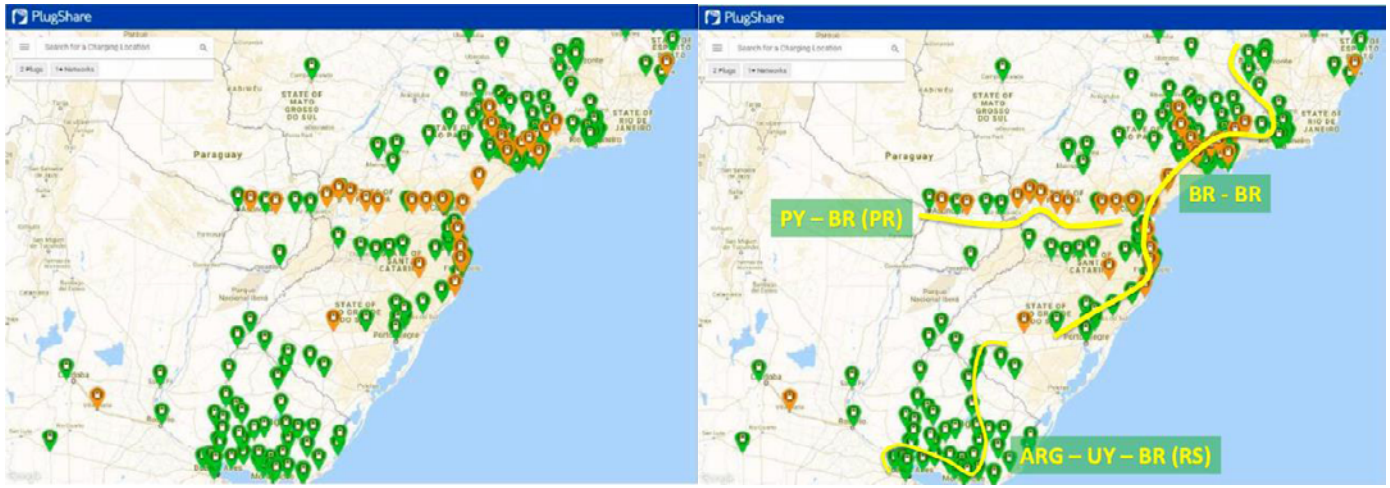
O evento em questão teve como objetivo ampliar o conhecimento entre os países da região sobre padronização de conectores e a interoperabilidade de sistemas de recarga, além de estabelecer e fomentar um primeiro diálogo, multisetorial e internacional entre técnicos e tomadores de decisão. Como resultado, foi possível identificar que, via de regra, os países têm avanços incipientes na implementação da mobilidade elétrica, dedicando maior atenção a temas como superar os custos iniciais da tecnologia, regulamentar a distribuição e comercialização da energia elétrica e viabilizar a infraestrutura de recarga necessária. Nesse sentido, o tratamento da interoperabilidade regional não constitui um tema prioritário para os países - a eletromobilidade ainda precisa ser fortalecida em cada realidade nacional. A abordagem regional da interoperabilidade é, portanto, um aspecto que pode ser abordado através da coordenação inicial de iniciativas nacionais.

Em termos de conectores e sua padronização, constatou-se uma tendência em restringir o tipo admitido nas redes públicas de carregamento dos países participantes do evento, que exigem um padrão mínimo de um ou dois tipos. Isso permitirá proporcionar um carregamento seguro e acessível ao maior número de veículos que são oferecidos no mercado. Há, também, um entendimento de que as camadas básicas de eletromobilidade (componentes físicos, como os conectores) devem ser desenvolvidas em

paralelo com as camadas superiores (como as de comunicações, informações, funções e modelos de negócios associados ao carregamento de veículos elétricos).

Além disso, foi possível visualizar as perspectivas de integração dos corredores elétricos no MERCOSUL, através do espaço de diálogo proporcionado por MOVE. A figura 4 ilustra o estado atual de implantação de postos de recarga nos países membros do MERCOSUL.

Figura 4. Estado de implantação de postos de recarga



Fonte: com base em PlugShare (2021)

Concomitante foram adotadas diversas iniciativas relacionadas a mobilidade sustentável urbana, incluindo estudos voltados à fiscalização, indicadores de qualidade do transporte público, guias de mobilidade e de novos instrumentos de promoção da mobilidade elétrica. Essas iniciativas evoluem para a criação de um Programa Nacional da Mobilidade Elétrica, com mecanismos financeiros para sua promoção, elaboração de normativos e planejamento territorial urbano, execução de programas de capacitação e desenvolvimento de competências para atores públicos e privados.

Estudos e soluções em desenvolvimento voltados a inovadores locais e desenhos conceituais de estações de recarga, com seus requisitos mínimos e cenarização futura da infraestrutura no Uruguai estão em consonância com os projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil, já citados da Chamada de Projetos da ANEEL nº 22/2018. Essa confluência de ideias configura um quadro bastante favorável para a adequação dos corredores elétricos que conectam esses países.

Da mesma forma, os aperfeiçoamentos regulatórios necessários como normativos de carregamento de veicular, definição de padrões e tipologia de conectores, regulamentos para baixa tensão dedicados a carregamento de veículos elétricos, programas de etiquetagem de eficiência energética, e protocolos de segurança, estão sendo discutidos no âmbito interno dos dois países.

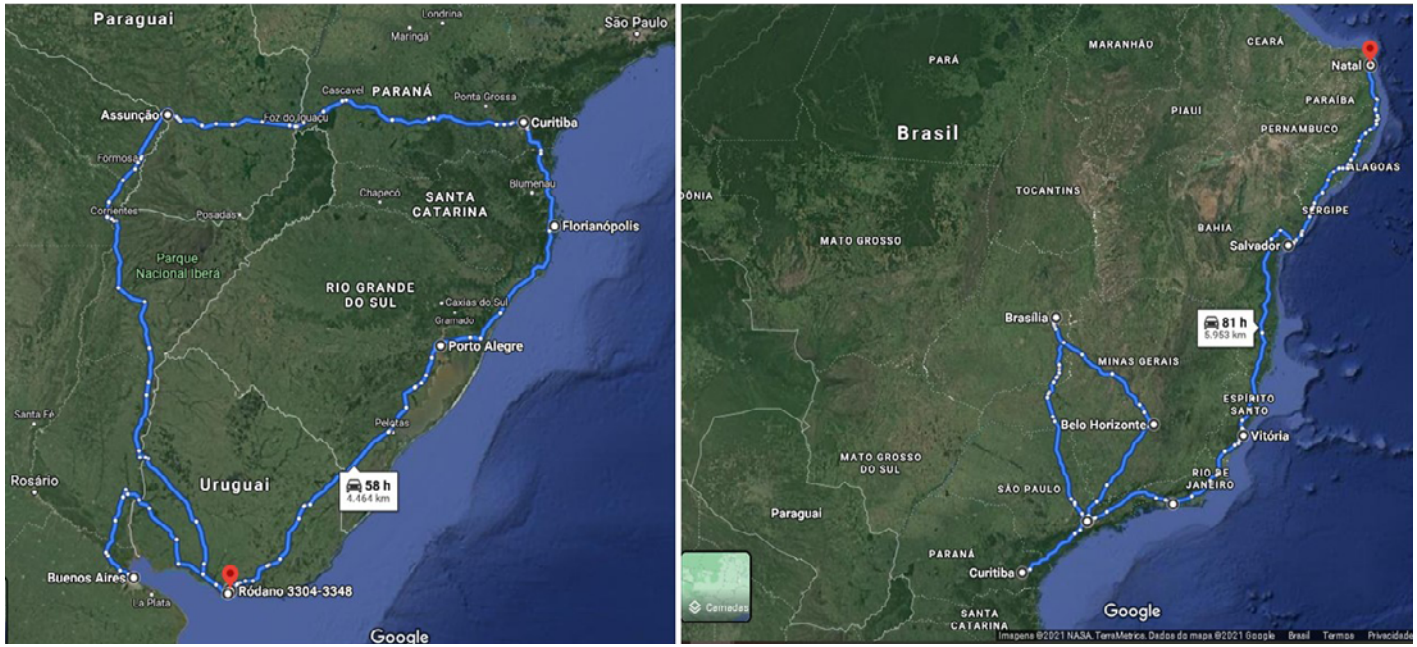
Na mesma direção, estudos de entrada da fonte de hidrogênio verde para a mobilidade elétrica, bem como estudos de seu mercado potencial, tem sido objeto de interesse de fundos de financiamento europeus (como a cooperação alemã, através da GIZ) e do BID na América Latina, e, sobretudo no Uruguai e Brasil, que se mobilizam por meio de seus agentes de regulação e de pesquisa e desenvolvimento.

Cabe destacar que além da confluência das iniciativas próprias da região no campo da mobilidade elétrica, já em 2018 a Mesa Diretiva da Comissão de Integração Energética Regional (CIER)[2], que conta com a participação dos comitês nacionais dos seus países membros, constituiu um grupo de trabalho especial dedicado a construir uma integração por um eletrocorredor, com a interconexão dos países por meio de estações de recarga de veículos elétricos nas rodovias existentes, ligando as capitais do Uruguai, Paraguai e Argentina aos estados brasileiros do Paraná (Foz do Iguaçu) e Rio Grande do Sul (CIER,2018).

Essas conexões pelos corredores elétricos entre os países, se somadas aos corredores elétricos internos de cada um deles, podem conectar todo o litoral e o interior do Brasil, ampliando a malha de corredores elétricos para dimensões continentais, conforme ilustra a figura 4, com o Corredor Elétrico da Interligação (CEI) à esquerda e sua conexão interna no território brasileiro à direita. Os dois corredores somados chegam a 10.500 km que potencialmente podem ser utilizados para transporte de cargas e/ou pessoas e em modelos de negócio em eletromobilidade, para desenvolvimento de relações comerciais entre os países, envolvendo as indústrias nacionais e seus mercados consumidores.

2. O CIER é uma organização internacional regional que reúne empresas e organizações do setor energético dos Países Membros (Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela), bem como Membros Associados e Entidades Relacionadas (CIER, s.d.).

Figura 5. Corredores elétricos potenciais no MERCOSUL.



Fonte: elaboração própria com base em Google Maps

A imagem da esquerda mostra o CEI entre os quatro países, na ordem de 4.600 km, e a imagem da direita a conexão deste corredor com os que estão em formação no território brasileiro, estimado em 5.900 km – compondo, assim, o potencial eletrocorredor de 10.500 km de extensão.

3. Os desafios para a integração

Os corredores elétricos potenciais apontados e os aperfeiçoamentos regulatórios e legais necessários para o desenvolvimento da mobilidade elétrica nos mercados dos países membros do MERCOSUL, embora aqui elencados como início de discussões técnicas entre os países envolvidos, dependem também de formalização no âmbito dos entendimentos multilaterais e dos acordos internacionais já firmados.

Na reunião do Subgrupo de Trabalho N°5 em Transportes do Mercosul, em maio de 2021, por iniciativa da presidência pro tempore da Argentina, foi referida a

importância de começar a incluir na agenda do grupo de trabalho os projetos relacionados com os transportes e o meio ambiente, bem como a importância de trabalhar em conjunto, associando tanto o conhecimento como os recursos. As demais delegações do Grupo coincidiram com a delegação da Argentina, e houve consenso em manter o tema da eletromobilidade na agenda, para seguir compartilhando informações (MERCOSUR, 2021).

Ainda assim, a discussão promovida pelo workshop regional de MOVE, em junho de 2021, evidenciou uma visão comum da importância de se definir um conjunto semelhante de tipos de carregadores, a fim de beneficiar os usuários e facilitar a viabilidade econômica da infraestrutura de recarga, assim como a sua operação (MOVE, 2021).

Concomitantemente, os representantes consultados entendem que se deve definir uma camada básica de componentes físicos em paralelo às camadas de comunicação, informação e modelos de negócio relacionados à atividade de recarga. Se bem que a interoperabilidade regional ainda não é um tema prioritário aos países, a consolidação das malhas viárias elétricas em cada país, sem o devido planejamento e integração com os demais sistemas de recarga, pode provocar obstáculos ao trânsito e ao comércio futuramente, a exemplo do que se observa nos países europeus, que agora tentam compatibilizar suas diferentes operabilidades e sistemas de pagamento.

De qualquer modo, existe um entendimento de que é um tema importante a ser considerado e de que as discussões técnicas, operacionais e regulatórias referentes à interoperabilidade devem continuar em algum fórum de integração dos países – a exemplo de MOVE e do respectivo evento realizado. Alguns participantes sugeriram que o Programa Regional de Mobilidade Elétrica da ONU (o MOVE) poderia também sediar as discussões regionais e coordenar as ações estratégicas para o avanço comum e integrado das infraestruturas de recarga entre os países.

Conhecendo o estado atual de avanço da mobilidade elétrica nos países da América Latina e do Caribe, entendendo a complexidade dos desafios que a interoperabilidade apresenta e compartilhando do entendimento exposto pelos países no evento realizado, o Programa MOVE lidera atualmente um novo projeto regional sobre este tema.

Ainda assim, será necessário definir qual o âmbito mais adequado para avançar com a articulação, gestão e apoio à implementação da interoperabilidade e seus elementos. A falta de experiências maduras em outras partes do mundo, junto com a abrangência geográfica proposta, amplifica e torna únicos os desafios. Para o caso do MERCOSUL, considera-se, ainda, que existem oportunidades de desenvolvimento tecnológico e reforço das relações comerciais a partir destes desafios. Sustentados por acordos já estabelecidos e uma relação duradoura, os países do MERCOSUL poderiam aproveitar estes desafios também para integrar medidas ambiciosas de mitigação e adaptação climática no centro das estratégias de recuperação econômica da região em face à crise do COVID-19. Assim como aponta o Programa de Meio Ambiente da

ONU (UNEP,2020), uma recuperação econômica alinhada com os objetivos do Acordo de Paris permitirá que os países se reconstruam melhor, impulsionando o crescimento econômico, a criação de empregos e a obtenção de múltiplos benefícios ambientais e sociais.

Nesse sentido, os planos nacionais de eletromobilidade dos países membros do MERCOSUL poderiam ser confrontados entre si no intuito de se identificar ajustes operacionais necessários à interoperabilidade para que, respeitando-se as escolhas tecnológicas e operacionais de cada país, seja possível proporcionar um alinhamento de ações para promover intercâmbios comerciais de novos modelos de negócio, envolvendo fabricantes, fornecedores e usuários.

4. Conclusões

Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai possuem ampla experiência de cooperação em diversos aspectos e em múltiplos ambientes institucionais. Em particular, destacam-se a coordenação nos setores de energia elétrica, produção de automóveis e autopeças, expressa em múltiplos projetos de geração de eletricidade já realizados, um longo histórico de trocas de energia elétrica e os Acordos de Complementação Econômica do setor automotivo no âmbito da Associação Latinoamericana de Integração (ALADI, 2021). O MERCOSUL é, possivelmente, a expressão mais profunda desta vocação colaborativa, mas, principalmente, é uma esfera institucional cujo âmbito geográfico inclui uma sub-região com enorme potencial para a integração internacional da eletromobilidade.

Nesse sentido, os Subgrupos de Trabalho nº 5 (Transportes), nº 7 (Integração Industrial e Produtiva), e nº 9 (Energia) do MERCOSUL constituem âmbitos de coordenação atrativos para discutir e explorar as oportunidades oferecidas pela eletromobilidade, assim como os desafios da interoperabilidade nas agendas dessa sub-região. Este espaço de interlocução tem o potencial de facilitar a definição de acordos multipaís, através dos quais possam ser tratados e padronizados elementos que irão acelerar a interoperabilidade regional das infraestruturas e sistemas de recarga para veículos elétricos.

Tais acordos e definições poderiam não apenas alavancar a adoção da tecnologia elétrica nos próximos anos, como também fortalecer a cooperação econômica e comercial já existente entre os seus países membros. Ainda assim, poderiam permitir o desenvolvimento local e regional de novos serviços e tecnologias, os seus respectivos escalonamentos - resultantes da reutilização dos componentes interoperáveis, e a consequente redução de custos de instalação, integração e operação. Ainda, com o potencial de conjugar as estratégias de interoperabilidade com as oportunidades de recuperação econômica verde, aproximando os países das metas do Acordo de Paris.

Se bem que a interoperabilidade para sistemas de recarga de veículos elétricos é um desafio complexo e recente no mundo, a América Latina e o Caribe, assim como o MERCOSUL, conta com o apoio do Programa MOVE e do canal de diálogo já estabelecido com os governos de seus países. A definição conjunta dos âmbitos mais apro-

priados para avançar com a implementação dos elementos técnicos, operacionais e regulatórios que garantirão a interoperabilidade deverá facilitar a construção regional de um planejamento integrado, o qual promoverá também um reforço das atividades econômicas envolvendo os fabricantes, fornecedores e usuários, ao gerar novos serviços e modelos de negócios.

Não obstante, apesar das experiências prévias de coordenação na região, e dos mecanismos atualmente disponíveis para facilitar a convergência tecnológica entre os países do MERCOSUL, os incentivos em relação à infraestrutura de recarga continuam acontecendo de forma dispersa e isolada.

No caso do Brasil, o ambiente regulatório é bastante favorável à regulamentação da matéria da eletromobilidade, tendo em vista que a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL já regulou em 2018 o tema e atualmente promove o desenvolvimento de soluções, com 30 projetos de pesquisa e desenvolvimento em curso em todo território nacional, em forma de redes de inovação com a indústria local. Concomitante, instaurou uma Tomada de Subsídios em Recursos Energéticos Distribuídos (RED), considerando os veículos elétricos e as estações de recarga como algumas modalidades importantes. Acredita-se que, quando concluídos, os projetos apresentem as soluções estudadas e abram caminho para inovações tecnológicas e de processos na indústria de bens e serviços, o que pode em muito promover a integração comercial com os países do MERCOSUL.

No Uruguai, como foi apontado na seção 2, a instalação de infraestrutura de recarga tem sido liderada pela empresa UTE, com uma implantação a nível nacional de carregadores AC do Tipo 2, em uma rede que já conecta o país às principais cidades da fronteira com o Brasil e a Argentina. Em julho de 2022, o Governo Nacional aprovou o Decreto 225/022, que estabelece que cada ponto de recarga para veículos elétricos e veículos híbridos plug-in que esteja localizado em um lugar de uso ou acesso público, deverá haver ao menos um sistema de alimentação de veículos (SAVE) com conector do Tipo 2 em caso de recarga com corrente alternada, e ao menos um conector do tipo CCS2 em caso de recarga com corrente contínua.

Com o esperado desenvolvimento e expansão da eletromobilidade em todo o mundo, impulsionado pelas políticas públicas e pelos diversos fabricantes, é fundamental que a região do MERCOSUL - região com maior fluxo de transporte terrestre de veículos de passeio e outros veículos leves da América do Sul – integre e harmonize as decisões nacionais com as de seus países vizinhos. A iniciativa do CIER é promissora, mas necessita contar com apoio explícito no nível do Poder Executivo para alcançar seus objetivos, e por isso é necessário contar com um maior comprometimento das autoridades nacionais e regionais. O Subgrupo de Trabalho nº 5 em Transportes do MERCOSUL pode ser um ambiente propício para centralizar e articular o apoio político necessário para transformar em normativas as visões técnicas que o Uruguai, Brasil, Argentina e Paraguai discutem tanto no CIER como em demais espaços de diálogo.

Referências bibliográficas

CAMPAGNOLI, F – Regulatory improvements with the promotion of Innovation for the integration of electric vehicles in Brazil – Final Project – Master Level of Electric Vehicles: a power sector perspective – on line course. Florence School of Regulation, Robert Schuman Centre for Adavanced studies. 2020a

CAMPAGNOLI, F. – "A rede de inovação no setor elétrico como um catalisador para impulsionar o ecossistema de inovação no setor elétrico brasileiro". "in" "Programa de P&D ANEEL: avaliação e perspectivas/ Organizadores CASTRO, N.J., CASSIOLATO, J.E., LA ROVERE, R.L., MATOS, M.P., PODCAMENI, G., MOSZKOWICZ, M., ROSENTAL, R. Grupo de Estudos do Setor elétrico – GESEL/UFRJ. p 377-402. 2020b

CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group – CEN-CENELEC (2014). SGAM User Manual - Applying, testing & refining the Smart Grid Architecture Model (SGAM), Version 3.0. Disponível em: ftp://ftp.cencenelec.eu/EN/EuropeanStandardization/HotTopics/SmartGrids/SGCG_Methodology_SGAMUserManual.pdf.

Comissão de Integração Energética Regional – CIER. (2018). Lanzamiento del Proyecto Electrovía del Mercosur. Disponível em: https://www.cier.org/es-uy/Paginas/Lanzamiento-Electrov%C3%ADa.aspx

Comissão de Integração Energética Regional – CIER. S.d. Site: www.cier.org. Acesso em agosto de 2021.

Dulcich, F. (2021). Oportunidades y amenazas para la cadena automotriz en la Argentina en el marco de la transición a la electromovilidad. H-industri@: Revista de historia de la industria, los servicios y las empresas en América Latina, (28), 197-221.

Leañez, F., Ñancupil, I., Contreras Lisperguer, R., & Salgado, R. (2022). Posibles efectos de la electromovilidad en la red eléctrica y su impacto en la adopción de energías renovables: metodología y análisis de caso en la Argentina y el Brasil.

Tolmasquim, M., Santos, A., Castelo Branco, D., (2021) Mobilidade Elétrica na América Latina. Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Site https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/05/27_livro_a_mobilidade_eletrica_na_AL_vf.pdf

Echinope, V. (2021). Mobilidade elétrica no Uruguai. GESEL, UFRJ. Site: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/05/27_livro_a_mobilidade_eletrica_na_AL_vf.pdf

Barbero, C. (2021). Eletromobilidade: Uma oportunidade para a América Latina e o Caribe. GESEL, UFRJ. Site: ht-

tps://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/05/27_livro_a_mobilidade_eletrica_na_AL_vf.pdf

Consoni, F. (2021). Tendências da mobilidade elétrica na América Latina e ações em curso no Brasil. GESEL, UFRJ. Site: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/05/27_livro_a_mobilidade_eletrica_na_AL_vf.pdf

Rosero García, J. (2021). Avanços da Mobilidade Elétrica na Colômbia. GESEL, UFRJ. Site: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/05/27_livro_a_mobilidade_eletrica_na_AL_vf.pdf

Rainieri, R. (2021). Chile, o outro extremo da Transição Energética e a Eletromobilidade: Contribuições do Sul. GESEL, UFRJ. https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/05/27_livro_a_mobilidade_eletrica_na_AL_vf.pdf

Ministério das Relações Exteriores do Brasil – MRE – Site https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/mercosul/saiba-mais-sobre-o-mercosul/saiba-mais-sobre-o-mercosul, disponível em 19/07/2021.

Ministerio de Desarrollo Productivo de Argentina – MDP. 2021. Proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable. Disponível em: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/movilidad_sustentable.pdf.

Programa de Movilidad Eléctrica para América Latina y el Caribe – MOVE. 2021. Taller regional "Normativa e interoperabilidad de sistemas de carga de vehículos eléctricos". 24 de junho de 2021, Uruguai. Através do Programa de Meio Ambiente para América Latina e Caribe (PNUMA) das Nações Unidas (ONU).

PROGRAMA MOVE - Uruguay: Línea de base nacional y evaluación de oportunidades, desafíos y necesidades de tecnología de la movilidad eléctrica. , Febrero 2021.

ALADI - Acuerdos Actuales https://www.aladi.org/sitioaladi/acuerdosactuales/, 2021

MOVÉS - Documento del proyecto. https://moves.gub.uy/el-proyecto/. 2020

MERCOSUR - Sub Grupo de Trabajo N°5 - Transporte. Acta N° 01/21, 2021. SIM - Reuniones / Documentos Oficiales (mercosur.int). Disponível em: https://calendario.mercosur.int/simfiles/docreuniones/84340_SGT5_2021_ACTA01_ES.pdf. Acesso em: julho de 2021.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. 2020. Carbono Cero – América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe, Panamá. Disponível em: https://www.unep.org/es/resources/informe/carbono-cero-america-latina-y-el-caribe.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA (2021). Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2020. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe, Panamá. Disponível em: https://movelatam.org/4ta-edicion/.

MOVÉS - Apoyo a fabricantes locales de vehículos eléctricos livianos - Proyecto MOVÉS (moves.gub.uy)

Enel X. 2019. The Different EV Charging Connector Types. Disponível em: https://evcharging.enelx.com/resources/blog/552-ev-charging-connector-types. Acesso em agosto de 2021.

Wallbox. 2021. Open Charge Point Protocol - Guia de Ativação, Português, v. 2.0. Disponível em: https://support.wallbox.com/wp-content/uploads/2021/02/PT_OCPP_GUIA_DE_ATIVACAO.pdf. Acesso em agosto de 2021.

Secretaría Técnica de Planificación y Desarrollo Social – STP. 2021. Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de Paraguay. No prelo.

Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID. 2020. Guía para la estandarización de la movilidad eléctrica en Paraguay: Para vehículos terrestres. Disponível em: https://publications.iadb.org/es/guia-para-la-estandarizacion-de-la-movilidad-electrica-en-paraguay-para-vehiculos-terrestres. Acesso em agosto de 2021.

ABC. 2021. Ministerio de Industria habilita estaciones de recarga de autos eléctricos. Disponível em: https://www.abc.com.py/nacionales/2021/06/22/ministerio-de-industria-habilita-estaciones-de-recarga-de-autos-electricos/. Acesso em agosto de 2021.

PlugShare. 2021. Dados de junho de 2021. Disponível em: https://www.plugshare.com. Acesso em agosto de 2021.

United Nations Environment Programme – UNEP. 2020. The Energy transition as a key driver of the COVID-19 economic recovery in Panama. Disponível em: https://recuperacionverde.com/gem/panama/. Acesso em agosto de 2021.

UTE. Mapa de Cargadores de Vehículos Eléctricos. https://movilidad.ute.com.uy/carga.html?tab=red-de-carga. Acceso em novembro 2022.

El valor de la experimentación en las aulas de Educación Inicial y Primaria

MELINA DORREGO

ROMINA GENOLET

ROMINA FERNANDÉZ

PIERINA BOKSAR

RICARDO HLADKI

Furman, M. y Podestá, M. (2021), en uno de sus libros más emblemáticos, La aventura de enseñar Ciencias Naturales, referencia a James M. Bower, (2001) para definir el rol de la ciencia en el aula. Establece, "La ciencia, tanto en el laboratorio como en el aula, depende sustancialmente de la aplicación del proceso científico. Con proceso científico no se hace alusión a los cuatro pasos del método científico, sino de las verdaderas capacidades científicas de investigación, pensamiento crítico, imaginación, intuición, juego y la habilidad de pensar "sobre los pies y con las manos", que son fundamentales para triunfar en la investigación científica."

Al momento de llevar a cabo propuestas de enseñanza de la ciencia, debe ser clara la diferencia existente entre la ciencia escolar y la ciencia profesional. Aprender ciencias en el salón de clases, desarrollando habilidades de pensamiento, supone brindar al alumno la posibilidad de interrogar el mundo natural, ocupando aquí el docente el rol de activador, de motivador en un proceso fundamental como lo es el enseñar a observar la realidad. Requiere por tanto, que se posibilite que los educandos observen el entorno, le formulen preguntas, diseñen explicaciones provisorias a los hechos o fenómenos, que discutan entre pares los diversos puntos de vista, que descubren, que validen o refuten a partir de diversas fuentes de información procedentes de voces de autoridad, que puedan leer lo dicho y lo no dicho, en síntesis, contribuir en la formación de ciudadanía.

Este equipo de trabajo adhiere por tanto, a la enseñanza por indagación como un modelo didáctico coherente con la imagen de ciencia que fuera enunciada.

Al decir de Furman y Podestá (2021), la ciencia real y la ciencia escolar, son diferentes; en la ciencia real, los científicos generan conocimiento nuevo en la frontera de lo que se conoce; mientras que en la escuela los alumnos recorren un camino predeterminado por el docente, con objetivos muy claros, para construir conceptos que la comunidad científica ha validado de antemano. Aquí se encuentra la mancomunión que se pretende realizar entre Tecnólogo Químico y Cultura Científica, el generar oportunidades a los alumnos de hacer ciencia escolar mediada por docentes y científicos. Para saber cómo elegir las experiencias que se utilizarán con los alumnos, deben formularse tres preguntas:

- ¿Qué conceptos estoy enseñando si uso esta experiencia?
- ¿Qué es lo más importante que me muestra ese concepto?
- ¿Es lo que quiero que los alumnos aprendan en esta clase? Los niños, ¿van a poder entender el fenómeno con ayuda del docente?

La planificación conjunta requerirá asimismo de docentes de aula de cuarto año de Primaria, por el abordaje que deben hacer del concepto agua desde las distintas disciplinas de las Ciencias Naturales. Se pretende por tanto, llegar para realizar experiencias de calidad de las aguas de la zona, contribuyendo con la salud de la población.

Por ende, brindar herramientas para cuestionar el entorno natural es la clave de la propuesta, considerando que los maestros son el nexo en la formación de habilidades científicas del alumnado.

Para desarrollar la propuesta se debe considerar el marco teórico orientador, para el aula de Inicial y Primaria, específicamente en el Documento Base de Análisis Curricular (ANEP, 2016), delimita tres dimensiones para la enseñanza de las Ciencias Naturales: "...las tres dimensiones transversales indispensables para enseñar Ciencias naturales en la Escuela. Estas dimensiones refieren a conocimientos procedimentales, epistemológicos y cognitivos lingüísticos, y se incluyen atendiendo a los objetivos generales del área, establecidos en el Programa de Educación Inicial y Primaria." A continuación se desarrolla cada una de las dimensiones, extrayendo citas textuales del Documento Base de Análisis Curricular (ANEP, 2016):

> "La metodológica. Las ciencias naturales tienen métodos específicos, que implican conocimientos y habilidades, para construir conocimiento. Por ejemplo, el uso y control de variables, los criterios de clasificación, la descripción de fenómenos, el uso de instrumentos.
>
> La dimensión epistemológica. Implica conocer los tipos de enunciados que conforman el discurso científico académico, las formas propias de descubrir y justificar sus conocimientos, la estructura lógica de las teorías, la génesis de las categorías y los constructos teóricos así como los supuestos de las clasificaciones. (Dibarboure, M. 2009)
>
> La dimensión cognitivo-lingüística. Aprender ciencias pasa por apropiarse del lenguaje de la ciencia, aprendizaje que está asociado a nuevas formas de ver, pensar y hablar sobre los hechos, distintas de las formas cotidianas de ver, pensar y hablar. A través del lenguaje de la ciencia los escolares pueden acceder a una cultura diferente: la cultura científica. (Sanmartí, N., 2007) Esta organización en tres dimensiones, es un constructo arbitrario, a fin de facilitar su comprensión. Sin embargo, no es posible enseñar estas dimensiones como compartimentos estancos, sino que están interrelacionados conceptualmente entre ellos y con los contenidos disciplinares del área."(p.30)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), desde hace tiempo es una modalidad útil para muchos docentes que deciden explorar propuestas didácticas más flexibles y efectivas. Es un modelo de enseñanza donde se privilegia la motivación de los estudiantes, planteándose desafíos en línea con sus intereses y aplicaciones en el mundo real. Para lo cual deben planificar, diseñar, implementar y

evaluar proyectos abordando temáticas pertenecientes a su propio entorno, a partir del cual deben definir un problema y elaborar un estrategia para resolverlo. Por esto esta forma de enseñar y aprender es útil para los niños y jóvenes de la actualidad (Pérez Aguirre, R. 2018).

En el año 2019 se comenzó a trabajar desde la carrera del Tecnólogo Químico (UTEC-UdelaR-UTU) en relación a la calidad del agua y sus características fisicoquímicas. Con el objetivo de difundir y generar un acercamiento a la ciencia desde edades tempranas, se llevó a cabo una propuesta de proyecto titulado "Aprendizaje de la química a través de ensayos experimentales". El mismo fue financiado por el programa IDEI de la Universidad Tecnológica (UTEC). Se realizaron varias actividades contando con la participación de estudiantes de la carrera, quienes aportaron en un proyecto de aula de 5º y 6º año de la Escuela Nº7 San Francisco. Dentro de las actividades realizadas se abordó el tema calidad de agua, donde se midieron parámetros fisicoquímicos mediante el uso de kits y tiras reactivas, que por medio de reacciones colorimétricas permiten identificar o cuantificar sustancias o compuestos presentes en el agua. Se tomaron muestras de agua potable provenientes de la red de distribución, pozos semisurgentes y aguas superficiales de la localidad. En base a las observaciones y los resultados obtenidos, se discutió sobre las diferencias de los parámetros en las muestras, teniendo en cuenta el concepto de calidad de agua y la proveniencia de las aguas analizadas.

Los estudiantes del Tecnólogo Químico, elaboraron cartillas de información sobre las técnicas utilizadas, que se entregaron junto con un kit científico con materiales para realizar las prácticas propuestas en la Escuela.

El pasado año 2021, luego del receso a causa de la Pandemia ocasionada por el Covid-19, se comenzó a trabajar de forma coordinada entre el equipo territorial de Cultura Científica Paysandú y docentes orientadores del Tecnólogo Químico. Se efectuó propuesta experimental de calidad del agua, con el material experimental desarrollado previamente, con el alumnado de 4º año de la Escuela Nº 33.

Luego de estas instancias experimentales, se llevó a cabo un intercambio con las docentes referentes de los grupos compartiendo las apreciaciones realizadas sobre el alumnado, donde se destaca:

- El interés por parte de los alumnos del Tecnólogo en compartir sus conocimientos y enfrentar el desafío de dar a conocer los conceptos a los alumnos escolares.
- Apertura del alumnado por las Ciencias Naturales.
- Curiosidad propia de la edad.
- Reconocimiento de la temática calidad del agua como un problema social de relevancia.
- El desconocimiento de instrumentos de experimentación como sensores, tubos de ensayo, entre otros.
- Entusiasmo por continuar experimentando utilizando kits de análisis proporcionados por los docentes que plantearon la propuesta.

Basado en la evidencia se consideró oportuno afianzar las coordinaciones para seguir una línea de trabajo en conjunto.

El camino que queda por delante, es la implementación de nuevas técnicas experimentales relacionadas a la química que puedan ser novedosas y útiles para ser abordadas en las escuelas. Además de la elaboración del material didáctico para estudiantes y docentes. Queda por tanto, transitar el camino necesario para proveer a escuelas de los kits apropiados para realizar las prácticas, que permitan el acercamiento a la metodología científica por medio de la experimentación. Asimismo es prioridad el fortalecimiento del grupo de trabajo en formación, para construir experiencias educativas tomando como base fundamental las diversas miradas y conjunción necesarias para la articulación interinstitucional.

Bibliografía

ANEP. CEIP (2016). Documento Base de Análisis Curricular. Montevideo. Uruguay. https://www.dgeip.edu.uy/documentos/normativa/programaescolar/DocumentoFinalAnalisisCurricular_diciembre2016.pdf

Dibarboure, M. (2009). Y sin embargo se puede enseñar ciencias naturales. Montevideo, Santillana, Aula XXI, Serie Praxis.

Furman, M. De Podestà, M. (2021) La aventura de enseñar Ciencias Naturales. AIQUE. Argentina. http://www.aique.com.ar/sites/default/files/indices/la_aventura_de_enseñar_ciencias_naturales.pdf

Northwest Regional Educational Laboratory.(2006). Aprendizaje por Proyectos. http://www.eduteka.org/articulos/aprendizaje-por-proyectos

Pérez Aguirre, R. (2018). ¿Por qué vale la pena utilizar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el aula? +Aprendizajes, 1(2), 8-11.

Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo, 103-128.

Banco de imágenes de Shutterstock.

Análisis del desempeño de los aerogeneradores en un parque eólico en Uruguay

PABLO VOLPE

PRISCILA SILVEIRA EBERT

FRANCIELE WESCHENFELDER

Desde la Política Energética 2005-2030 Uruguay se compromete a reducir las emisiones de CO2 a partir de diversas acciones, una de estas acciones está vinculada a la diversificación de la matriz energética del país con la inclusión de la generación de energía eólica. La energía eólica desempeña un papel fundamental en el desarrollo social y económico de los países, ya que proporciona una energía inagotable a precios accesibles. En la última década, la potencia instalada de energía eólica ha aumentado considerablemente, pasando de 198 GW en 2010 a 743 GW en 2020 (GWEC, 2021). En el caso de Uruguay la capacidad instalada pasó de 14,6 MW en 2008 a 1.510,70 MW en 2017 (Informe Anual, 2019). En 2020 la generación eólica alcanzó el primer lugar en relación a la generación de electricidad en el país, con una participación del 40% en la matriz eléctrica (Balance Energético, 2020).

La expansión de la capacidad instalada de energía eólica en la matriz energética de Uruguay contribuye significativamente a la reducción de las emisiones contaminantes. Según los datos del Balance Energético Nacional (Balance Preliminar Energético, 2020) la reducción de las emisiones de CO2 en 2017 fue del 83% respecto a la media del periodo comprendido entre 2000 y 2016.

Sin embargo, para seguir contribuyendo a la reducción de las emisiones es necesario mantener el funcionamiento eficiente de las plantas invirtiendo en estrategias de operación y mantenimiento que aseguren la máxima producción de las máquinas. Para ello es necesario evaluar constantemente los indicadores de rendimiento de los parques eólicos.

La evaluación de la producción abarca una serie de parámetros e incertidumbres, en este contexto, este trabajo tiene como objetivo analizar la producción real de un parque eólico ubicado en Uruguay, considerando inicialmente las incertidumbres relacionadas con el recurso eólico. El objetivo principal es investigar la diferencia de producción entre las máquinas y plantear posibles hipótesis para justificar esta diferencia.

1. Pérdidas e incertidumbres en la producción eólica

La producción estimada del parque debe tener en cuenta las pérdidas e incertidumbres asociadas a la generación. Las incertidumbres están relacionadas con el rango dentro del cual se espera que la producción del parque permanezca (Matthew A. Lackner, Anthony L. Rogers e James.F. Manwell. ,2007). Las principales incertidumbres que deben considerarse son (DNV KEMA ENERGY & SUSTAINABILITY, (2013); Joseph C. Y. Lee e M. Jason Fields, (2021)):

- Incertidumbres en el recurso: Están relacionadas con los modelos del comportamiento del viento e incluyen factores como los obstáculos, la rugosidad y la distancia entre las turbinas y la torre de medición.
- Incertidumbres de medición: Están relacionadas con la medición de los datos anemométricos y los sensores de la torre.
- Curva de potencia: El terreno tiene ciertas particularidades que no se tienen en cuenta para determinar la curva característica de los aerogeneradores. Este problema puede repercutir en el funcionamiento del aerogenerador y éste puede funcionar de forma diferente a la esperada.

Además de las incertidumbres, también es necesario considerar las pérdidas asociadas a la producción de energía. Las pérdidas totales se componen de la suma de varias pérdidas asociadas a diferentes factores, como (DNV KEMA ENERGY & SUSTAINABILITY, (2013); Joseph C. Y. Lee e M. Jason Fields, (2021)):

- Pérdidas eléctricas: Estas pérdidas están relacionadas con la conversión y el transporte de energía e incluyen las pérdidas en el generador, el transformador y también en los cables eléctricos.
- Pérdidas de disponibilidad: Estas pérdidas están relacionadas con las estrategias de funcionamiento y mantenimiento del parque.
- Pérdidas por efecto estela: Corresponden a las pérdidas de producción por perturbación del flujo de viento, es decir, el impacto que genera una turbina en el flujo de viento que llega a la turbina de aguas abajo.
- Pérdidas ambientales: Numerosos factores pueden contribuir a las pérdidas ambientales, entre ellos, los fenómenos de congelación y las descargas atmosféricas y los cambios en el terreno donde se instalan las turbinas. Además, también se consideran en esta categoría los factores que promueven la degradación de las palas, alterando la eficiencia aerodinámica de las turbinas.
- Pérdidas por restricciones: Pueden deberse a restricciones del operador del sistema, por razones de demanda o sobrecarga de las líneas de transmisión o derivadas de factores ambientales como la migración de las aves.

Con el rápido desarrollo de las plantas de energía eólica, la construcción de nuevas plantas en terrenos complejos ha ido en aumento, teniendo en cuenta la limitación del terreno plano y la búsqueda de más potencia instalada (Prosper MA, Otero-Casal C, Fernandez FC, Miguez-Macho G. ,2019). El lado positivo del terreno complejo, es que el aumento de la altura se suma al aumento de la velocidad del viento, debido al "efecto de aceleración". Sin embargo, hay algunos aspectos negativos como el alto valor de la cizalla del viento, la separación de los flujos, el cambio en la estabilidad atmosférica y el aumento de los niveles de turbulencia (Han Xingxing, Liu Deyou, Chang Xu, Shen Wenzhong, 2018). La incertidumbre asociada a estos fenó-

menos y a la topografía son un reto para la predicción del efecto estela y del rendimiento de la turbina. La menor potencia y las mayores cargas de fatiga en las turbinas en los períodos de parada de la turbina causados por el efecto de la estela son significativos, y representan el 40% de la pérdida de potencia y el 80% de los aumentos de las cargas de fatiga (Astolfi D, Castellani F, Terzi L. ,2018 ; Xiaoxia Gaoa, et. al, 2019).

Estas cargas sobre el aerogenerador pueden afectar a su vida útil. La vida útil de un aerogenerador suele ser de 20 a 25 años en tierra firme y de 25 a 30 años en alta mar. Durante el periodo de servicio, es inevitable que la fiabilidad y el rendimiento de la turbina se degraden con el tiempo debido al efecto del envejecimiento. Esta degradación reducirá más o menos el rendimiento de la turbina. Sin embargo, sigue sin ser un fallo porque no afecta al funcionamiento normal de ningún componente del aerogenerador.

2. Desarrollo

Para los análisis a realizar se consideraron 10 turbinas de un parque eólico de Uruguay con más de 5 años de funcionamiento. Los datos utilizados fueron los de la torre anemométrica para la simulación de la producción de energía, la velocidad y la dirección del viento, y los datos de temperatura y presión. Para realizar las comparaciones con los datos de generación, se utilizaron los datos de potencia activa y velocidad del viento en la góndola del sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) de estas turbinas.

El primer paso fue la simulación de la producción de energía, con la ayuda del software Windographer y WindPRO 3.5.576. La simulación de la producción anual de energía se llevó a cabo utilizando los datos meteorológicos de la torre anemométrica. Para la rugosidad y la topografía se utilizaron los datos en línea de WindPRO (Copernicus Global Land Service-Land Cover 100m-2015 y SRTM: Shuttle DTM 1 arc-second respectivamente). Se generó un mapa del recurso energético (altura de buje) para un área de 386,7 km^2 con una resolución de 50m. En cuanto a las pérdidas solo se consideraron las producidas por el efecto estela, desacoplando así el efecto de la propia operación y mantenimiento de los aerogeneradores de su producción de energía. Con esto se logra aproximar cómo afecta la distribución espacial de las máquinas en su rendimiento.

Para el análisis del funcionamiento de la central eólica se utilizó como base datos operativos del sistema SCADA que fueron procesados en Python debido a su versatilidad y dinamismo a la hora de manejar grandes volúmenes de datos. El set de datos utilizado para el análisis en Python se compone de mediciones diezminutales para un periodo de dos años con variables de tiempo (año, mes, día, hora, minuto), atmosféricas en la torre anemométrica (velocidad, dirección y temperatura a dos alturas, humedad relativa y presión), además se cuenta con datos de velocidad a la altura del hub y potencia para cada aerogenerador. De esta forma, se cuenta con un total de 35 variables y 154225 filas (5397875 datos). En base a estos se crean set de datos para cada aerogenerador por

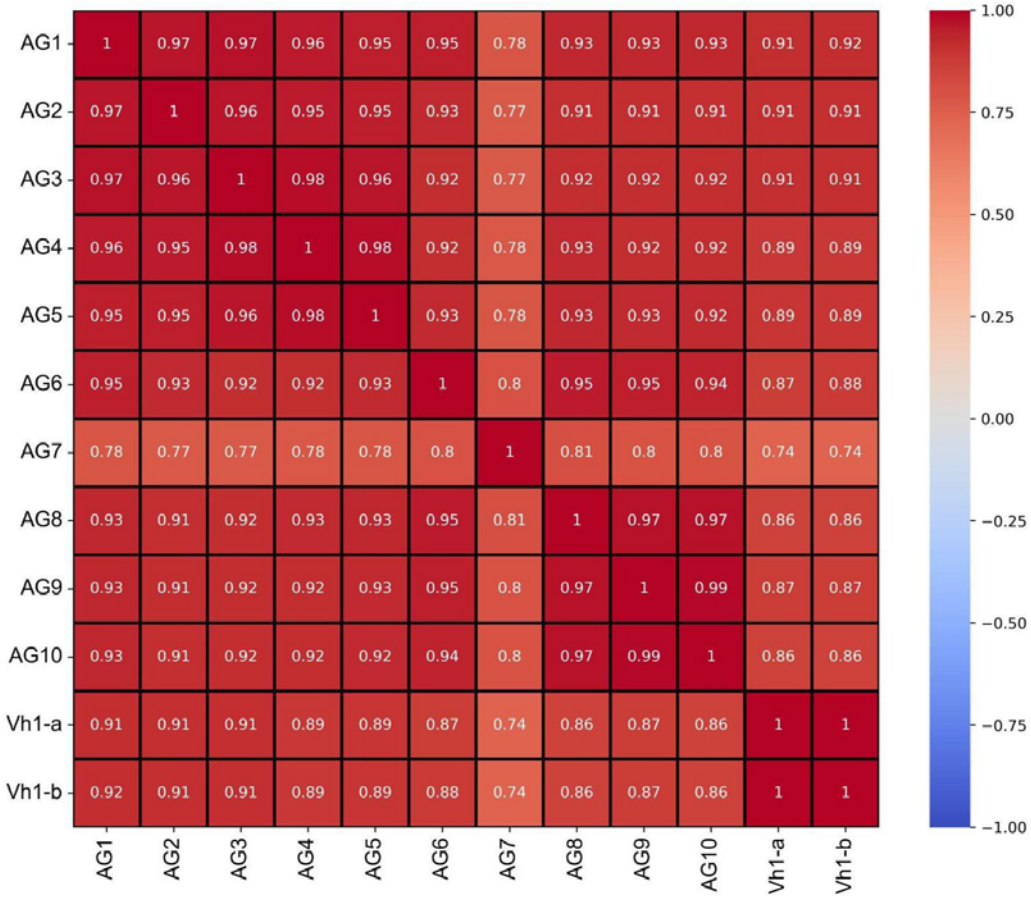
separado, los cuales contienen las variables de tiempo, potencia, velocidad en el mismo a la altura del hub y la dirección del viento (8 variables y 154225 filas, 1233800 datos por cada aerogenerador).

Los datos se han sometido a un tratamiento de calidad. Se le aplicaron tres filtros con el fin de eliminar los datos anómalos de la base de datos. Dos de los filtros buscaban datos faltantes (NaN* y No Data*). El tercer filtro se utilizó para identificar y eliminar registros con fallas (identificado en el dataset como datos F*). Dichos filtros se aplican al set de datos original (35 variables) y a los datos de cada aerogenerador (8 variables) por separado. Los filtros se detallan a continuación:

- NaN*:"Not a Number", causados por distintos factores, entre los más comunes se tiene operaciones matemáticas indefinidas, errores en la medición o almacenamiento de los datos, etc.
- No Data*: Datos tipo string, causados por errores en la medición, registro , envío y/o almacenamiento de los datos, etc.
- F*: Dato tipo string utilizado para indicar ocurrencia de alguna anomalía o falla en la máquina.

A efectos de simplificar el análisis se seleccionan las variables más relevantes desde el punto de vista de la producción de energía. Para esto se utiliza una matriz de correlación, en la misma se muestra el coeficiente de correlación de Pearson entre las distintas variables atmosféricas medidas en la torre anemométrica y las potencias en cada aerogenerador. De esta se concluye que las variables con mejor correlación con la Potencia son las que refieren a la velocidad del viento. Seguidamente se comparan las velocidades de viento medidas en cada aerogenerador con las de la torre anemométrica (Vh1 y Vh2), presentado en la Figura 1, concretamente con la altura más próxima a la altura de buje. En dicha Matriz de correlación se puede observar que hay buena correlación (valores cercanos a 1) entre las velocidades en los distintos aerogeneradores y la velocidad en la torre anemométrica. Esta buena correlación da una base sólida para comparativas entre los distintos aerogeneradores y la torre anemométrica.

Figura 1: Matriz de correlación de Pearson para velocidad de viento en cada Aerogenerador(AG) y en Torre anemométrica a la altura del buje



Un primer análisis buscó comparar la producción anual de energía real entre los distintos aerogeneradores del parque eólico y hacer una comparación con los resultados de la simulación en WindPRO. Para los cálculos de energía solo fueron de interés las mediciones de potencia positivas, por ende en estos se utiliza la serie de datos de cada aerogenerador con una máscara para eliminar valores de potencia negativas. Cabe aclarar que por confidencialidad de los datos los resultados son referidos a una base común. Teniendo esto en cuenta se calcularon:

- **Producción total y anual de energía en cada aerogenerador (Ecuaciones 1 y 2)**

Ecuación 1

$$PAE_i\left[\frac{MWh}{año}\right] = \frac{365\left[\frac{dia}{año}\right]}{n[dia]} \cdot PTE[MWh]$$

Ecuación 2

$$PAE_i[pu] = \frac{PAE_i\left[\frac{MWh}{ano}\right]}{PAE_{ref}\left[\frac{MWh}{ano.pu}\right]}$$

Donde:

PTEi: Producción total de energía en el aerogenerador i(con i=1,2,...,10).

n: cantidad de días, 731 días.

Ehh:mm: Energía generada en el intervalo de medición hh:mm(hora:minuto) si se asume que en este se operó a la potencia media del intervalo(teorema del valor medio para integrales).

PAEi: Producción anual de energía en el aerogenerador i (con i=1,2,...,10).

PAEref: Producción anual de energía de base.

- **Comparativa con simulaciones en WindPRO**

Los resultados obtenidos en base a los datos reales fueron comparados con los resultados de las simulaciones utilizando las ecuaciones 3 y 4.

Ecuación 3

$$\Delta PAE_i\left[\frac{MWh}{ano}\right] = \left(PAE_i - PAE_i^{\wp}\right)\left[\frac{MWh}{ano}\right]$$

Ecuación 4

$$\Delta PAE_i[\%] = 100\%\left(\frac{PAE_i - PAE_i^{\wp}}{PAE_i}\right)[\%]$$

Donde:

ΔPAEi [(MWh)/ano] : Diferencia entre PAE calculada (PAE*i*) y PAE simulada en WindPRO(PAE$i^{\wp}$) en el aerogenerador *i* (con i=1,2,...,10).

ΔPAEi [%] : ***ΔPAEi*** [(MWh)/ano] en porcentaje con base en PAE*i* para aerogenerador i(con i=1,2,...,10).

Seguidamente se compararon las velocidades medias anuales en cada aerogenerador, tanto los valores calculados en base a los datos reales, como los resultados obtenidos por medio de la simulación.

- **Velocidad media en cada aerogenerador (Ecuación 5)**

(Ecuación5)

$$V_i^{media}[pu] = \frac{V_i^{media}\left[\frac{m}{s}\right]}{V_{ref}\left[\frac{m}{s.pu}\right]}$$

Donde:

Vi^media: Velocidad media en el aerogenerador ***i*** (con i=1,2,...,10).

Vi[m/s]: Velocidad en intervalo de medición hh:mm(hora:-minuto)

n: cantidad de datos.

Vref: Velocidad de base.

- **Comparativa con simulaciones en WindPRO (Ecuaciones 6 y 7)**

Se comparan las velocidades medias anuales calculadas con datos reales y las obtenidas en la simulación.

Ecuación 6

$$\Delta V_i^{media}\left[\frac{m}{s}\right] = \left(V_i - V_i^{\wp}\right)\left[\frac{m}{s}\right]$$

Ecuación 7

$$\Delta V_i^{media}[\%] = 100\% \cdot \left(\frac{V_i^{media} - V_i^{\wp}}{V_i^{media}}\right)[\%]$$

Donde:

ΔVi^media: Diferencia entre velocidad calculada(V*i*) y simulada en WindPRO(V*i*^media) en el aerogenerador ***i***(con i=1,2,...,10).

- **Análisis de la dirección del viento**

Se realizó un análisis de los datos de velocidad de viento y energía según la dirección del viento. Para esto se utilizaron 16 sectores, de este análisis surgen las rosas de frecuencia para la velocidad de viento y potencia media medida en intervalos diezminutales. Se calcula para cada aerogenerador la velocidad media en cada sector y el porcentaje de producción de energía por cada aerogenerador utilizando la Ecuación 8.

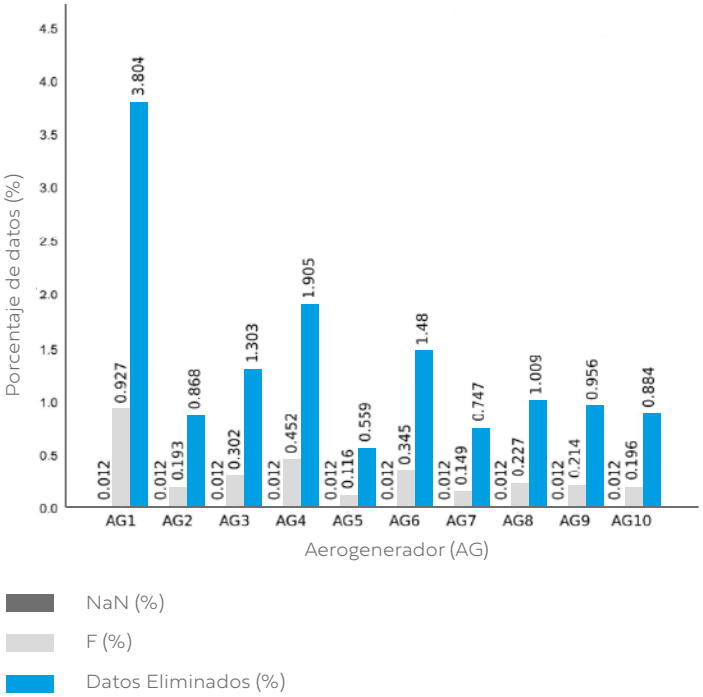
Ecuación 8

$$PAE_i^S[pu] = \frac{PAE_i^S\left[\frac{MWh}{año}\right]}{PAE_{ref}\left[\frac{MWh}{ano.pu}\right]} \rightarrow Dirección_i \subseteq S$$

3. Resultados y discusión

La Figura 2 presenta los resultados de las pruebas de calidad aplicadas a los datos. En esta se pueden observar los porcentajes de datos encontrados en los filtros NaN y F. Debido al bajo porcentaje de datos registrados para cada aerogenerador en el filtro No Data (máximo 0.001%) , estos no se muestran en la figura. Por causa de la distribución no uniforme de los datos que no pasaron los filtros, la totalidad de datos eliminados (Datos Eliminados (%)) es mayor a la sumatoria de porcentajes de datos que no pasaron los filtros NaN, F y No Data.

Figura 2: Porcentaje de datos Filtrados (NaN, F y Datos Eliminados)

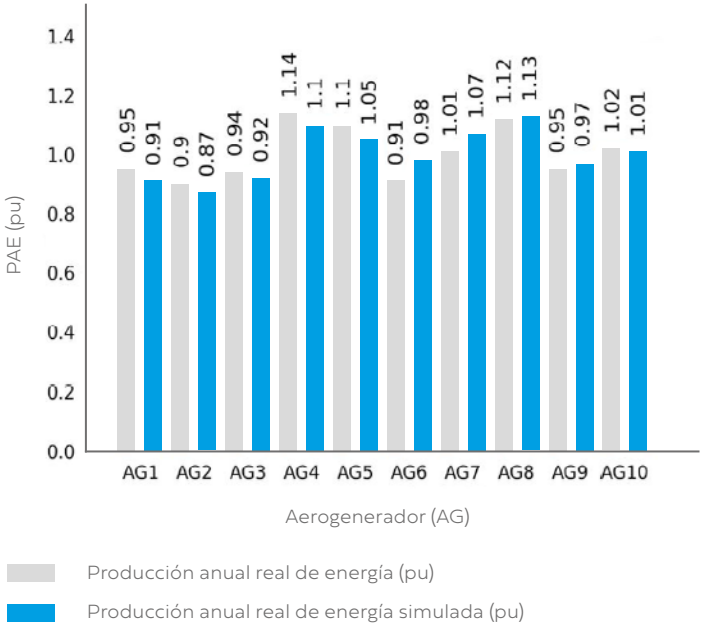


Se puede observar que el aerogenerador 1 es el que tiene más datos excluidos por las pruebas de calidad, sin embargo, esto no representa más del 4% de los datos totales. Estas pruebas de calidad mejoran los análisis realizados, ya que garantizan que los datos evaluados son correctos y no presentan errores de medición, por ejemplo.

- **Energía anual**

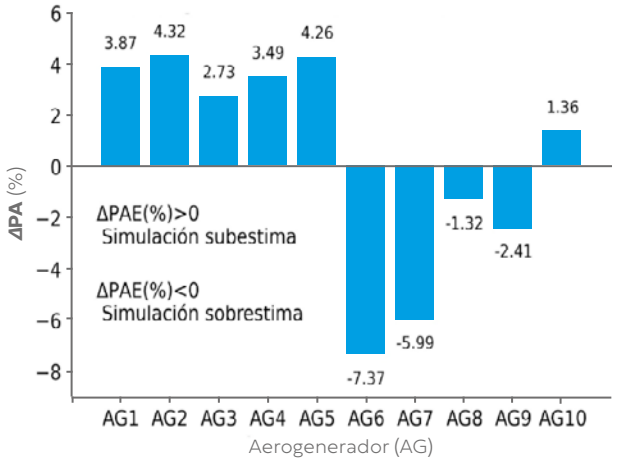
La Figura 3 presenta los datos normalizados de la producción de energía real (gris) y estimada por Windpro (azul claro). En la figura se puede observar el valor de la producción anual en las distintas máquinas del parque, destacando por sus mejores valores los aerogeneradores 4 y 8. Contrariamente se tienen los valores más bajos en los aerogeneradores 2 y 6.

Figura 3: Producción anual de energía real y simulada(normalizada).



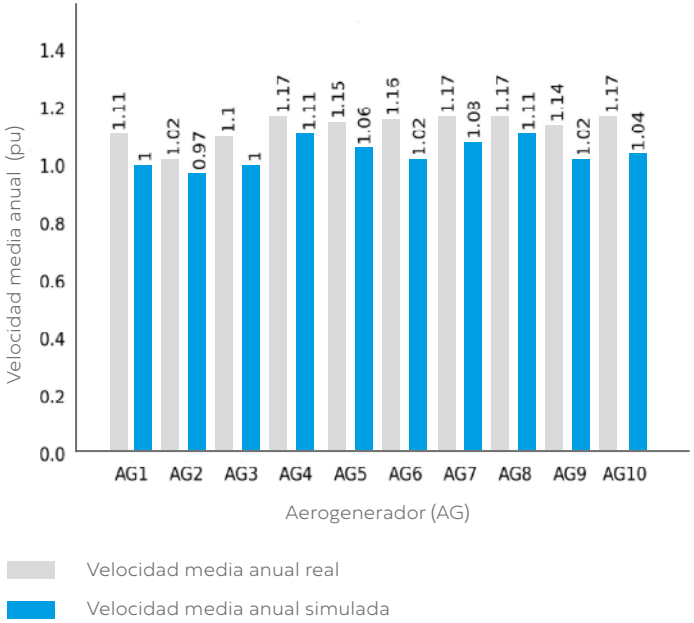
La diferencia entre la producción real y la simulada se calcula en base a la Ecuación 4 (Figura 4). Esta gráfica revela que no se tiene un sesgo marcado en los resultados de la simulación (subestima o sobrestima todo en todos los aerogeneradores). La simulación subestima la producción anual para los aerogeneradores 1, 2, 3, 4, 5 y 10. Para los aerogeneradores 6, 7, 8 y 9 se tiene una sobrestimación en la producción anual de energía.

Figura 4: Diferencia entre valores de producción anual de energía real y simulada en cada aerogenerador.



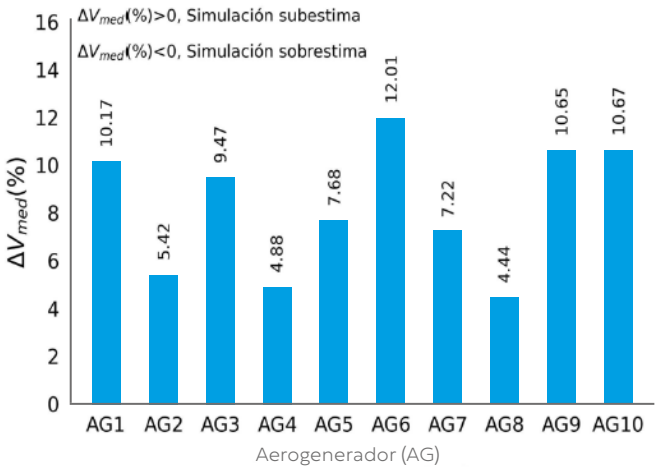
La velocidad media anual en cada aerogenerador es calculada en base a los datos reales utilizando la ecuación 5. En la Figura 5 se muestran los resultados para la misma junto con la velocidad media anual obtenida por la simulación.

Figura 5: Velocidad media anual real y simulada en cada aerogenerador.



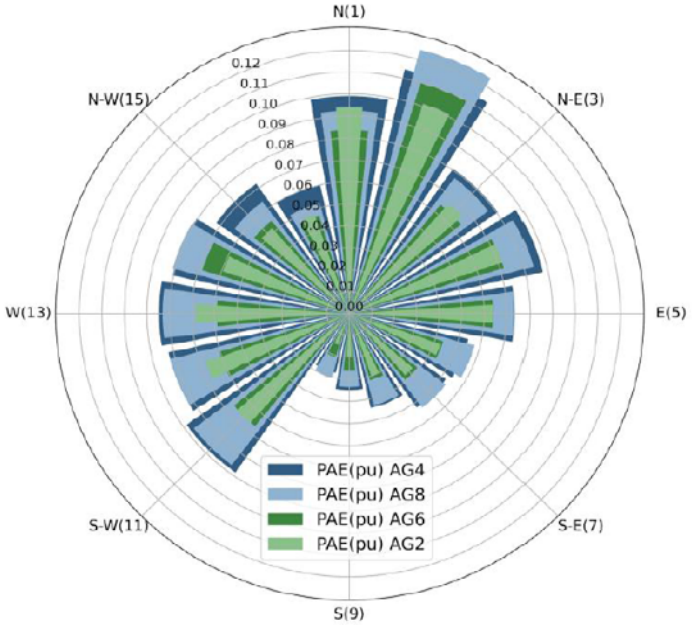
Se calculó la diferencia entre las velocidades real y simulada en base a la ecuación 8. El resultado se presenta en la Figura 6, en esta se puede ver como para todos los casos la simulación subestima los resultados.

Figura 6: Diferencia entre velocidad media anual real y simulada para cada aerogenerador a la altura de buje.



Para visualizar cómo es afectada la producción anual de energía debido a la dirección del viento se presenta la Figura 7. En esta figura se tiene la producción anual de energía normalizada para los aerogeneradores 2, 4, 6 y 8 en los 16 sectores mostrados.

Figura 7: Producción anual de energía normalizada (PAE(pu)) para los aerogeneradores 4, 8, 6 y 2.



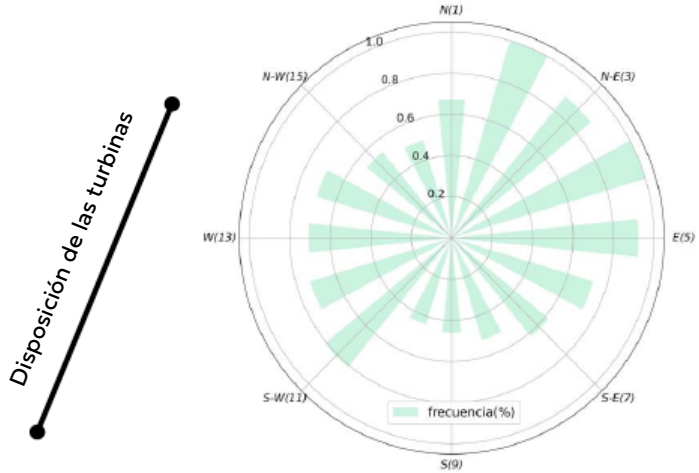
Existen diferencias de producción entre los aerogeneradores de un mismo parque eólico, que están previstas en el proyecto, especialmente cuando hablamos de un terreno complejo, donde la velocidad del viento y la intensidad de las turbulencias que llegan al aerogenerador serán diferentes. Sin embargo, cuando estas diferencias van más allá de lo previsto en el proyecto y empiezan a tener un comportamiento inusual, hay que investigarlo.

¿Cómo es posible que turbinas que se han fabricado e instalado en el mismo periodo de tiempo se comporten de forma diferente, algunos producen más de lo esperado y otros menos?

En la planta evaluada se han identificado algunas posibles causas del comportamiento de los aerogeneradores, que se seguirán investigando:

- Las estimaciones de producción de energía en WindPRO se realizaron teniendo en cuenta los datos de velocidad y dirección del viento, temperatura y presión. Se consideró la ubicación real de las turbinas. Sin embargo, no disponemos de datos medidos para la topografía y la rugosidad in situ, por lo que utilizamos mapas topográficos disponibles en Internet, que son muy buenos, pero con una resolución inferior. Esto puede dar lugar a que WindPRO no pueda estimar con precisión la producción de cada turbina. Lo ideal sería tener datos de topografía y rugosidad medidos in situ.
- Otro aspecto que puede estar afectando a la producción de energía de algunas turbinas es la distribución de la disposición de las turbinas analizadas. Hay pequeñas distancias en direcciones con alta frecuencia de ocurrencia de vientos. Esto aumenta considerablemente la intensidad de las turbulencias y las cargas aplicadas a estas turbinas. Esto puede aumentar el tiempo de inactividad para el mantenimiento, por ejemplo. La Figura 8 muestra un esquema de la disposición de estas turbinas y la dirección del viento.

Figura 8: Esquema de la orientación principal de los aerogeneradores (izquierda) y rosas de frecuencia (derecha).



4. Conclusiones

Invertir en fuentes renovables como la energía eólica es fundamental para ayudar a combatir los impactos del cambio climático. Un paso más allá de la inversión en nuevos proyectos es evaluar los proyectos en funcionamiento, comprobar su rendimiento y buscar el uso más eficiente de los aerogeneradores en operación.

Identificar las causas de que los aerogeneradores de una misma central eólica funcionen de forma diferente, unos produciendo más de lo previsto y otros menos, es una tarea difícil, sobre todo porque no podemos aislar las variables que inciden en este rendimiento.

En este sentido, este trabajo presenta los resultados de los primeros pasos en la investigación de este problema. Evaluando los datos de generación real y estimada a través del software WindPro fue posible identificar algunas posibilidades, como la dificultad en la estimación de la generación, debido a la ausencia de datos, y algunos problemas con la disposición de la planta. Los siguientes pasos de la investigación incluyen evaluar el caso real con pérdidas operativas y de mantenimiento.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) por haber facilitado los datos, así como la financiación de la investigación por el Fondo Carlos Vaz Ferreira.

Lista De Referencias

Astolfi D, Castellani F, Terzi L. (2018) A study of wind turbine wakes in complex

terrain through RANS simulation and SCADA data. J Solar Energy Eng ;140(3). p. 031001-031001-9.

Balance Energético 2020 (2020). Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). ISSN 2730-5295

Balance Energético Preliminar 2021 (2021). Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). https://ben.miem.gub.uy/preliminar.php

DNV KEMA ENERGY & SUSTAINABILITY. (2013). Framework for the Categorisation of Losses and Uncertainty for Wind Energy Assessments.

GWEC (2021) , Global Wind Report 2021. Global Wind Energy Council.

Han Xingxing, Liu Deyou, Chang Xu, Shen Wenzhong.(2018). Atmospheric stability and topography effects on wind turbine performance and wake properties in complex terrain. Renew Energy;126:640–51.

Informe Anual (2019), Administración del Mercado Eléctrico (ADME).: https://adme.com.uy/db-docs/Docs_secciones/nid_526/Informe_Anual_2019.pdf

Joseph C. Y. Lee e M. Jason Fields. (2021) An overview of wind-energy-production prediction bias, losses, and uncertainties. Wind Energ. Sci., 6, 311–365.

Matthew A. Lackner, Anthony L. Rogers e James.F. Manwell. (2007) Uncertainty

Analysis in Wind Resource Assessment and Wind Energy Production Estimation. 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit.

Prosper MA, Otero-Casal C, Fernandez FC, Miguez-Macho G. (2019). Wind power forecasting for a real onshore wind farm on complex terrain using WRF high resolution simulations. Renew Energy ;135:674–86.

Xiaoxia Gaoa, Tengyuan Wanga, Bingbing Lia, Haiying Sunb, Hongxing Yangb, Zhonghe Hana, Yu Wangc, Fei Zhaoc. (2019). Investigation of wind turbine performance coupling wake and topography effects based on LiDAR measurements and SCADA data. Applied Energy 255 113816

Banco de imágenes de Shutterstock.

EDUCACIÓN SUPERIOR

Simulador Tinkercad

Su influencia en las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19

CARLOS RAMOS GONZALES

LEONARDO JOSÉ TORRES ARGOMEDO

CARMEN LUCY PEREZ MENDOZA

Debido a la actual coyuntura, como resultado de la presencia del Covid-19, las instituciones educativas se han visto en la necesidad de utilizar plataformas virtuales para brindar las clases a los estudiantes, siendo necesario también que los estudiantes cuenten con equipos e Internet que les permitan seguir las clases remotas, pero se presenta un inconveniente, los estudiantes en su mayoría solo cuentan con equipos básicos que, si bien les permiten seguir las clases síncronas teóricas, no logran realizar en forma efectiva la parte práctica y eso conlleva a que no se estén logrando las competencias en forma completa. La competencia tiene los siguientes componentes: los conocimientos, habilidades y actitudes.

En la escuela de Tecnologías de la Información, se dictan cursos en los que la parte práctica se realiza con software que muchas veces requiere de equipos con un Hardware importante y como se comentó anteriormente, la gran mayoría de estudiantes no cuenta con estos equipos, por ello, en este proyecto lo que se desea es utilizar un simulador muy ligero y online, para que el proceso se realice en un servidor en Internet y no en el equipo del estudiante. El simulador a evaluar en esta investigación es el que proporciona de forma libre la empresa AutoDesk y es muy intuitiva y ligera, por consiguiente, el problema sería:

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

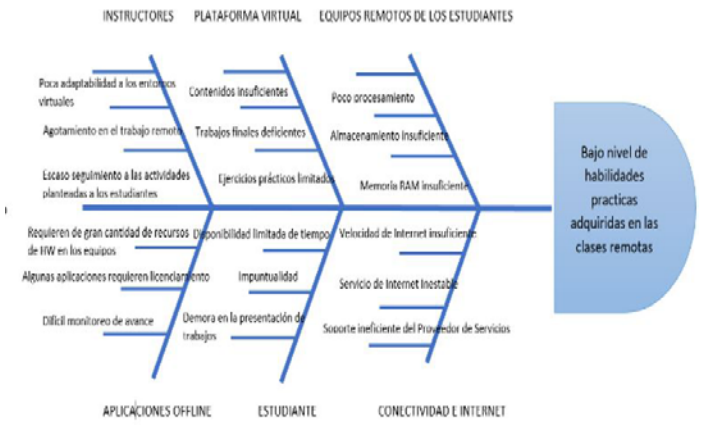
A. Problema principal:

- ¿El uso del simulador Tinkercad influye en las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19?

B. Problemas específicos:

- ¿El uso del simulador Tinkercad influye en la calidad de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19?
- ¿El uso del simulador Tinkercad influye en la eficiencia de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19?
- Se realizó una lluvia de ideas y con los aportes de algunos estudiantes, docentes y personal administrativo se logró determinar el siguiente diagrama de Ishikawa, de la figura 1.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia, 2022

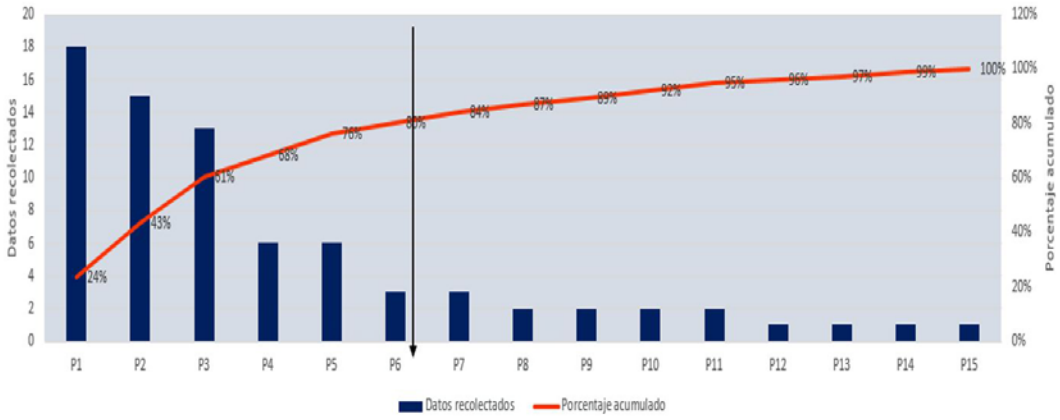
También se logró determinar las causas que estarían generando en mayor grado el problema a través de un diagrama de Pareto, que se muestran en la tabla 1 y figura 2.

Tabla 1. Cuadro de motivos

ID gráfico	Posición real (Causas y datos ordenados)			Frecuencia acumulada	%	Porcentaje acumulado
P1	1	Memoria RAM insuficiente	18	18	24%	24%
P2	2	Poco procesamiento de la PC del estudiante	15	33	20%	43%
P3	3	Almacenamiento insuficiente en la PC del estudiante	13	46	17%	61%
P4	4	Velocidad de Internet insuficiente	6	52	8%	68%
P5	5	Las aplicaciones OFFLINE requieren de gran cantidad de recursos de HW en los	6	58	8%	76%
P6	6	Trabajos finales deficientes	3	61	4%	80%
P7	7	Servicio de Internet Inestable	3	64	4%	84%
P8	8	Contenidos insuficientes	2	66	3%	87%
P9	9	Soporte ineficiente del Proveedor de Servicios	2	68	3%	89%
P10	10	Demora de los estudiantes en la presentación de trabajos	2	70	3%	92%
P11	11	Poca adaptabilidad de los instructores a los entornos virtuales	2	72	3%	95%
P12	12	Ejercicios prácticos limitados	1	73	1%	96%
P13	13	Disponibilidad limitada de tiempo del estudiante	1	74	1%	97%
P14	14	Impuntualidad del estudiante	1	75	1%	99%
P15	15	Escaso seguimiento a las actividades planteadas a los estudiantes	1	76	1%	100%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 2. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Según el diagrama de Pareto, logramos apreciar que las causas vitales son, en base a la tabla 2.

Tabla 2. Causas vitales

Memoria RAM insuficiente
Poco procesamiento de la PC del estudiante
Almacenamiento insuficiente en la PC del estudiante
Velocidad de Internet insuficiente
Las aplicaciones OFFLINE requieren de gran cantidad de recursos de HW en los
Trabajos finales deficientes

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Y la posible solución sería, en efecto, utilizar un simulador online como Tinkercad.

Objetivo General:

- Determinar la influencia del Simulador Tinkercad en las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19.

Objetivos específicos:

- Determinar la influencia del Simulador Tinkercad en la calidad de las habilidades prácticas estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19.
- Determinar la influencia del Simulador Tinkercad en la eficiencia de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19.

C. Planteamiento de la solución

Hipótesis General:

- El Simulador Tinkercad tiene una influencia positiva en la mejora de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19.

Hipótesis específicas

- El Simulador Tinkercad tiene una influencia positiva en la calidad de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19.
- El Simulador Tinkercad tiene una influencia positiva en la eficiencia de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, durante las clases virtuales debido a la presencia del covid-19.

III. METODOLOGÍA

Esta investigación se encuadra en un paradigma positivista, según el positivismo, representado comúnmente por David Hume, Francis Bacon, Auguste Comte, William James y J. Stuart Mill, para que un conocimiento se logre considerar como conocimiento científico, debe acomodarse al paradigma de las llamadas ciencias naturales (Bernal, 2010).

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo o método tradicional es aquel que se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos sociales (Bernal, 2010).

Esta investigación tiene un diseño correlacional causal, en los que se recogen los datos de forma transversal.

A. Propuesta Técnica

Nuestra propuesta técnica está enfocada en brindar una experiencia dinámica al estudiante, que analizamos en fases, para evidenciar la mejora de las habilidades técnicas de los estudiantes.

- Fase 1: Evaluación de los módulos y cursos
- Fase 2: Aplicación de nuevas herramientas en los ejercicios prácticos
- Fase 3: Seguimiento y revisión del avance del estudiante

- Fase 4: Realizar la retroalimentación

Con la técnica actual podremos demostrar lo importante del uso de simuladores en las sesiones síncronas.

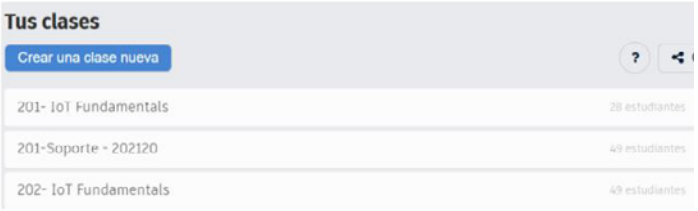
Porque es recomendable el Tinkercad como herramienta para mejorar las habilidades prácticas, entre las que consideraciones que podemos mencionar está que se utiliza de forma gratuita y sólo requiere crearse una cuenta de usuario. Sin embargo, ofrece también una posibilidad realmente interesante y es la de montar, programar y simular circuitos con Arduino.

B. Conceptualización del diseño, construcción, integración e implementación de la propuesta técnica de innovación.

Nuestro diseño se basa en el modelo de SENATI, Aprender haciendo.

- Fase 1: Evaluación de los módulos y cursos
- Fase 2: Aplicación de nuevas herramientas en los ejercicios prácticos
- Fase 3: Seguimiento y revisión del avance del estudiante
- Fase 4: Realizar la retroalimentación, se muestra en la figura 3 y figura 4.

Figura 3. programación de clases



Fuente: Elaboración propia, 2022

Figura 4. Trabajos de los estudiantes con la plataforma del tinkercad

Fuente: Elaboración propia, 2022

C. PROYECTO – Sistema de Alarma

Enunciado

Sistema de alarma basado en Arduino. Con dos sensores uno de movimiento y otro de luz se detecta la alarma. Después de detectar alarma, se entra en un estado de

pre-alarma que, si no se introduce la clave correcta en 10 segundos, paso a un estado de alarma.

Para entrar en estado de alarma hay dos condiciones:

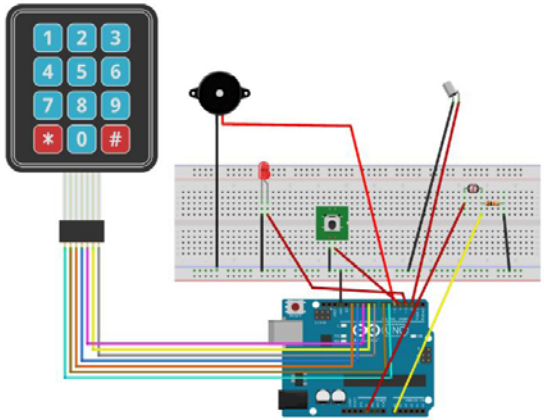
- Detectar un movimiento (activar el sensor tilt), revisar la tabla 3 y Figura 5.
- Detectar más de 5 segundos una iluminación superior a 900, revisar la figura 6.

Tabla 3. Lista de Materiales

Amount	Part Type	Properties
1	Arduino Uno (Rev3)	Tipo Arduino UNO (Rev3)
1	Piezo Speaker	
1	Membrane Matrix Keypad	
1	Red (633nm) LED	Color Red (633nm); leg yes; paquete 5 mm [THT]
1	10kΩ Resistor	tolerancia ±5%; bands 4; paquete THT; Resistencia 10kΩ; espacio entre pines 400 mil
1	Photocell (LDR)	resistance@ luminance 16 kOhms@ 10 lux; resistance@ dark 300 kOhms@ 10 seconds; paquete THT
1	220Ω Resistor	tolerancia ±5%; bands 4; paquete THT; Resistencia 220Ω; espacio entre pines 400 mil
1	Tilt Switch	tilt mechanism Mechanical Ball; paquete THT
1	SWITCH-MOMENTARY-2	paquete tactile_switch_tall

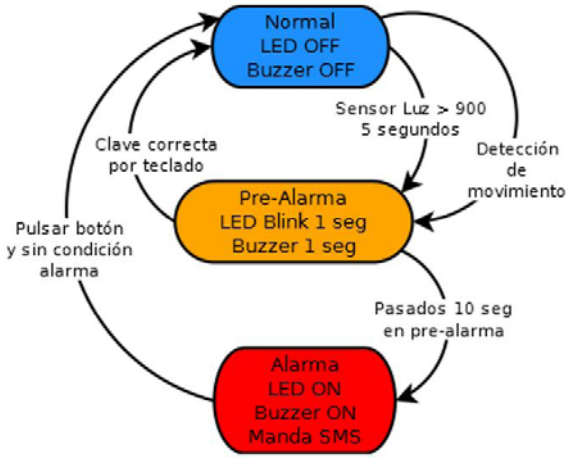
Fuente: Elaboración propia, 2022

Figura 5: circuito de conexión



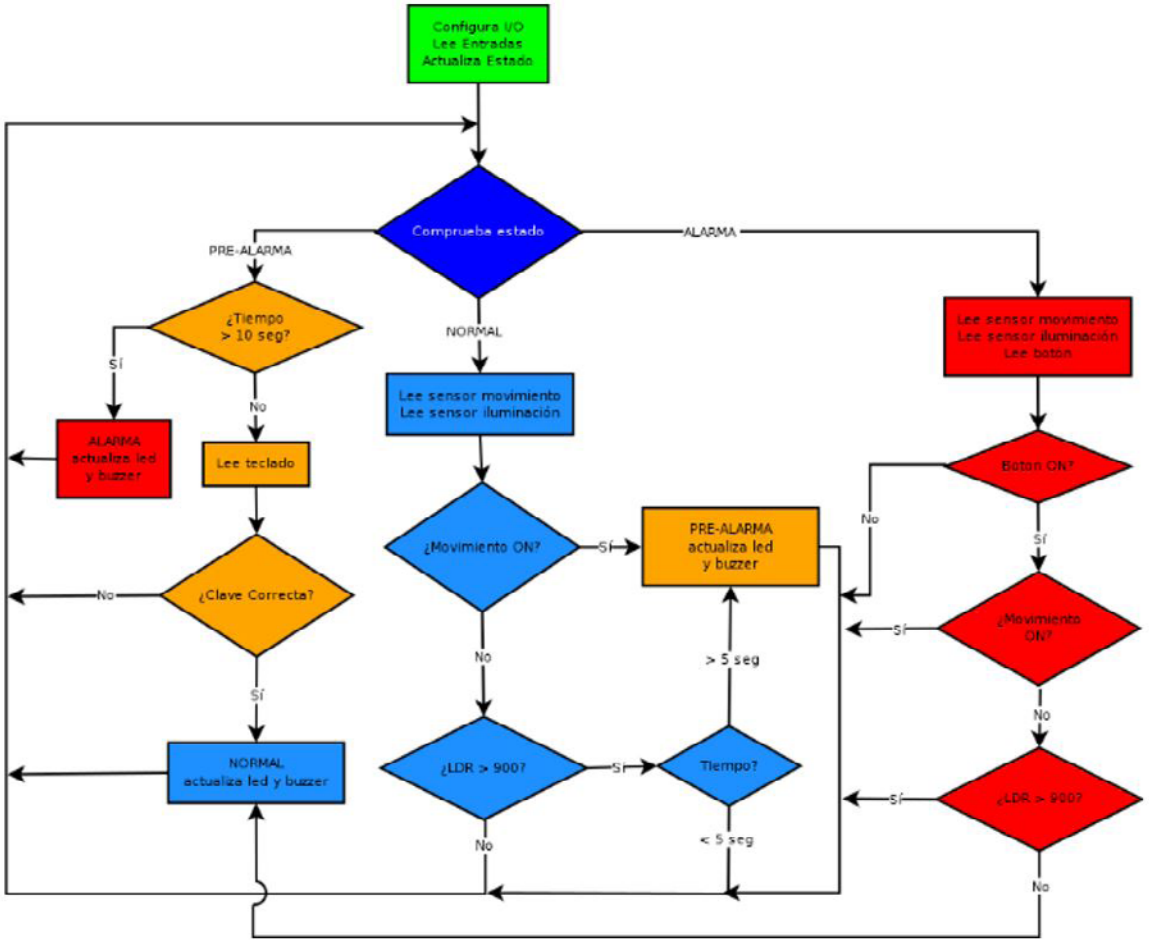
Fuente: Plataforma Tinkercad, 2022

Figura 6: circuito de conexión



Fuente: Elaboración propia, 2022

Figura 7: Diagrama de funcionamiento



Fuente: Elaboración propia, 2022

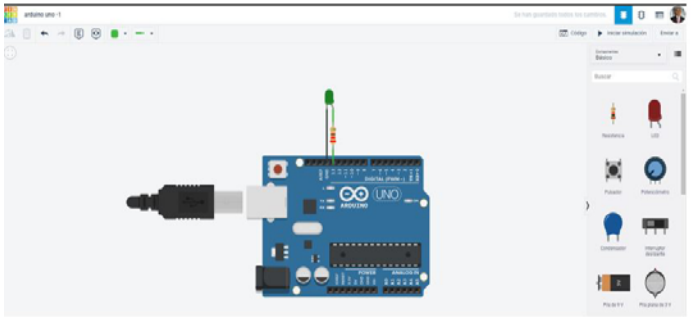
Figura 8: Resumen de beneficios

Fuente: Plataforma Tinkercad, 2022

D. DISEÑO DE LAS PARTES (mecánico, electrónico, eléctrico, digital, otros)

La plataforma utilizada es interactiva por lo que todos los circuitos que se realizan, hay una biblioteca interna que explica el funcionamiento de cada componente a utilizar, revisamos la figura 9.

Figura 9: presentación de la plataforma tinkercad



Fuente: Plataforma Tinkercad, 2022

E. Integración con software de simulación tinkercad

Tinkercad es un software gratuito online creado por la empresa Autodesk, una de las empresas punteras en el software de diseño 3D, ver la figura 10.

Figura 10: logo de la empresa

Fuente: Plataforma Tinkercad, 2022

Tinkercad es una colección en línea gratuita de herramientas de software que ayudara a nuestros estudiantes de todas las sedes de SENATI a pensar, crear y hacer. El software de simulación ayuda a predecir el comportamiento de un sistema. Se puede utilizar para evaluar un diseño nuevo, diagnosticar problemas de un diseño existente y probar un sistema en condiciones que son difíciles de reproducir, debido a la pandemia que estamos viviendo.

De acuerdo con Minedu, a julio de 2020 se estimó que la deserción en primaria se incrementó del 1.3% al 3.5% (128.000 estudiantes) y, en secundaria, pasó del 3.5% al 4% (102.000 estudiantes). A este porcentaje se le suma además el traslado de 337.870 estudiantes de instituciones educativas privadas a públicas.

Adicionalmente, según resultados de la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho), para finales del 2020 los principales motivos de los estudiantes para abandonar los estudios siguen siendo los problemas económicos (75.2%), los problemas familiares (12.3%) y también la falta de interés (4%).

Es importante saber que, en el 2020, alrededor de 230 mil estudiantes dejaron de asistir al colegio. Aunque el Gobierno ha desarrollado iniciativas como Aprende en Casa, no todas las familias se han podido vincular a este proyecto pues sus recursos no les permiten tener un radio, una computadora o, en otros casos, acceso a internet. Sobre este último punto, según un estudio del GSMA (Groupe Speciale Mobile Association) hay 8 regiones del país en los que entre el 75% y el 90% de hogares no tiene acceso a Internet (Amazonas, Cajamarca, Loreto, San Martín, Huánuco, Huancavelica, Ayacucho y Apurímac).

Tinkercad ofrece:

- Aplicación de diseño e impresión 3D
- Simulador de circuitos, incluido Arduino
- Diseños 3D interactivos con electrónica:
- Publicación de nuestros proyectos
- Ver otros proyectos y clonarlos: https://www.tinkercad.com/things/v2#/things

Simulador de circuitos para los laboratorios on line. Herramienta online gratuita de Autodesk que permite dibujar esquemas electrónicos. Además, permite simulación de circuitos, e incluso podemos realizar la "programación virtual" de las placas Arduino y comprobar el funcionamiento, es un simulador online.

Una herramienta muy interesante que ofrece Tinkercad Circuits es el debugger, con ella podemos parar la eje-

cución de un programa y ver los valores de las variables, algo que con Arduino no podemos hacer. Nos permite "parar" el tiempo.

IV RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos después del trabajo de campo que nos permite la obtención de resultados estadísticos sobre el Simulador Tinkercad y las habilidades prácticas.

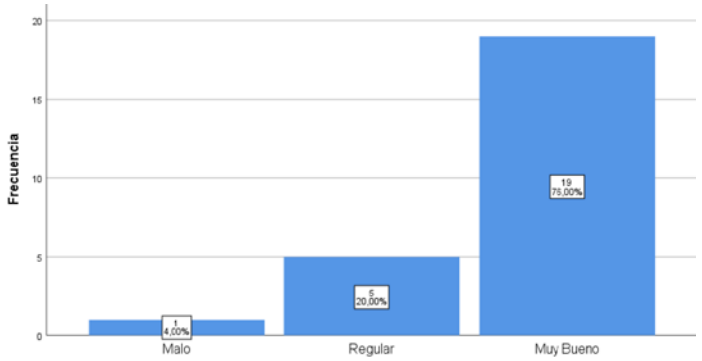
Descripción

Tabla 4. Simulador Tinkercad (Agrupada)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	1	4,0	4,0	4,0
	Regular	5	20,0	20,0	24,0
	Muy Bueno	19	76,0	76,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Cuestionarios aplicados a los estudiantes

Figura 11. Simulador Tinkercad



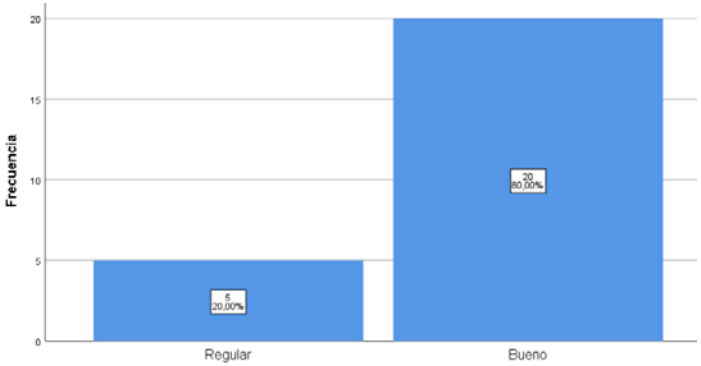
De la tabla 4 y figura 11, se observa que el 76% de los estudiantes realizan un muy buen uso de simuladores, el 20 % realizan un uso regular y un 4% utiliza estas aplicaciones en un mal nivel.

Tabla 5. Nivel en habilidades prácticas (Agrupada)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Regular	5	20,0	20,0	20,0
	Bueno	20	80,0	80,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Prueba aplicada a los estudiantes

Figura 12. Nivel en habilidades prácticas.



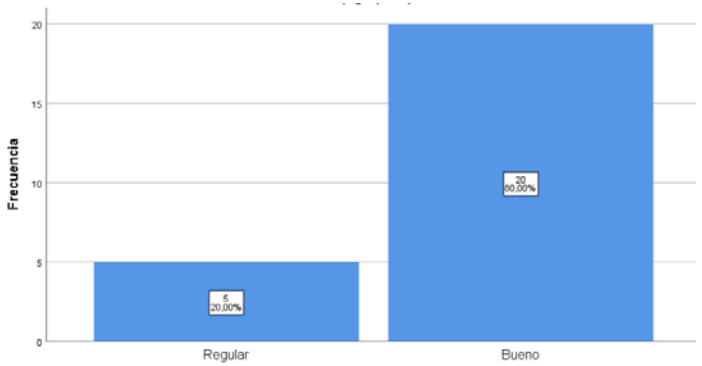
De la tabla 5 y figura 12, se observa que el 80% de los estudiantes están en un nivel bueno, mientras que el 20% en regular.

Tabla 6. Dimensión de calidad en habilidades prácticas (Agrupada)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Regular	5	20,0	20,0	20,0
	Bueno	20	80,0	80,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Prueba aplicada a los estudiantes

Figura 13. Dimensión de calidad en habilidades



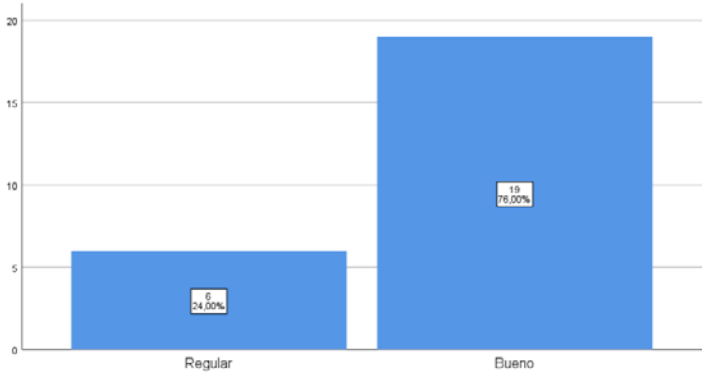
De la tabla 6 y figura 13, se observa que el 80% de los estudiantes tienen un nivel bueno en calidad, mientras que el 20% tienen un nivel regular.

Tabla 7. Dimensión de eficiencia.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Regular	6	24,0	24,0	24,0
	Bueno	19	76,0	76,0	100,0
	Total	25	100,0	100,0	

Fuente: Prueba aplicada a los estudiantes

Figura 14. Dimensión eficiencia.



De la tabla 7 y figura 14, se observa que el 76% de los estudiantes, tienen un nivel bueno en eficiencia, mientras que el 24% tienen un nivel regular.

Tabla 8. Resultados comparativos entre el simulador y habilidades prácticas.

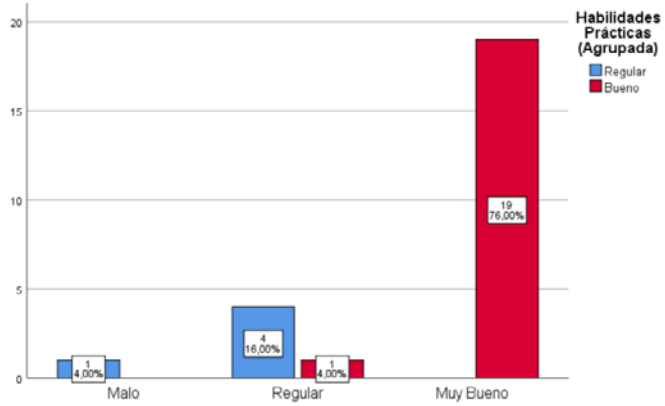
Tabla cruzada Simulador Tinkercad (Agrupada)*Habilidades Prácticas (Agrupada)

Recuento

		Habilidades Prácticas (Agrupada)		
Regular		Bueno		Total
Simulador Tinkercad (Agrupada)	Malo	1	0	1
	Regular	4	1	5
	Muy Bueno	0	19	19
Total		5	20	25

Fuente: Cuestionario y prueba aplicados a los estudiantes

Figura 15. simulador y habilidades prácticas



De la tabla 8 y figura 15, se observa que el 76% de los estudiantes que utilizan ampliamente el simulador Tinkercad (uso muy bueno) obtuvieron buenas calificaciones en habilidades prácticas.

Prueba de hipótesis:

En cuanto a los resultados obtenidos a partir de los instrumentos ejecutados, es decir, del cuestionario con escala ordinal y la prueba de habilidades prácticas, se realizará una prueba no paramétrica que mostrará la dependencia entre las variables, la prueba de hipótesis se realizará utilizando la prueba de regresión logística, ya que los datos para el modelamiento son de carácter cualitativo ordinal y nominal, para esto utilizaremos el software estadístico SPSS.

Prueba de hipótesis general:

H_0: No existe incidencia del uso de los simuladores en el desarrollo de habilidades prácticas de los estudiantes.

H_a: Existe incidencia del uso de los simuladores en el desarrollo de habilidades prácticas de los estudiantes.

Nivel de significación de prueba $\alpha = 0.05$

Prueba de decisión: Si P_valor < α, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 9. Determinación del ajuste de los datos para el uso del simulador Tinkercad y las habilidades prácticas.

Información de ajuste de los modelos				
Modelo	Logaritmo de la verosimilitud -2	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Sólo intersección	21,801			
Final	1,785	20,016	2	,000
Función de enlace: Logit.				

De la tabla 9, se puede indicar que existe una dependencia entre las variables, siendo la variable "habilidades prácticas" dependiente de la variable "Uso del simulador Tinkercad", así mismo, el valor del Chi cuadrado es de 20,016 y p_valor (valor de la significación) es igual a 0,000 frente a la significación estadística α igual a 0,05 (p_valor < α), esto significa que se debe rechazar de la hipótesis nula y aceptar de la hipótesis alternativa, los datos de la variable no son independientes, implica la influencia de una variable sobre la otra.

Tabla 10. Pseudo coeficiente de determinación de las variables

Pseudo R cuadrado	
Cox y Snell	,551
Nagelkerke	,871
McFadden	,800
Función de enlace: Logit.	

En cuanto de la prueba del pseudo R cuadrado, lo que se estaría presentando es la dependencia porcentual del uso del simulador Tinkercad y las habilidades prácticas. Las habilidades prácticas dependen en un 87,1 % del uso del simulador Tinkercad.

Prueba de hipótesis especifica 1:

H_0: No existe incidencia del uso del simulador Tinkercad en la calidad de las habilidades prácticas.

H_a: Existe incidencia del uso del simulador Tinkercad en la calidad de las habilidades prácticas.

Nivel de significación de prueba $\alpha = 0.05$

Prueba de decisión: Si P_valor < α, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 11. Determinación del ajuste de los datos para el uso del simulador Tinkercad y la calidad en habilidades prácticas.

Información de ajuste de los modelos				
Modelo	Logaritmo de la verosimilitud -2	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Sólo intersección	21,801			
Final	1,785	20,020	2	,000
Función de enlace: Logit.				

De la tabla 11, se puede indicar que existe una dependencia entre la dimensión calidad de habilidades prácticas y la variable "Uso del simulador Tinkercad", así mismo, el valor del Chi cuadrado es de 20,020 y p_valor (valor de la significación) es igual a 0,000 frente a la significación estadística α igual a 0,05 (p_valor < α), esto significa que se debe rechazar de la hipótesis nula y aceptar de la hipótesis alternativa.

Tabla 12. Pseudo coeficiente de determinación de las variables

Pseudo R cuadrado	
Cox y Snell	,551
Nagelkerke	,863
McFadden	,801
Función de enlace: Logit.	

En cuanto a la prueba del pseudo R cuadrado, lo que se estaría presentando es la dependencia porcentual de 86.3% del uso del simulador Tinkercad y las habilidades prácticas en la dimensión de calidad.

Prueba de hipótesis especifica 2:

H_0: No existe incidencia del uso del simulador Tinkercad en el desarrollo de habilidades prácticas en la dimensión de eficiencia.

H_a: Existe incidencia del uso del simulador Tinkercad en el desarrollo de habilidades prácticas en la dimensión de eficiencia.

Nivel de significación de prueba α = 0.05

Prueba de decisión: Si P_valor < α, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 13. Determinación del ajuste de los datos para el uso del simulador Tinkercad en el desarrollo de habilidades prácticas en la dimensión de eficiencia.

Información de ajuste de los modelos				
Modelo	Logaritmo de la verosimilitud -2	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Sólo intersección	27,554			
Final	,000	27,554	2	,000
Función de enlace: Logit.				

De la tabla 13, se puede indicar que existe una dependencia entre las variables, siendo la dimensión eficiencia de las habilidades prácticas dependiente de la variable "Uso del simulador Tinkercad", así mismo, el valor del Chi cuadrado es de 27,554 y p_valor (valor de la significación) es igual a 0,000 frente a la significación estadística α igual a 0,05 (p_valor < α), esto significa que se debe rechazar de la hipótesis nula y aceptar de la hipótesis alternativa, es decir, existe incidencia del uso del simulador Tinkercad en

el desarrollo de habilidades prácticas en la dimensión de eficiencia.

Tabla 14. Pseudo coeficiente de determinación de las variables

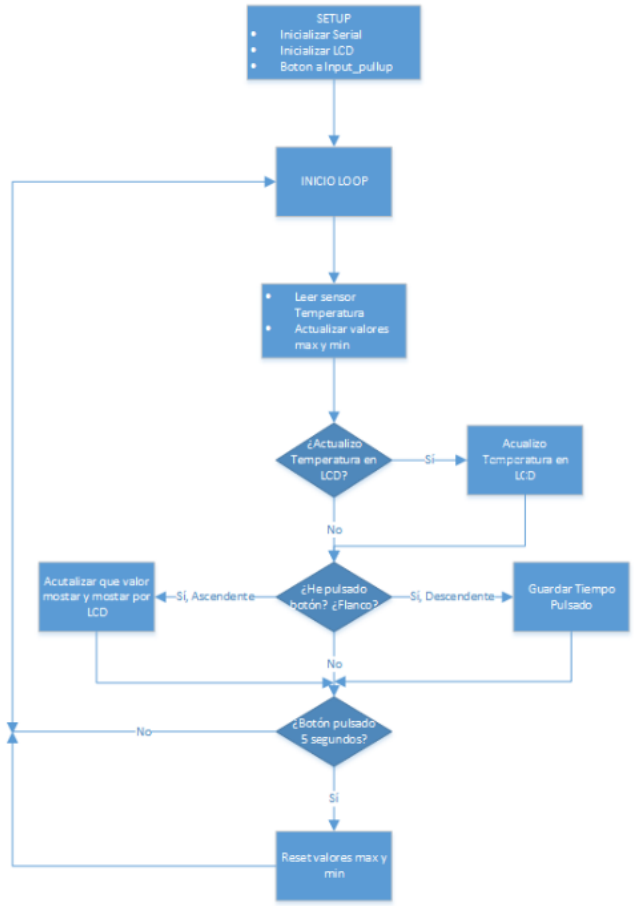
Pseudo R cuadrado	
Cox y Snell	,668
Nagelkerke	,990
McFadden	,899
Función de enlace: Logit.	

En cuanto a la prueba del pseudo R cuadrado, lo que se estaría presentando es la dependencia porcentual de 99% del uso de simuladores y las habilidades prácticas.

4.3. Contribución hacia los estudiantes

Debido a la rápida evolución de la tecnología, hoy en día existen diferentes herramientas y aplicaciones disponibles para el instructor, y el usuario estudiante. Donde es muy fácil analizar, procesar, compartir, almacenar y mostrar la salida de resultados mediante diagramas de flujo figura 2. los videos tutoriales y videos sobre el concepto operativo y el concepto educativo aumentan la demanda de herramientas de software y hardware de código abierto, como se muestra en la figura 13.

Figura 13. Ejemplo de diagrama de flujo para el diseño



Fuente: Elaboración propia, 2022

Ahora, el sistema de tecnología de enseñanza está adoptando más en el diseño digital mediante el uso de programación. El mayor desafío al usar cierta herramien-

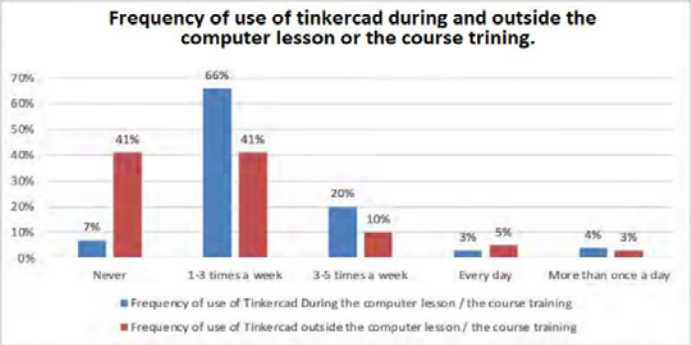
ta gratuita puede ayudar a los estudiantes a conectarse como hardware físico como algunos interruptores, cables, luces LED y construir su propio plan con diferentes equipos sin necesidad de configurar ningún equipo.

Antes de ir a la conexión física, uno puede asegurarse de tratar con un entorno de simulación para reducir las posibilidades de errores o dificultades. Es por ello por lo que presentamos como una solución el uso del entorno Tinkercad para que el estudiante pueda aplicar diferentes planes de ensamblaje de diferentes configuraciones en componentes electrónicos como sensores, placa de pruebas, resistencias y con todo tipo de componentes activos y pasivos con la placa de control como Arduino y Raspberry Pi.

Los diferentes modelos diseñados por este entorno pueden almacenarse en la nube y debajo de ella es fácil encontrar cualquier tipo de falla por el proceso de supervisión del instructor donde, podemos apoyar a nuestros estudiantes si tuvieran alguna dificultad en el momento de desarrollar un laboratorio designado por el instructor, atravez de ingreso a su área de trabajo y poder ayudar o encontrar los errores al momento de la construcción de los esquemas dados.

El ABP (aprendizaje basado en proyectos) puede ser posible a través de la herramienta de aprendizaje Tinkercad. Hay diferentes sensores disponibles para realizar prototipos de circuitos.

Según el estudio de Effect of Tinkercad on Students' Computational Thinking Skills and Perceptions: A Case of Ankara Province TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology – January 2021, volume 20 Issue 1, realiza el siguiente cuadro de uso del tinkercad entre sus estudiantes, ver la figura 14.



Fuente: Elaboración propia, 2022

Entonces, este tipo de herramienta digital puede ayudar a la habilidad de aprendizaje de diferentes componentes y también cerrar la brecha en el sistema educativo actual en la situación de covid19, donde el estudiante puede aprender desde casa. Tinkercad se puede codificar primero y es fácil y agradable. También es la mejor simulación web de código abierto.

Enseñar el modelo fundamental con el concepto de tecnología avanzada actual hace que los estudiantes se interesen más en el tema. El trabajo colaborativo en proyectos puede ser posible a través de la herramienta de código abierto.

Eficiencia, productividad e impacto

EFICIENCIA:

- Los estudiantes que siguen este método no solo consiguen la asimilación de conceptos, sino un desarrollo de su capacidad mental mediante ejercicios de evaluación de situaciones reales y aplicación de conocimientos.
- El aprendizaje se concreta de una manera sólida, en capacidades prácticas, que permiten al estudiante una mejor integración del conocimiento a la práctica diaria.
- Se consigue una asimilación más sencilla y eficiente de las ideas y conceptos, gracias al planteamiento de situaciones que han surgido de la docencia real.
- La sensación de eficiencia del esfuerzo invertido se convierte en un estímulo muy importante para el estudiante, que se traduce en un interés mayor en los aprendizajes y un incremento del tiempo dedicado a trabajar en el curso.

PRODUCTIVIDAD:

- llevará a que cada estudiante a desarrollar y experimentar el comportamiento y funcionamiento de los diferentes laboratorios que se realiza con el instructor remotamente desde sus propios hogares, siempre con el apoyo y asesoramiento del instructor de la especialidad.

IMPACTO:

- El aprendizaje eficaz tiene, necesariamente, que ser contextual. Por eso, te presentaremos los desarrollos de casos reales en los que el experto te guiará a través del desarrollo de la atención y la resolución de las diferentes situaciones: una manera clara y directa de conseguir el grado de comprensión más elevado.

El objetivo al usar Tinkercad debe ser una primera inmersión en el mundo del diseño de una manera sencilla y atractiva, ya que la interfaz de trabajo es simple y muy atractiva inicialmente, si bien una vez dominados los conceptos básicos carece de herramientas para llegar a diseños complejos.

Sus ventajas son claras: es sencillo de usar, su aspecto es atractivo y con unas pocas horas de entrenamiento podemos adquirir mucha destreza en su uso La propuesta de innovación que planteamos llevara a que cada estudiante, que tenga problemas para poder realizar diferentes laboratorios, lo puedan realizar remotamente desde sus propios hogares

V. CONCLUSIONES

En la presente investigación, se logró determinar la influencia del uso del simulador online de circuitos electrónicos (Tinkercad) en las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI, siendo esta influencia significativa, obteniéndose un valor de la prueba de Chi - Cuadrado de 20,016 con sig = 0,000 (< 0.05), además se determinó que existe un nivel de causalidad e influencia del 87.1% del uso del simulador Tinkercad en las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI durante las clases virtuales.

Así mismo, se logró determinar la influencia del uso del simulador Tinkercad en la calidad de las habilidades prácticas, siendo esta influencia significativa, obteniéndose un valor de la prueba de Chi - Cuadrado de 20,020 con sig = 0,000 (< 0.05), además se determinó que existe un nivel de causalidad e influencia del 86.3% del uso del simulador Tinkercad en la calidad de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI durante las clases virtuales.

De manera similar, se logró determinar la influencia del uso del simulador Tinkercad en la eficiencia de las habilidades prácticas, siendo esta influencia significativa, obteniéndose un valor de la prueba de Chi - Cuadrado de 27,554 con sig = 0,000 (< 0.05), además se determinó que existe un nivel de causalidad e influencia del 99.0% del uso del simulador Tinkercad en la eficiencia de las habilidades prácticas de los estudiantes de SENATI durante las clases virtuales.

Al utilizar Tinkercad, el usuario puede realizar algunos proyectos orientados a aplicaciones. Las diferentes aplicaciones tendrán diferentes resultados y pueden cultivar el conocimiento de los estudiantes sobre la programación y el proceso informático. Entonces, los institutos educativos están promoviendo a los estudiantes para que trabajen con diferentes plataformas digitales, lo que mejora su carrera y también es beneficioso para su conocimiento técnico.

El enfoque práctico en un entorno de aprendizaje virtual brinda a los estudiantes las experiencias y herramientas que les permiten comprender, dar sentido y utilizar grandes cantidades de información que, a diferencia de otros tiempos, siempre está disponible y de fácil acceso para todos. El aprender haciendo toma fuerza en este enfoque, por ello las escuelas pueden usar esta plataforma gratuita para brindar a los estudiantes una variedad de oportunidades para desarrollarlos y fortalecerlos.

El resultado de esta investigación permite evidenciar los beneficios que se obtienen con el uso de la plataforma, generando buenas prácticas tanto para instructores como estudiantes, el instructor, podrá acceder a la plataforma del estudiante y apoyar con el desarrollo de los laboratorios, verificar y supervisar el avance y por la otra parte, el estudiante podrá aplicar lo aprendido utilizando el desarrollo de circuitos con aplicaciones, programación, etc.

Recomendado para que los estudiantes combinen el estudio de casos y la producción, traten individualmente y en grupo, requieran soluciones diferentes o convergentes, con un enfoque en el uso de diferentes recursos. Además, llaman a la participación activa de los estudiantes en la adquisición y uso del conocimiento, mediante la integración de la cultura digital. Las secuencias involucran diferentes niveles de apoyo y autonomía y reflejan casos sobre el aprendizaje en sí mismo, con el fin de posibilitar y promover diferentes enfoques del conocimiento y el saber y armonizar más aportes de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Instituto Peruano de Economía. (s.f.). Educación en cifras. Recuperado de https://www.ipe.org.pe/portal/15947-2/
- Defensoría del Pueblo. (s.f.). Advertimos preocupante aumento del trabajo en adolescentes. Recuperado de https://www.defensoria.gob.pe/advertimos-preocupante-aumento-del-trabajo-en-adolescentes/
- Comex Perú. (s.f.). 230,000 estudiantes dejaron de ir al colegio en 2020. Recuperado de https://www.comexperu.org.pe/articulo/230000-estudiantes-dejaron-de-ir-al-colegio-en-2020
- El Comercio. (s.f.). Perú: 73% de la población rural carece de conexión a Internet. Recuperado de https://elcomercio.pe/economia/peru/peru-73-poblacion-rural-carece-conexion-internet-211598-noticia/?foto=2
- Narayan, B., & Kumari, R. (Octubre de 2020). Smart Performance of Virtual Simulation Experiments Through Arduino Tinkercad Circuits. Zenodo. Recuperado el 16 de marzo de 2022 de https://zenodo.org/record/4249073#.YjKoT0DMKUI

ANEXOS

Operacionalización de la variable Uso del simulador Tinkercad

Dimensiones	INDICADORES	Ítems	EVALUACIÓN/ PESO
Calidad de contenidos	Actualización	Considera que la plataforma se encuentra actualizada	
	Calidad	Gestiona el contenido con calidad	
	Secuencia y estructura	Mantiene una secuencia y estructura en los contenidos	
	Originalidad	Los contenidos tienen originalidad	
	Claridad de explicaciones	Hay claridad en la aplicación de los contenidos	
Aspectos técnicos	Calidad de medios	Considera la calidad de medios en la técnica	
	Menús de ayuda	Utiliza las orientaciones de ayuda	
	Variedad	La variedad	
	Tamaño de gráficos y letras	Diagramación adecuada	
	Respuesta a acciones	Responde los inconvenientes técnicamente	
	Carga de la web	Guarda los cambios de forma digital	
	Relación coste – calidad	Analizar el producto final	
Motivación	Grado de atracción de la herramienta	Atracción por el uso de la plataforma	
	Interés que despierta	Interés por el uso de la plataforma	
	Duración	Tiempo empleado para utilizar la plataforma	
	Alcance de logros intermedios	Entrega de resultados	
Organización interna de la información	Incluye ejemplos y tutoriales	Desarrolla modelos y ejemplos	
	Síntesis de fundamentos	Establece orden en el trabajo con la información brindada	
	Interacción web	Manejo de la plataforma de forma web	
	Información textual auxiliada por recursos multimedia	Uso de la plataforma con instructivos adecuados	

Dimensiones	INDICADORES	Ítems	EVALUACIÓN/ PESO
Valor didáctico	Adaptación al currículum	Ejercicios adecuados en base a la temática correspondiente.	
	Favorece el proceso de aprendizaje	Evidencia beneficios al utilizar la plataforma	
	Adecuación del vocabulario al desempeño profesional	Evidencia de una comunicación adecuada en la plataforma, con fines académicos.	
	Explicación de los objetivos y logros esperados	Demostración del proyecto y descripción completa	
	Selección reflexiva de las opciones o caminos alternativos	Ejecutar proyectos con casuísticas diversas o parecidas.	
	El usuario puede navegar libremente con un esquema de etapas claro para cumplir objetivos mediante caminos alternativos (Secuencialidad no inducida)	Interacción adecuada y practica en la plataforma.	
	Retroalimentación	Entiende los mensajes de error en la compilación para poder resolverlos.	
	Las problemáticas presentadas son una buena representación de la realidad profesional	Ejercicios resueltos en base a la demanda	
	Decisiones poseen distinto peso	Adecuación de los parámetros en la plataforma	
Calidad del diseño	Coherencia de estilo gráfico	Esquema completo y funcional en la plataforma	
	Zonas estables en pantalla	Reconoce las partes de la aplicación	
	Cambio de fondos	Manejo las propiedades de los objetos	
	Tamaños de fuentes	Trabaja con los formatos adecuados al diseño	
	Realismo del escenario simulado	Propone un espacio adecuado en la plataforma	
	Contraste de colores	Considera las normas técnicas en la asignación del diseño	
	Distribución de elementos	Trabaja utilizando los objetos	

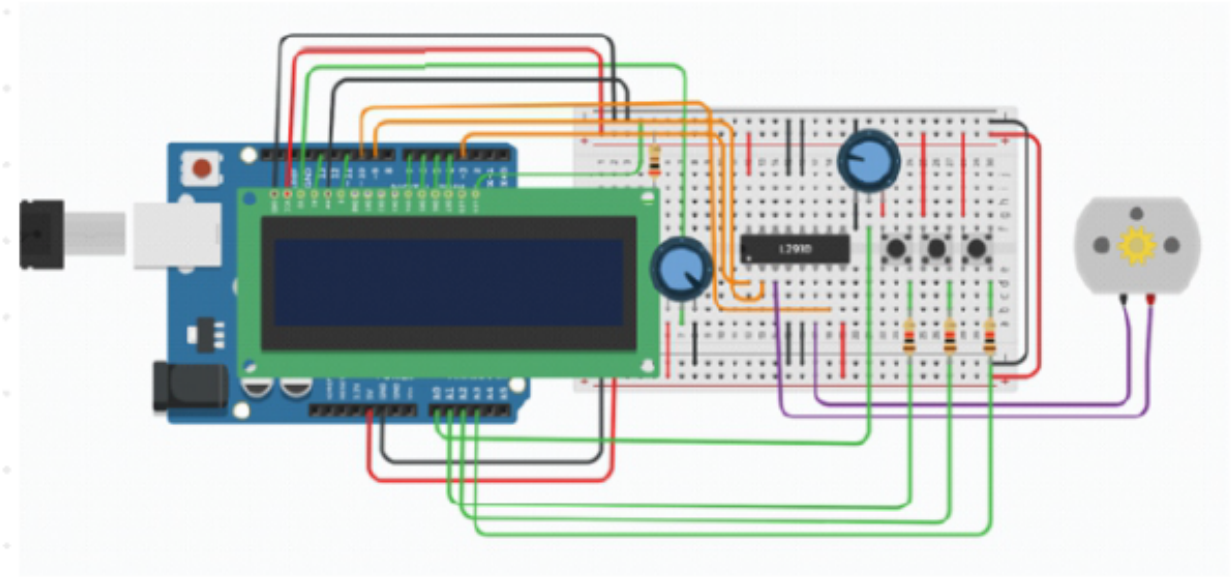
Operacionalización de la variable Habilidades prácticas

Dimensiones	INDICADORES	Items	EVALUACIÓN/ PESO
Calidad	Proceso operacional.	Planifica su trabajo/tarea.	
		Realiza el trabajo según lo planificado.	
		Usa máquinas, equipos y herramientas correctamente.	
		Controla su trabajo	
	Precisión, acabado y aplicación de Normas Técnicas.	Realiza los trabajos con precisión y buen acabado.	
		Aplica Normas Técnicas y Procedimientos (Buenas prácticas)	
	Funcionalidad	El producto/servicio es correcto	
	Orden, seguridad y cuidado del ambiente. (se debe incluir como otro criterio – SEGURIDAD)	Trabaja con orden, limpieza, seguridad	
		Cuida el medio ambiente.	
Eficiencia	Manejo de recursos y materiales.	Usa los recursos y materiales con porcentajes aceptables de desperdicio.	
	Tiempo de ejecución	Realiza las tareas dentro del plazo previsto.	

Instrumento – Variable: Habilidades prácticas:

Crear un circuito con Arduino UNO, utilizar un protoboard, un LCD, un driver y un motor DC. Deberá tener tres botones: uno fijará la rotación en el sentido de las agujas del reloj, otro fijará la rotación en sentido contrario a las agujas del reloj y el otro parará el motor. Tendrá un potenciómetro que fijará la velocidad del motor.

Circuito referencial:



Rúbrica

Ítems	NIVEL DE LOGRO - INDICADORES				
	2.5 (Muy Bueno)	2 (Bueno)	1.5 (Regular)	1 (Malo)	0 (Muy malo)
Planifica su trabajo/tarea.					
Realiza el trabajo según lo planificado.					
Usa máquinas, equipos y herramientas correctamente.					
Controla su trabajo					
Realiza los trabajos con precisión y buen acabado.					
Aplica Normas Técnicas y Procedimientos (Buenas prácticas)					
El producto/servicio es correcto					
Cuida el medio ambiente.					
	20	16	12	8	0

CIENCIA Y SOCIEDAD

Estimación de la concentración de clorofila-a en los embalses del Río Negro, Uruguay

Análisis de algoritmos de reflectancia Sentinel-2

AGUSTINA SISMANDE

JESUS DELEGIDO

FELLIPE LOUSADA

NATALIE AUBET

El crecimiento excesivo de cianobacterias en ecosistemas acuáticos de agua dulce es una preocupación mundial a causa de la toxicidad que pueden aportar al agua, independientemente de la zona climática (Palmer y Ruhi, 2019). Se considera que la fuerza motriz de las floraciones de cianobacterias es la disponibilidad de nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT) en concentraciones elevadas y en ciertas proporciones (Acevedo, 2012). Aunque esta teoría parece simple, es complejo identificar la fuente de nutrientes, sus caminos de transporte y destino y su relación con las variables ambientales físicas, químicas y biológicas del medio y cómo estas interacciones reflejan la dinámica de las cianobacterias (González-Piana et al., 2017). En este sentido, el uso del suelo es un factor primordial que define las fuentes puntuales y no puntuales de contaminantes. Así, la escorrentía agrícola de fertilizantes químicos y a base de estiércol, la ganadería y los desbordamientos del alcantarillado combinado (CSO) son los principales contribuyentes de estos nutrientes a las masas de agua (Cardini et al., 2017). De esta manera, estas fuentes contribuyen a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos y favorecen el crecimiento de las cianobacterias (Ramankutty et al., 2018). Mientras que una alta concentración de PT y NT es un prerrequisito para un alto biovolumen de cianobacterias no es el único. Una baja tasa de intercambio de agua suele ser una condición adicional para la formación de floraciones (Bonilla et al., 2015). Dado que las cianobacterias crecen con bastante lentitud, necesitan un tiempo de permanencia suficiente en el cuerpo de agua para establecer grandes poblaciones (Aubriot et al., 2017). La baja transparencia del agua suele ser otra condición relacionada con el dominio de una serie de especies de cianobacterias, no porque sea una condición previa para su crecimiento, sino porque es una consecuencia de la aparición de la floración (Ampuero, 2021). Por otra parte, se indica a menudo que las altas temperaturas favorecen el crecimiento de las cianobacterias y podrían ser un indicador de probabilidad de floración. Las cianobacterias pueden producir una amplia variedad de toxinas (cianotoxinas) las cuales son perjudiciales para la fauna, flora e incluso para los humanos (Kruk et al., 2019) dado que su presencia compromete la potabilidad del agua y restringe su uso (Chorus y Welker, 2021).

El Río Negro es el ecosistema lótico con mayor caudal de agua interno de Uruguay, presentando valores promedio de 930 m^3/s sobre la desembocadura del Río Uruguay (Alonso et al., 2019). El curso se orienta con dirección general Este-Noreste a Oeste recorriendo el país en una longitud aproximada a los 750 km.

El uso del suelo en la cuenca hidrográfica del Río Negro es variado y se atribuye principalmente a actividad agrícola (los cultivos de secano y producción de arroz), ganadera y forestal (FAO, 2015). En esta dirección, se halla el reciente establecimiento de la planta de celulosa de UPM II, ubicada aguas abajo del embalse Rincón del Bonete (Ministerio Ambiente, 2019a). Los usos consuntivos del agua del Río Negro son variados incluyendo el consumo humano, riego, industrial, entre otros (DINAGUA, 2018). Se destaca asimismo, el uso de sus recursos hídricos para la generación de energía eléctrica a través de tres embalses y sus represas construidos sobre el cauce principal: Rincón del Bonete (1.070 km²), Baygorria (100 km²) y Palmar (320 km²) (Figura 1). El manejo de los embalses en conjunto con el régimen pluvial influye en la dinámica del tiempo de residencia variando entre 196, 14 y 50 días promedios 2009-2016 respectivamente (MA, 2018). Sobre el río, los embalses son características dominantes del paisaje hidrológico y proporcionan servicios vitales que contribuyen al desarrollo económico e industrial de la región (Chalar 2009; Bonilla et al., 2015; Aubriot et al., 2017; Kruk et al., 2019). Sin embargo, su morfología única puede crear las condiciones adecuadas para el crecimiento excesivo de algas y las floraciones de cianobacterias al proporcionar entornos de aguas con entradas de nutrientes relativamente altas, deposición y almacenamiento de nutrientes, impactando significativamente en las características limnológicas del ecosistema acuático (De Souza et al., 2020).

En los últimos años, las ocurrencias de floraciones de cianobacterias en la cuenca del Río Negro han aumentado. En este sentido, Bonilla et al. (2021) mencionan que el aumento de biomasa algal y la generación de sustancias tóxicas comprometen drásticamente los servicios ecosistémicos que proporciona el río, trayendo consigo un deterioro ambiental en continuo avance desde el año 2000. Otros estudios revelan que el incremento de nutrientes en el agua, en especial el fósforo y nitrógeno, indican un estado hipereutrófico en los embalses presentando valores promedio de 114 y 725 µg/L respectivamente, en el periodo 2009-2013 (Chalar, 2009; Bonilla et al., 2015; Aubriot et al., 2017; Chalar, et al., 2017; Kruk et al., 2019). Esto se relaciona con la notable aparición de floraciones de cianobacterias tóxicas (Chalar et al., 2014; González-Piana et al., 2017, 2018) las cuales son percibidas notoriamente a nivel de imágenes satelitales (Aubriot et al., 2020).

El Ministerio de Ambiente de Uruguay lleva a cabo un plan de trabajo segmentado en campañas trimestrales e iniciado en 2009, con el objetivo de realizar un relevamiento de parámetros físico-químicos y biológicos de la cuenca hidrográfica para monitorear aspectos que influyen en la cantidad y calidad del agua (Ministerio de Ambiente, 2022). Si bien esta herramienta de monitoreo es indispensable para la gestión de los recursos hídricos del Río Negro, estas metodologías representan medidas puntuales que, hasta el momento, no consideran la variabilidad especial de los fenómenos de floración (Drozd et al., 2020). En este sentido, la teledetección satelital óptica posibilita el

monitoreo del territorio ampliando su resolución espacial y temporal, reduciendo los costos de trabajo de campo y aportando en la generación de alertas tempranas (Östlund et al., 2001). Así, es clave contar con un monitoreo continuo que se utilice como herramienta para la gestión integral y sostenible del recurso agua (DINAMA, 2012).

La inserción de la teledetección en el estudio de floraciones de cianobacterias en el Río Negro ha avanzado en los últimos años. Estudios sobre la estimación de clorofila-a (Chl-a) a partir de las bandas espectrales de Landsat 7 fueron presentados por UPM (2019). En la misma línea, y en el marco de la iniciativa para la mejora de la calidad del agua de la cuenca del Río Negro (2019), se propone el uso de técnicas de sensoramiento remoto para la evaluación de la calidad del agua. El estudio del contenido de clorofila-a revela el estado trófico del ecosistema acuático puesto que la concentración de Chl-a es dependiente de la concentración de algas (Gholizadeh et al., 2016). La Chl-a es un pigmento verde característico del fitoplancton, esencial para la fotosíntesis tanto de algas como de cianobacterias, que absorbe en longitudes de onda que varían entre los 430 y 662 nm (Olmo & Nave, s.f.) y que, por sus características, es ampliamente utilizado como indicador de la biomasa de fitoplancton en estudios de detección remota del agua. El análisis de variables complementarias a la Chl-a favorecen el entendimiento del comportamiento del fenómeno de floración puesto que incorporan parámetros que proporcionan un abordaje integral del tema (Bordet et al., 2017). Tal es el caso de la transparencia del agua, no solo está relacionada con sólidos en suspensión (arcillas, arenas, restos orgánicos) y con sustancias disueltas como la materia orgánica disuelta coloreada (CDOM), sino que además es un indicador que define el estado trófico del agua debido a su relación con la biomasa algal (Zou et al., 2020). La transparencia puede ser estimada en campo a través de la profundidad de visión del disco de Secchi en m (SD). Otra variable que se relaciona con la transparencia es la KdZ90max, que representa la profundidad, en metros, a la que se absorbe el 90% de la radiación solar incidente en el agua y que se obtiene a partir del procesador C2RCC (*Case-2 Regional CoastColour*) (Giardino et al., 2017) con imágenes Sentinel-2. Estos parámetros son clave ya que condicionan la llegada de la luz que se transmite en el agua y, por consiguiente, influyen directamente en los organismos acuáticos para asimilar la energía a través de la fotosíntesis (Kirk, 1994). La posibilidad de integrar en el estudio de calidad de agua algoritmos que incorporan datos de campo y satelitales facilitará la incorporación de la teledetección aplicada a los programas de seguimiento de las cuencas hidrográficas. Siguiendo esta línea, Sòria-Perpinyà et al. (2021) han desarrollado métodos empíricos para la recuperación de variables biofísicas como Chl-a, sólidos en suspensión (TSM) y SD, entre otras, vinculadas al monitoreo del estado ecológico de cuerpos de aguas en España. La metodología de trabajo incluye una gran base de datos de campo y los sensores MSI-S2

y OLCI-S3 de las misiones Sentinel-2 y Sentinel-3 para el seguimiento continuo de la variación espacial y temporal de las variables clave que determinan el estado ecológico de las aguas continentales.

El presente estudio tiene como finalidad validar los métodos empíricos y algoritmos generados por Sòria-Perpinyà et al. (2021) para la estimación de Chl-a y TSM a lo largo del Río Negro en su cadena de embalses. La metodología de trabajo incorpora datos de campo y productos automáticos de la misión Sentinel-2 para el monitoreo continuo de la variación espacial y temporal de las variables clave que determinan el estado trófico de las aguas del Río Negro. Este caso de estudio presenta los resultados preliminares de la tesis de grado "Análisis de algoritmos de reflectancia Sentinel-2 para estimar la concentración de clorofila-a en los embalses del Río Negro, Uruguay" y toma como base los algoritmos calibrados y validados por Sòria-Perpinyà et al., (2021) en múltiples embalses en España. Se presenta aquí un ejemplo puntual de un trabajo que integra datos medidos entre 2016 y 2021. Se pretende que el uso de estos algoritmos ayude en la detección de floraciones de cianobacterias en Uruguay, complementando el monitoreo in-situ con el seguimiento de los cuerpos de agua en tiempo y espacio.

1. Metodología

El presente trabajo muestra resultados preliminares sobre el testeo de algoritmos para la detección de floraciones de cianobacterias en Uruguay basado en herramientas de sensoramiento remoto aplicado y datos de campo. Este, representa un ejercicio puntual donde se muestra la metodología de trabajo aplicada a la problemática de calidad de agua de la cuenca hidrográfica del Río Negro.

Para el estudio de los tres embalses se consideran parámetros de diferentes fuentes que incluyen: a) datos medidos in situ; b) datos obtenidos a partir de misiones satelitales; c) algoritmos desarrollados por otros autores.

Variables in-situ: Clorofila-a y TSM

Se utilizarán los valores de clorofila-a (Chl-a) y sólidos disueltos totales medidos in-situ en los embalses de Rincón del Bonete, Baygorria y Palmar. Los datos pertenecen a la base de datos del Observatorio Ambiental Nacional (OAN, 2021) del Ministerio de Ambiente (MA) de Uruguay y registran valores a partir del año 2009 (De León et al., 2020). Las unidades de medición corresponden a mg/m³ y mg/L para Chl-a y sólidos disueltos totales respectivamente. A lo largo del Río Negro se encuentran quince estaciones para la toma de muestras de agua y sedimentos: nueve de esas quince estaciones están comprendidas en la zona de estudio y su área de influencia. La descripción y localización de las estaciones de monitoreo utilizadas en este trabajo se presentan en la Tabla 1 y su localización se visualiza en la Figura 1. Los sitios de muestreo se encuentran distribuidos espacialmente a lo largo de los tres embalses reduciendo errores en las medidas producidas por los puntos en donde se generan los aportes de agua.

Datos satelitales y procesamiento

El Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea Copernicus, cuenta con dos satélites Sentinel-2, S2-A y B, lanzados en 2015 y 2017, respectivamente. La finalidad de la misión S2 es monitorear los cambios en la superficie de la Tierra con una resolución temporal de 10 días con un satélite y 5 días con dos satélites. Ambos cuentan con el sensor Multiespectral Instrument (MSI) con una resolución radiométrica de 12 bits, y adquisición en 13 bandas espectrales, distribuidas en las regiones visibles (VIS), infrarrojo cercano (NIR), borde rojo (Red-Edge) e infrarrojo de onda corta (SWIR) (ESA, 2012).

Debido a la baja reflectividad del agua, la corrección atmosférica en teledetección de calidad de aguas es un proceso clave. Este proceso consiste en eliminar las contribuciones de la atmósfera en las observaciones satelitales. Los productos proporcionados por S2 de Nivel-2A vienen con las correcciones atmosféricas generados por el algoritmo Sen2cor. Por otra parte, los productos a utilizar son de Nivel-1C los cuales proporcionan datos de reflectancia de la parte superior de la atmósfera Top Of Atmosphere (TOA) (ESA, 2012). Si bien estos datos provienen sin corrección atmosférica, es posible aplicar el procesador C2RCC versión C2X particular para aguas turbias. Este algoritmo, desarrollado específicamente para la corrección atmosférica sobre el agua, permite también obtener variables como la concentración de Chl-a, TSM y KdZ90max, parámetros clave para los estudios de calidad de agua, específicamente en cuerpos continentales (Brockmann et al., 2016) y que llamaremos a partir de ahora productos automáticos. Por todo ello, se han realizado diversas investigaciones en donde se desarrollan los métodos para estimar la calidad del agua con S2 (Ha et al., 2017; Pereira-Sandoval et al., 2019; Sòria-Perpinyà et al., 2021).

En este trabajo se utilizaron imágenes satelitales S2 coincidentes con la adquisición de datos in-situ con un desfase temporal de hasta 8 días. Así, para este ejercicio se compilaron imágenes con menos de 20% de nubosidad. Las imágenes fueron computadas por medio del software libre SNAP (*Sentinel Application Platform*) el cual permite procesar, analizar y explorar múltiples productos asociados a distintas misiones satelitales (ESA, 2012).

Los procedimientos aplicados incluyen el remuestreo de las imágenes a 60 m y la corrección atmosférica con el procesador C2RCC versión C2X para obtener datos de la reflectividad de la superficie y de los productos automáticos. Se parte desde la selección de los píxeles que se encuentran en las mismas coordenadas en que fueron tomados los datos in situ. Allí, se extraen los datos para ser analizados en un software estadístico donde se compararán con los datos de campo y los algoritmos desarrollados por Sòria-Perpinyà et al. (2021).

Análisis exploratorio

Se trata de un estudio exploratorio de validación de productos de teledetección por lo cual es importante realizar un análisis estadístico para obtener información sobre los datos en estudio. En esta sección se analizaron las técni-

cas estadísticas (media aritmética, la desviación estándar, mínimos y máximos) a partir de la representación gráfica de diagramas de caja asociados a la descripción numérica para las variables de interés, permitiendo cuantificar y resumir las distribuciones de las mismas.

Evaluación comparativa

En la Tabla 2 se proporcionan los algoritmos seleccionados para determinar las variables Chl-a y TSM con teledetección. Posteriormente, se validan utilizando datos observados (de campo) y estimados (por los productos automáticos por un lado y los algoritmos seleccionados por otro) por medio del error cuadrático medio (RMSE) y el normalizado (NRMSE) (Sòria-Perpinyà et al., 2021). Ambos estadísticos son útiles para evaluar el error global por RMSE y el error relativo por NRMSE ya que no toma en cuenta las unidades de las variables.

Además, se comprueban los supuestos de normalidad sobre los residuales empleando la prueba de Shapiro-WIlks. Esto evidencia la distribución normal de los residuos, dado que en la presente se muestran sólo resultados preliminares, en este caso este test es útil para muestras de hasta 50 datos.

Se realiza la prueba de homogeneidad de varianzas a través de prueba de Breusch-Pagan, donde se analiza la dependencia de los valores de las variables independientes con respecto a los residuos de la regresión lineal.

2. Resultados preliminares

Se llevó a cabo una prueba preliminar procesando dos de las treinta y tres imágenes satelitales del registro completo de estudio de la tesis (2016-2021). Las imágenes de este caso de estudio se tomaron el 26 de enero de 2020 y cubren toda la zona de trabajo, incluyendo las nueve estaciones de muestreo del MA. Los datos de campo fueron tomados entre el 28 de enero y el 4 de febrero.

Al examinar el comportamiento de las variables mediante la representación gráfica de diagramas de caja, es fundamental considerar tanto los datos recolectados en el sitio de estudio como aquellos obtenidos a través de satélites. Estos datos se presentan en las Figuras 2 y 3 para Chl-a y TSM respectivamente. Es importante destacar que se utilizó un conjunto de 9 muestras en este análisis. En esta instancia se puede observar que los datos de campo presentan un valor medio menor a los datos de satélite con un diferencia de 6.12 mg/m³ para Chl-a y 10.63 mg/L para TSM. Se podría decir que existe una sobreestimación de las concentraciones obtenidas por el producto automático satelital. Además, se pueden observar algunas similitudes en los valores mínimos y máximos de ambas medidas, siguiendo la misma tendencia.

Por otra parte, no se viola el supuesto de varianza constante para los parámetros de Chl-a y TSM con un 95% de confianza. Mientras que los supuestos de normalidad no se cumplen para el análisis de clorofila, en este caso se deben de normalizar los datos por medio de una transformación y posteriormente reiterar el test. Debido a que no

se contempla todo el conjunto de datos puede que esté induciendo a un error de tipo 1. En este caso se entiende que se debe de aplicar el uso de un test más robusto como ser Kolmogorov ya que puede contemplar todos los datos (n > 50).

Por otra parte, en la Figura 4 se muestran los valores obtenidos tanto por el producto automático satelital como el método empírico en función de los datos de campo. El comportamiento de la variable medida frente a la calculada se puede observar gráficamente cuando la nube de puntos generada se acerca a la línea 1:1 siendo tanto mejor el producto cuanto más se acerquen los puntos a dicha línea. En la Figura 4 se aprecia que se distinguen dos zonas: para valores inferiores a 15 mg/m³ los puntos azules (producto automático) están más cercanos a la línea 1:1; por otra parte, para valores de Chl-a superiores a 15 mg/m³ se puede ver que la clorofila calculada con el algoritmo está más cercana a la línea 1:1 que el producto automático.

En la Figura 5 se han representado los valores de TSM calculados con los dos métodos en función de los valores de campo. En este caso, parece que siempre los valores del producto automático están más próximos a la recta 1:1 que los calculados con el algoritmo.

Los estimadores que nos permiten evaluar la validez de un producto son el RMSE y el NRMSE. En las Tablas 3 y 4 se muestran los resultados de ambos, observándose que, aunque los valores son altos, en general los errores son menores al comparar los datos de campo con los productos automáticos.

En la Figura 6 se presenta el mapa de la distribución espacial de la concentración de la clorofila-a proveniente del producto automático proporcionado por S2 al hacer la corrección atmosférica con C2RCC versión C2X. Como se observa en esta figura, está presentada por tramos de manera que se logra representar con más detalle el comportamiento espacial de la clorofila-a. La entrada del embalse de Rincón del Bonete y Baygorria muestran un comportamiento que, según la categoría de estado trófico de Toledo et al. (1993) varía de mesotrófico a eutrófico. Los valores más altos de clorofila-a atribuidos a la categoría supereutrófico, se denotan en los extremos, pudiendo ser efecto de zonas de vertidos. Esto también es posible observarse en el embalse de Palmar. Se destaca a su vez que la fecha de adquisición de la imagen corresponde a un periodo estival donde se espera que estén las condiciones ideales para la proliferación de algas (Kruk et al., 2019).

3. Conclusiones

En este trabajo se aplicaron y validaron los algoritmos de Sòria-Perpinyà et al. (2021) y los productos automáticos de S2 para el estudio de las condiciones tróficas de los embalses del Río Negro, concretamente mediante los valores de Chl-a y TSM de los que se dispone de datos de campo. Los resultados preliminares arrojan indicios de que los productos Sentinel-2 estarían mostrando un mejor ajuste con los datos de campo. Sin embargo, estas consideraciones son preliminares y su representatividad depende de un análisis con mayor resolución temporal.

Para llevar a cabo un estudio más robusto, se debe de contar con un número de imágenes procesadas no menor a treinta que abarquen las nueve estaciones de monitoreo distribuidas a lo largo de la zona de estudio.

Por su vez los datos a analizar deben cumplir con los 3 supuestos del modelo, los cuales para ser verificados se usan los residuos (error); donde se verifica la normalidad; varianza constante; e independencia. Además de aplicar los test de análisis de acuerdo a la totalidad de los datos.

Cabe mencionar que los resultados presentados pueden estar influenciados por el desfase temporal de 2 hasta 8 días; cuanto mayor la diferencia mayor la probabilidad de variaciones en el medio acuático sea por la influencia de eventos climáticos, antrópicos o por factores intrínsecos a la cuenca. Asi, el análisis que contemple la base de datos en su totalidad (2016-al presente) permitirá mostrar los cambios de la variabilidad espacial y temporal de los parámetros que influyen en las floraciones de cianobacterias en la cuenca del Río Negro. Ciertamente, la implementación de la teledetección en este tipo de casos proporciona una serie de ventajas vinculadas al monitoreo ambiental entre las que se destacan: a) la velocidad de adquisición de información para múltiples superficies, b) el monitoreo continuo del área permitiendo la creación de una base de datos actualizada y representativa y, c) el estudio en zonas de difícil acceso o que abarcan grandes superficies (He et al., 2008).

Referencias bibliográficas

Acevedo Torrano, V. (2012). Floraciones de Cianobacterias en el Uruguay: Niveles Guía y Descriptores Ambientales.

Aubriot, L. E., Delbene, L., Haakonsson, S., Somma, A., Hirsch, F., & Bonilla, S. (2017). Evolución de la eutrofización en el Río Santa Lucía: influencia de la intensificación productiva y perspectivas. *Innotec*, (14 jul-dic), 07-16.

Aubriot, L., Zabaleta, B., Bordet, F., Sienra, D., Risso, J., Achkar, M., & Somma, A. (2020). In: Assessing the origin of a massive cyanobacterial bloom in the Río de la Plata (2019): Towards an early warning system. *Water Research*, *181*, 115944.

Alonso, J., Quintans, F., Taks, J., Conde, D., Chalar, G., Bonilla, S., ... & Méndez, H. (2019). Water Quality in Uruguay: Current status and challenges. *Water Quality in the Americas. Risks and Opportunities. Mexico: IANAS*, 561-597.

Ampuero Vera, D. F. (2021). *Análisis del anteproyecto del plan de descontaminación por clorofila "a", transparencia y fósforo disuelto para la cuenca del Lago Villarrica.*
Ampuero Vera, D.F. (2021). *Análisis del anteproyecto del plan de descontaminación por clorofila "a", transparencia y fósforo disuelto para la cuenca del lago Villarrica* [Tesis doctoral, Universidad de Concepción]. Udec.Cl. http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/9681/1/TESIS%20ANALISIS%20DEL%20ANTEPROYECTO%20DEL%20PLAN.Image.Marked.pdf

Bonilla, S., Haakonsson, S., Somma, A., Gravier, A., Britos, A., Vidal, L., ... & Aubriot, L. (2015). Cianobacterias y cianotoxinas en ecosistemas límnicos de Uruguay. *Innotec*, (10), 9-22.

Bonilla, S., Aubriot, L., Haakonsson, S., Illarze, M., Díaz, I., & Brena, B. (2021). Las floraciones de cianobacterias tóxicas comprometen el uso del agua del Río Negro, Uruguay. *Innotec*, (22).

Bordet, F., Fontanarrosa, M. S., & O'farrell, I. (2017). Influence of light and mixing regime on bloom forming phytoplankton in a subtropical reservoir. *River Research and Applications*, *33*(8), 1315-1326.

Brockmann, C., Doerffer, R., Peters, M., Kerstin, S., Embacher, S., & Ruescas, A. (2016, August). Evolution of the C2RCC neural network for Sentinel 2 and 3 for the retrieval of ocean colour products in normal and extreme optically complex waters. In *Living Planet Symposium* (Vol. 740, p. 54).

Cardini, J. C., Zabalett Rochón, A., & Reguero, G. P. (2017). Análisis de la propagación de condiciones de eutrofización en el Río Uruguay aguas abajo de la represa de Salto Grande mediante HEC-RAS.

Chalar, G. (2009). The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management. *Limnologica*, *39*(3), 200-208.

Chalar, G., Gerhard, M., González-Piana, M., & Fabián, D. (2014). Hidroquímica y eutrofización en tres embalses subtropicales en cadena. Procesos geoquímicos superficiales en Sudamérica. Bahía Blanca: SiFyQA, 121-148

Chorus, I., & Welker, M. (2021). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management* (p. 858). Taylor & Francis.

De Souza Paulino, R., de Moraes Novo, E. M. L., Martins, V. S., Cairo, C. T., Maciel, D. A., & Barbosa, C. C. F. XXIV simpósio brasileiro de recursos hídricos aplicação da classificação contínua fuzzy para a análise espaço-temporal da floração de algas no reservatório de ibitinga/sp.

De León, L., Centurión, V., Rodó, E., Kok, P., Manzari, L., Quintans, F., Reali, P., 2009-2017. Plan de monitoreo del rio Negro. Informe de datos de calidad ambiental de la cuenca del Río Negro. Año 2020. DINAMA. Informe Interno: p. 140.

Drozd, A. A., & Bordet, F. (2020). 8° Congreso del Agua Póster: Teledetección aplicada al monitoreo de dinámicas fitoplanctónicas del embalse salto grande. *ResearchGate*. 10.13140/RG.2.2.21435.44328

EcoMetrix. Planta de celulosa de UPM. Evaluación de Clorofila-a a partir de Landsat 7 ETM+ para una planta de celulosa proyectada sobre el Río Negro en Paso de los Toros (2019).

FAO, MVOTMA, DINOT. (2015). *Atlas de cobertura del suelo del Uruguay: cobertura del suelo y detección de cambios 2000-2011*. Empresa gráfica mosca.

González-Piana, M., Fabián, D., Piccardo, A., & Chalar, G. (2017). Dynamics of total microcystin LR concentration in three subtropical hydroelectric generation reservoirs in Uruguay, South America. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 99(4), 488-492.

Gholizadeh, M. H., Melesse, A. M., & Reddi, L. (2016). A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques. (H. Tommervik, Ed.) Sensors, 43. doi:10.3390/s16081298

Giardino, C., Bresciani, M., Braga, F., Cazzaniga, I., De Keukelaere, L.,

Knaeps, E., & Brando, V. E. (2017). Bio-optical modeling of total suspended solids. In *Bio-optical modeling and remote sensing of inland waters* (pp. 129-156). Elsevier.

Ha, N. T. T., Thao, N. T. P., Koike, K., & Nhuan, M. T. (2017). Selecting the best band ratio to estimate chlorophyll-a concentration in a tropical freshwater lake using sentinel 2A images from a case study of Lake Ba Be (Northern Vietnam). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *6*(9), 290.
Kruk, C., Martínez, A., Martínez de la Escalera, G., Trinchin, R., Manta, G., Segura, Ángel M., Piccini, C., Brena, B., Fabiano, G., Pírez, M., Gabito, L., Alcántara, I., & Yannicelli, B. (2019). Floración excepcional de cianobacterias tóxicas en la costa de Uruguay, verano 2019. *INNOTEC*, (18 jul-dic), 36–68. https://doi.org/10.26461/18.06

Kirk, J. T. (1994). *Light and photosynthesis in aquatic ecosystems*. Cambridge university press.

Uruguay. Ministerio de ambiente. (2019). *Iniciativa para el Río Negro*. [https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/iniciativa-para-rio-negro

Uruguay. Dirección Nacional de Aguas. (2018). *Estado de situación cuenca del Río Negro*. https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2021-07/Adjunto%20II_Rio%20Negro_oct2018_RN.pdf

Uruguay. Ministerio de Ambiente. (2018). *Calidad ambiental de la cuenca del Río Negro 2009 - 2017*.
https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/informe-calidadambiental-del-rio-negro-2009-2017

Uruguay. Ministerio de ambiente. (2011). *Monitoreo y evaluación de calidad de agua, plan para la definición de una línea de base del Río Negro*.
https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/monitoreoevaluacion-del-rio-negro-2011

Uruguay. UTE, UdelaR. (2015). *Estado y evolución de la calidad de agua de los tres embalses del río negro 2011-2015*.
http://limno.fcien.edu.uy/pactuales/EUTROFIZACION-Y-CALIDAD-DE-AGUA-DE-LOS-EMBALSES-DEL-RIO-NEGRO-2011-2015.pdf

Uruguay. Ministerio de Ambiente. 2019a. *Solicitud de Autorización Ambiental Previa para su proyecto Planta de celulosa y zona franca en el departamento de Durazno*. https://www.ambiente.gub.uy/oan/wp-content/uploads/2018/02/20190514-IF-UPMFINAL.pdf

Uruguay. Observatorio ambiental nacional. Calidad del agua (2021). Disponible en: https://www.ambiente.gub.uy/oan/datos-abiertos/calidad-agua/

Olmo, M., & Nave, R. (s.f.). *Hyperphysics*. Disponible en http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Biology/pigpho.html

Östlund, C., Flink, P., Strömbeck, N., Pierson, D., & Lindell, T. (2001). Mapping of the water quality of Lake Erken, Sweden, from imaging spectrometry and Landsat Thematic Mapper. *Science of the Total Environment*, *268*(1-3), 139-154.

Palmer, M., & Ruhi, A. (2019). Linkages between flow regime, biota, and ecosystem processes: Implications for river restoration. *Science*, *365*(6459), eaaw2087.

Pereira-Sandoval, M., Urrego, E. P., Ruiz-Verdu, A., Tenjo, C., Delegido, J., Soria-Perpinya, X., ... & Moreno, J. (2019). Calibration and validation of algorithms for the estimation of chlorophyll-a concentration and Secchi depth in inland waters with Sentinel-2. *Limnetica*, *38*(1), 471-487.

Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Kremen, C., Herrero, M., & Rieseberg, L. H. (2018). Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security.

Sòria-Perpinyà, X., Vicente, E., Urrego, P., Pereira-Sandoval, M., Tenjo, C., Ruíz-Verdú, A., ... & Moreno, J. (2021). Validation of water quality monitoring algorithms for sentinel-2 and sentinel-3 in Mediterranean inland waters with in situ reflectance data. *Water*, *13*(5), 686.

Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services (ESA, 2012), documento accesible en la url:
https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_SP-1322_2.pdf

Toledo, A. P., Talarico, M., Chinez, S. J., & Agudo, E. G. (1983). A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental* (Vol. 12, pp. 1-34).

Zou, W., Zhu, G., Cai, Y., Vilmi, A., Xu, H., Zhu, M., ... & Qin, B. (2020). Relationships between nutrient, chlorophyll a and Secchi depth in lakes of the Chinese Eastern Plains ecoregion: Implications for eutrophication management. *Journal of environmental management*, *260*, 109923.

Anexo Tablas y Figuras

Tabla 1. Localización y descripción de las estaciones de monitoreo ubicadas en área de interés, los embalses Rincón del Bonete, Baygorria y Palmar, cuenca del Río Negro. Adaptado de: Puntos del programa de monitoreo del Río Negro de la DINAMA (2020).

Puntos de muestreo	Descripción	Latitud (WGS 84)	Longitud (WGS 84)
RN3	San Gregorio de Polanco	32º37´16´´S	55º50´31´´O
RN5	Rincón del Bonete, aguas arriba de la represa	32º49´24´´S	56º25´10´´O
RN6	Aguas abajo represa Rincón del Bonete.	32º50´07´´S	56º25´09´´O
RN7	Aguas abajo ciudad Paso de los Toros	32º49´16´´S	56º30´47´´O
RN9	Aguas arriba de la represa de Baygorria	32º52´34´´S	56º47´55´´O
RN10	Aguas abajo de la represa de Baygorria	33°01'19"S	56°57'36.32"O
RN11	Entrada a la represa Palmar	33º05´50´´S	57º07´36´´O
RN13	Aguas arriba de la represa Palmar	33º04´01´´S	57º27´15´´O
RN14	Aguas abajo de la represa Palmar	33º02´59´´S	57º27´13´´O

Figura 1. Ubicación de la cadena de embalses del Río Negro (Rincón del Bonete, Baygorria y Palmar) y las estaciones de monitoreo en el área de interés. Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 21S.

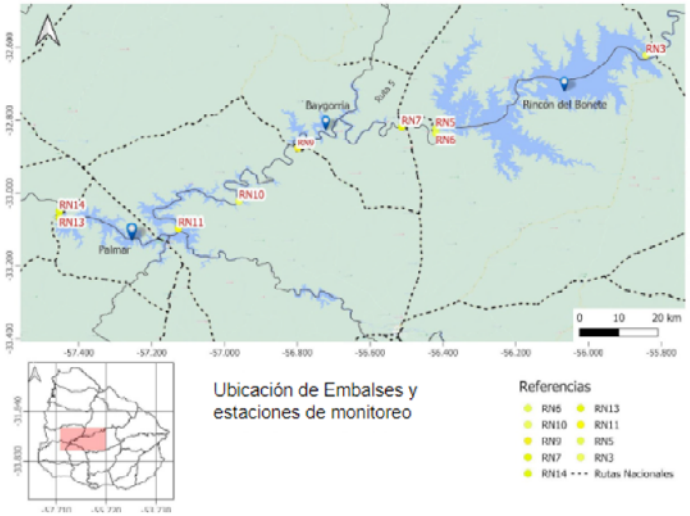


Tabla 2. Algoritmos empíricos empleados. Adaptado de: *Validation of Water Quality Monitoring Algorithms for Sentinel-2 and Sentinel-3 in Mediterranean Inland Waters with In Situ Reflectance Data (2021).*

Parámetro	Ecuación
Chl-a (mg/m³)	19.866
TSM (mg/L)	804*R700 + 1.0947

Figura 2. Estadísticos descriptivos para los datos de la variable clorofila-a.

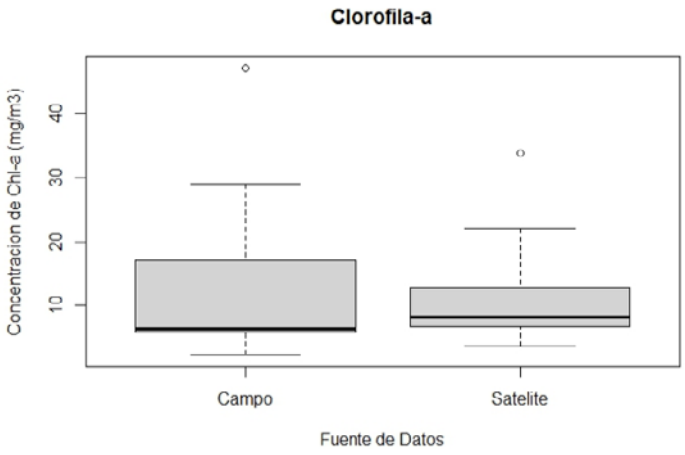


Figura 3. Estadísticos descriptivos para los datos de la variable TSM.

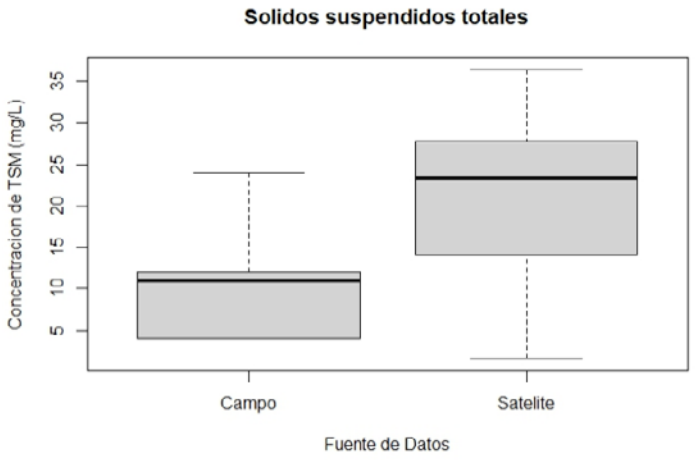


Figura 4. Clorofila-a (Chl-a) de productos empíricos y satelitales en relación a los datos de campo.

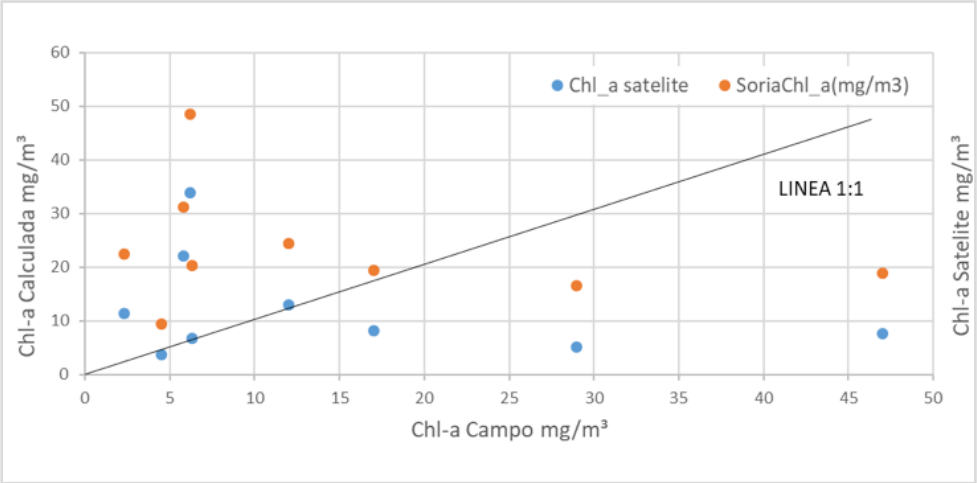


Figura 5. Sólidos suspendidos totales (TSM) de productos empíricos y satelitales en relación a los datos de campo.

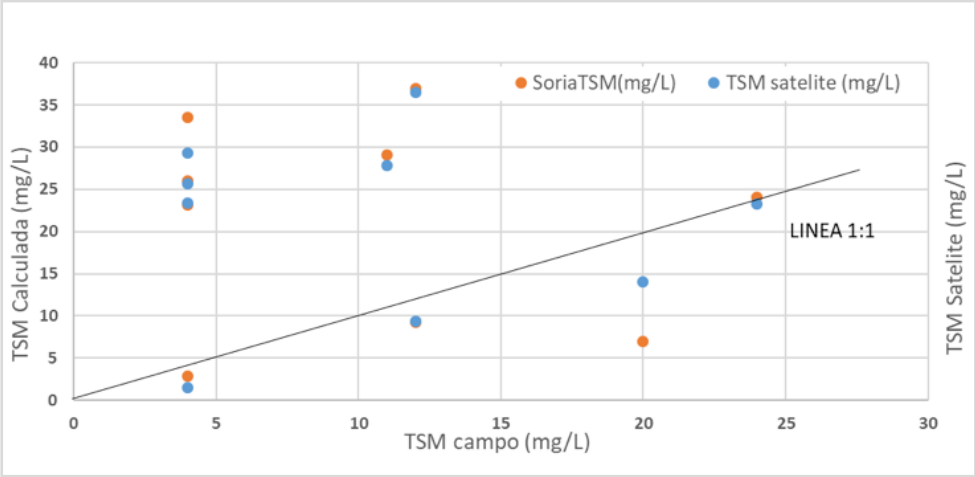


Figura 6. Mapa de Chl-a para los embalses Rincón del Bonete, Baygorria y Palmar.
La paleta de colores hace referencia al estado trófico del embalse: Ultraoligotrófico, Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico, Supereutrófico, Hipereutrófico (Toledo et al., 1983). Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 21S.

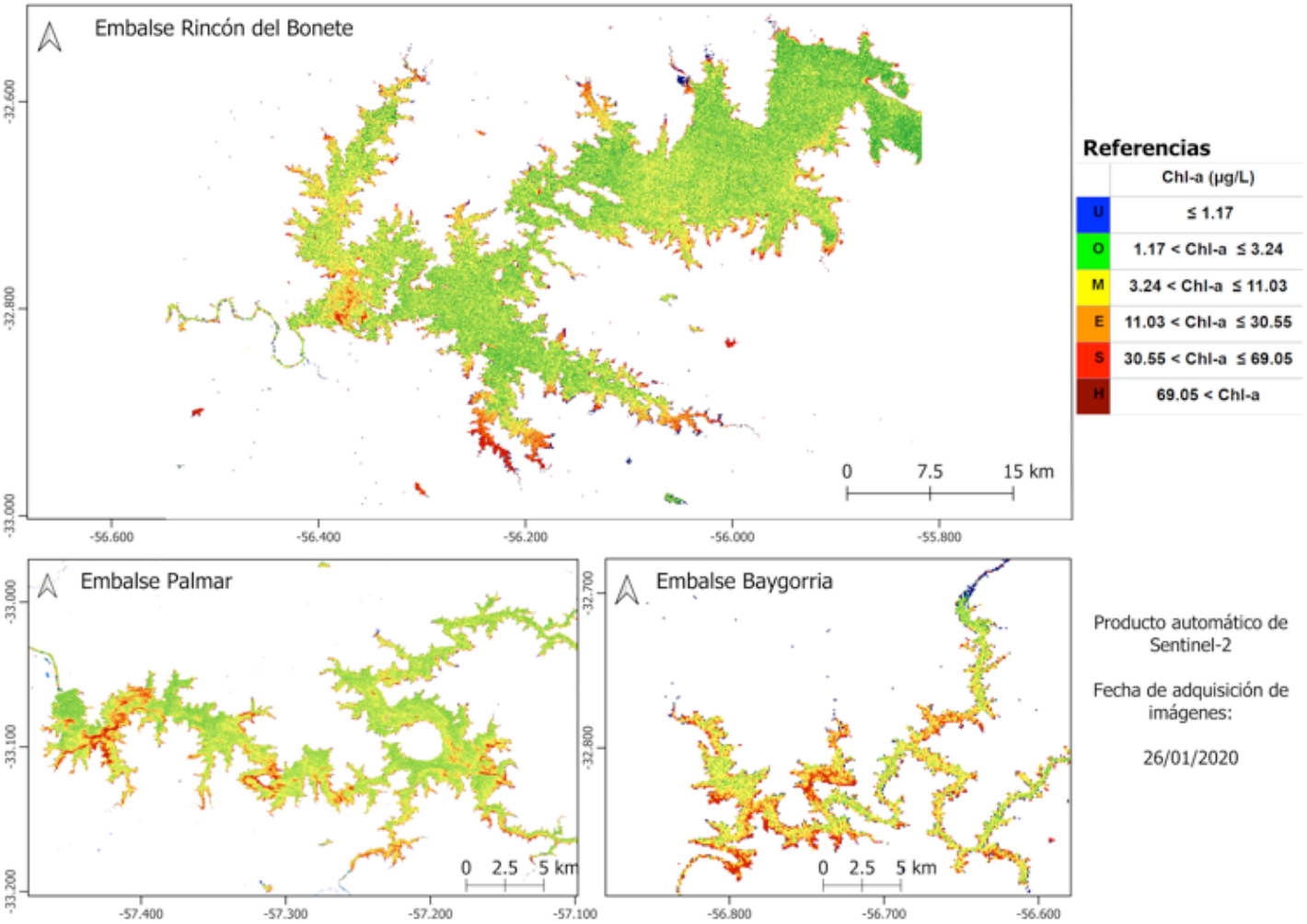


Tabla 3. Estadísticos RMSE y NRMSE para la Chl-a

Chl-a

	Producto automático S2	Algoritmo
RMSE	19(mg/m³)	21,52(mg/m³)
NRMSE	40%	45,80%

Tabla 4. Estadísticos RMSE y NRMSE para los TSM

TSM

	Producto automático S2	Algoritmo
RMSE	16 (mg/L)	17,79 (mg/L)
NRMSE	68%	74,00%

Banco de imágenes de Shutterstock.

El perfil clínico de 480 perros con dermatitis atópica tratados en el Hospital Veterinario Universitario

CAROLLINA MARIGA

BEATRIZ REGINA BRITZ ZIMMER

EDUARDA LAIS VILLA

JÚLIA MARIANI GRIESANG

NATHALIA ROBERTA DIAS DOS SANTOS

CLAUDETE SCHMIDT

SAULO TADEU LEMOS PINTO FILHO

La dermatitis atópica canina (DAC) es una enfermedad común, genéticamente predispuesta, de inflamación alérgica cutánea y prurito, mediada por anticuerpos IgE (HENSEL et al., 2015). Estos anticuerpos suelen estar dirigidos contra alérgenos ambientales (HALLIWELL, 2006).

La patogénesis de esta enfermedad no está totalmente dilucidada. Sin embargo, la implicación genética está determinada. La enfermedad es incurable y los caninos afectados requieren tratamiento de por vida (ALCANTARA, SALVARINI y JOÃO, 2022). Los animales afectados presentan un fallo en la barrera cutánea y alteración del sistema inmunológico, que en conjunto facilitan la aparición de procesos inflamatorios cutáneos (GEDON y MUELLER, 2018).

La presentación clínica de la DAC depende de varios factores, como la genética, la extensión de las lesiones, el estadio de la enfermedad y la presencia de infecciones cutáneas secundarias (HENSEL et al., 2015). Los animales con predisposición a lesiones más extensas, así como al desarrollo de infecciones secundarias por bacterias y levaduras pueden representar un mayor desafío para el control y tratamiento de la enfermedad. La onerosidad y el tratamiento de por vida son factores que complican la rutina del clínico. En este sentido, es esencial el papel del veterinario en cuanto a la concientización del tutor.

La prevalencia de quejas dermatológicas representa el 40% de la rutina en la clínica de pequeños animales (MILLER, GRIFFIN y CAMPBELL, 2013). La DAC se reporta en 10 a 20% en la población canina (PEREIRA, 2015). En este sentido, se justifica la importancia de este estudio, cuyo objetivo es clasificar el perfil clínico de los perros afectados por dermatitis atópica en un Hospital Veterinario Universitario (HVU) localizado en la región central de Rio Grande do Sur, Brasil.

Marco Conceptual

Fueran revisadas las historias clínicas de los animales atendidos en el HVU en el período de primero de enero de 2014 al 31º día de diciembre de 2019. Los animales sospechosos de dermatitis atópica canina (DAC) fueron diagnosticados excluyendo enfermedades relacionadas y de acuerdo con los criterios Favrot. Los pacientes han sido categorizados conforme raza y género, distribución por edades siendo animales jóvenes (hasta cinco años de edad), adultos (entre seis y nueve años de edad) y ancianos (diez años de edad o más), realización de protocolo de vacunación, además, han sido evaluados los estudios complementarios más solicitados, los síntomas clínicos

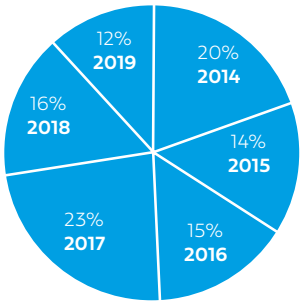
frecuentes y los principales tratamientos prescritos. Se han recogido datos adicionales sobre los números de pacientes con quejas dermatológicas y diagnosticados con DAC, así como informaciones sobre distribución temporal de los casos.

Resultados

De los 21.108 perros atendidos en el HVU durante el periodo de estudio, 2.935 (13,9%) presentaban dermatopatologías. El diagnóstico de DAC fue realizado en 480 perros, o sea, 2,3% del total de animales atendidos en el periodo y 16,3% de los atendidos con quejas de dermatopatologías.

La distribución temporal de las consultas relacionadas a los animales con diagnósticos de DAC se muestra en la Ilustración 1.

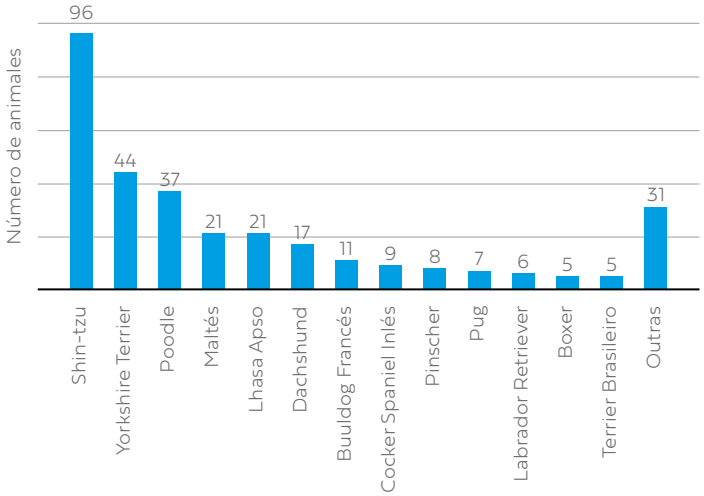
Ilustración 1 - Distribución temporal de asistencias de pacientes con DAC en el HVU-UFSM en el periodo correspondiente entre 2014-2019.



Fuente: Archivo personal

Entre los pacientes diagnosticados con DAC, 32,3% (155/480) eran sin raza definida (SRD), mientras que 67,7% (325/480) correspondían a las razas en la Ilustración 2. Los otros animales son cuatro representantes para Golden Retriever y Beagle, tres representantes para Shiba Inu, Shar-pei, Pequinés, Pastor Alemán y Chow-Chow, dos representantes para Schnauzer, Border Collie y Bichon Frisé y uno representante para Spitz Japones, Setter, Pit Bull, Ovejero Gaucho, Fila Brasileiro, Dogo Argentino, Dálmata, American Staffordshire Terrier y Akita.

Ilustración 2 - Distribución de las principales razas diagnosticadas con dermatitis atópica canina en el HVU-UFSM.



Fuente: Archivo personal

El predominio en animales de raza pura observada en este estudio (67,7%) está en consonancia con la literatura (SCOTT, MILLER y GRIFFIN, 1996; ZANON et al., 2008). La predisposición racial puede ser variable, dependiendo de la localización geográfica (FAVROT, 2009). Según Gedon y Mueller (2018), la enfermedad con mayor frecuencia es en las razas puras Bóxer, Westhighland White Terrier, Bulldog Francés, Bullterrier, Cocker Spaniel Americano, Springer Spaniel Inglés, Poodle (Caniche), Shar-pei, Dachshund, Border Collie, Schnauzer, Lhasa Apso, Pug y Rhodesian Ridgeback. De las 15 razas mencionadas anteriormente por los autores, ocho han sido verificadas en nuestro estudio. Probablemente, las diferencias regionales en cuanto al porcentaje de razas adquiridas se reflejan en estos resultados, y también pueden estar asociadas al servicio de atención prestada por el HVU-UFSM, que incluye a más personas de bajos ingresos.

Según Scott y colaboradores (1996) perros predispuestos genéticamente absorben sustancias alérgenas de forma percutánea, por inhalación o ingestión y desarrollan una respuesta inflamatoria no deseada. En relación específicamente a la absorción percutánea, la disfunción de la barrera lipídica de la epidermis en los pacientes con DAC permitiría una penetración mayor de antígenos (DEBOER, 2004; SCOTT, MILLER y GRIFFIN, 1996). Esta función alterada de la barrera epidérmica aliada a la respuesta inmunológica inadecuada en pacientes predispuestos determina la enfermedad (MARSELLA y OLIVRY, 2011).

Thompson et al. (1997) refieren como principales antígenos el polvo, pelos de animales, semillas, pólenes, mohos, productos y partículas en descomposición, sustancias inorgánicas, residuos de la piel. Estudio realizado en la región central de Rio Grande do Sur – RS, Brasil, objeto de este artículo, la prevalencia demostrada de sensibilización a los ácaros del polvo doméstico y al polen de gramínea C. dactylon en los perros diagnosticados con DAC sometidos a la prueba cutánea intradérmica y testeos serológicos (PEREIRA et al., 2015).

En este trabajo los pacientes diagnosticados fueron divididos por edad en los siguientes grupos: animales jóvenes (hasta cinco años de edad), adultos (entre seis y nueve años de edad) y ancianos (diez años de edad o más). Entre los animales diagnosticados con DAC, 13,3% (64/480) eran jóvenes; 29,8% (143/480) eran adultos y 56,7% (272/480) eran ancianos. Apenas un paciente no tenía este dato. No hubo relatos de la enfermedad en animales con un año de edad o menos.

De acuerdo con Hnilica y Patterson (2018), por regla general la sintomatología surge en animales con edad de seis meses y los seis años de edad, encontrándose la mayoría de ellos en el grupo de edad de tres años. Observando los datos obtenidos en este estudio se puede imaginar divergencia con la literatura, una vez que solo 13,3% de los pacientes eran jóvenes sumados a la ausencia de animales con edad inferior a un año diagnosticados. Sin embargo, posiblemente se trata de una situación de deficiencia en lo que se refiere a la realización de diagnóstico precoz,

sea por la búsqueda tardía por un tratamiento o mismo por la falta de preparación de los médicos veterinarios al diagnóstico de la enfermedad. Debemos considerar que este estudio fue implementado en ambiente de hospital universitario, donde gran parte de los tutores son personas de bajo ingreso y que, por lo tanto, tienden a retrasarse en la búsqueda de asistencia médica a sus animales.

En cuanto al estado salud, el 78,3% (376/480) no tenía información sobre la inmunización previa, el 17,5% (84/480) tenían un protocolo de vacunación actualizado y 4,2% (20/480) estaba obsoleto. De ellos, 3,9% (19/480) habían retrasado el protocolo de vacunación y 0,2% (1/480) nunca habían sido vacunados. Entre los pacientes inmunizados, 8,3% (7/84) han sido vacunados solamente con la vacuna polivalente y 5,9% (5/84) ha sido inmunizado sólo contra rabia. Entre los vacunados, 10,7% (9/84) recibieron la vacuna polivalente y la contra rabia. Entre el total de supuestos vacunados, 75% (63/84) no sabían cómo proporcionar información específica al respecto.

El porcentaje de animales no vacunados (78,3%. 376/380) sumado a una amplia minoría (1,9%; 9/480) con el protocolo de vacunación completo (polivalente y rabia) indica una vez más que la población objeto para dicho estudio sea de bajo ingreso y probablemente ignorante sobre la importancia de los cuidados médicos en relación a sus perros. En la rutina clínica se puede ver una mayor afectación en los animales multivacunados, pero hasta la fecha de publicación no ha sido encontrado una literatura susceptible de discusión.

La manifestación clínica clásica de la DAC es el prurito que responde a esteroides, con la presencia de lesiones distribuidas alrededor de la boca y ojos, el pabellón auricular, las patas, la porción ventral del abdomen, el perineo y la cola (MARTINS et al., 2018). El picor intenso propicia la inflamación de la piel, resultando en alopecia y escoriaciones autoinducidas (GEDON Y MUELLER, 2018). Se pueden observar lesiones eritematosas y pápulas que evolucionan para lesiones liquenificadas e hiperpigmentadas, localizadas o generalizadas debido a la fricción y cronicidad de la enfermedad, siendo aún posible verificar conjuntivitis en animales con DAC (BIZIKOVA et al., 2015; THOMPSON, 1997).

Según con Scott et al. (2006), conjuntivitis, epífora y blefaroespasmo pueden estar presentes en 50% de los casos. También se observa la seborrea aguda en 12 al 23% de los perros atópicos (GRIFFIN y DEBOER, 2001). En los pacientes atópicos pueden producirse cambios de comportamiento, como agresividad, irritabilidad y alteración en el sueño (WRIGHT, 2017). Los signos clínicos de mayor porcentaje en este estudio fueron: prurito con 71,6% (344/480) de representatividad, lesiones costrosas con 32,5% (156/480), eritema con 18,9% (91/480), alopecia con 16,2% (78/480) y otitis con 11,2% (54/480). Otros signos clínicos presentes en menor frecuencia incluyen: pústulas 6,4% (31/480), colaretes epidérmicos 3,1% (15/480), hiperpigmentación 2,1% (10/480), liquenificación 1,7% (8/480) y piodermitis 0,8% (4/480). Del total de animales diagnosticados con DAC, 3,5% (17/480) no presentaban los signos clínicos descritos

en el registro clínico. Además, de los animales con prurito, el lamido de patas representó 11,3% (39/344).

Las manifestaciones clínicas verificadas están de acuerdo con las descritas por la literatura. Se cree que la ausencia de relato acerca de queilitis y blefaritis, conjuntivitis, epífora, blefaroespasmo, seborrea y alteraciones comportamentales está motivada por la ausencia de registro criterioso de todas las alteraciones observadas, sea por posible desconocimiento sobre la relación entre ellas y la DAC por parte de algunos clínicos veterinarios.

Para el diagnóstico de la enfermedad son necesarios una anamnesis y estudio clínico criteriosos. Además, es esencial el diagnóstico diferencial para otras dermatopatologías teniendo en vista la similitud de los signos clínicos con otras alteraciones (TADA et al., 1996). Por lo tanto, se debe realizar un cribado alérgico para descartar enfermedades como dermatitis alérgica a picadura de ectoparásitos con la prescripción de ectoparasiticidas e hipersensibilidad alimentaria a partir del desafío dietético con alimentación hipoalergénica en un período de por lo menos seis semanas (SALZLO Y LARSSON, 2009).

De modo de auxiliar el diagnostico, se utilizan criterios de Favrot: aparición de los signos clínicos antes de los tres años de edad; animal de interior; prurito que responde a los corticoides; prurito primario; interdígitos torácicos afectados; pabellones auriculares afectados; no afección de las márgenes auriculares; región dorso-lumbar sin lesiones (FAVROT et al., 2010). La presencia de cinco criterios representa una sensibilidad de 85% y especificidad de 79% para DAC. Según Olivry et al. (2010a), se puede adicionar un sexto parámetro que aumentaría la especificidad en 89%, pero disminuye la sensibilidad al 58%. Tras su confirmación, la detección de los alérgenos involucrados en el cuadro puede ser realizada con el test intradérmico y testes alérgicos in vitro o serológicos (SCOTT, MILLER y GRIFFIN,1996). En la rutina clínica, el diagnostico se da frente al control de pulgas y el desafío dietético rígido con la alimentación hipoalergénica por, al menos, 30 días con ausencia o ligero control de los signos clínicos.

El examen citológico de la piel es de gran importancia para buscar posibles infecciones secundarias. Los testeos intradérmicos y serológicos de IgE específicos no deben ser usados como diagnóstico, sino que pueden ayudar en la conducción del cuadro por la selección de alérgenos que se utilizarán en la inmunoterapia personalizada (GEDON y MUELLER, 2018).

Referente a los exámenes complementarios realizados (245), citología de la piel fue implementado en 58,4% (143/245) de las veces, parasitológico de piel en 36,3% (89/245), hemograma en 3,7% (9/245) y bioquímicos (urea, creatinina, fosfatasa alcalina, alanina aminotransferasa, albumina y proteínas totales) en 3,7% (9/245). En relación al hematocrito y leucograma, se han obtenido los siguientes datos: 55,6% (5/9) presentaron leucocitosis, 11,1% (1/9) anemia y 33,3% (3/9) no presentaron alteraciones.

El rendimiento significativo de la prueba citológica (58,4%) se justifica por la importancia de esta prueba en el diagnóstico de las infecciones secundarias a la DAC, como

se ha mencionado anteriormente. En cuanto al porcentaje de parasitología cutánea (36,3%), se justifica como método de auxilio en la detección de otras enfermedades, como la escabiosis y la demodicosis. Aunque los exámenes laboratoriales como el hemograma y bioquímicos no tengan valor de diagnóstico para DAC (GRIFFIN y DEBOER, 2001), pueden ser solicitados para evaluación de la salud en general del paciente.

Para el tratamiento de DAC se requiere intervenciones farmacológicas y el control por toda la vida del animal. De esta manera, es sumamente relevante que el veterinario informe al tutor de los riesgos, costos y posibles efectos colaterales. El tratamiento se debe basar en restablecer la barrera cutánea, en la reducción de la inflamación y del prurito y disminuir infecciones secundarias. Aunque existen varias opciones terapéuticas, no todas las intervenciones serán adecuadas para todos los pacientes. Además de evaluar el estado clínico de cada animal, el veterinario debe considerar las preferencias de los propietarios en su prescripción – que incluye el costo y la facilidad de las varias intervenciones (OLIVRY et al., 2010a). Las opciones incluyen la prescripción de corticoesteroides, antihistamínicos, inmunomoduladores, medicaciones inmunosupresoras además de inmunoterapia específica a los alérgenos (GEDON y MUELLER, 2018). En el desarrollo de la alergia o anafilaxia en la medicina veterinaria hay la participación de otros mediadores que se pueden ser prescriptos, por eso, otras medicaciones pueden ser más fundamentales para la reversión del cuadro clínico. Así, solo los antagonistas de los receptores H1 y H2 tienen aplicación dentro de la medicina veterinaria, mientras que los receptores histaminérgicos como el H3, responsable por el control de la liberación de histamina, y el H4, encontrado, principalmente, en mastocitos y eosinófilos, no tienen ninguna recomendación (RIGHI, XAVIER & BERNARDI, 2018).

Olivry et al. (2010a) mencionan como principales fármacos recomendados para tratar dermatitis atópica canina los glucocorticoides, el oclacitinib, la ciclosporina, el tacrolimus, el lokivetmab, la inmunoterapia con alérgenos y también la complementación con la hidratación de la piel. En este estudio, respecto a los tratamientos prescritos por los clínicos, se obtuvieron los siguientes para la vía oral: el 41,9% (201/480) recibió prednisona, el 23,3% (112/480) cefalexina, el 12,7% (61/480) oclacitinib (Apoquel®), el 10% (48/480) dieta hipoalergénica, el 9,6% (46/480) itraconazol, 6,4% (31/480) ciclosporina, 5% (24/480) omegas 3 y 6, 4,6% (22/480) representantes de selamectina (Revolution®) y cefovecina sódica (Convenia®), 2,3% (11/480) representantes de clorhidrato de hidroxizina, 2% (10/480) de dexametasona, 1,6% (8/480) de prednisona (Meticorten) y doxiciclina, 0,4% (2/480) representantes de imidocloprid y moxidectina (Advocate® dogs), metilprednisolona y 0,2% (1/480) de marbofloxacina y norfloxacina.

Representantes de la terapia tópica: 25,6% (123/480) ácidos grasos, ceramidas y monosacáridos (Allermyl®), 11,2% (54/480) clorhexidina y miconazol (Cloresten®), 4, Representantes del 8% (23/480) para la clorhexidina (Hexadene® Spherulites) y el aceponato de hidrocortisona

(Cortavance®), del 4,6% (22/480) para la avena coloidal, la glicerina y la cocamidopropil betaína (Episoothe® shampoo), y colesterol, ácidos grasos y ceramidas (Allederm® Spot-On), 2,5% (12/480) Pelo & Derme, 2,3% (11/480) ácido láctico, glicerina, germen de trigo, queratina, liposomas (Dermogen®), 1,8% (9/480) orbifloxacina, furoato de mometasona y posaconazol (Posatex®), ácido salicílico, azufre y liposomas (Sebotrat® S) y baños de lejía, 1,6% (8/480) representantes de (Sebotrat® T), 1,6% (8/480) aceite de nuez de macadamia, ceramidas y silicona (Hidrapet®), 1,4% (7/480) fipronil (Frontline®) y sulfato de neomicina (Maxitriol®), 1,2% (6/480) clemastina (Alergovet C®), Sulfato de gentamicina al 0,8% (4/480), valerato de betametasona, miconazol (Dermotrat® Aerosol) y ácido salicílico, azufre, alquitrán y liposomas (Sebotrat® O), rifocina al 0,6% (3/480), representante de la hidrocortisona al 0,4% (2/480), 0,2% (1/480) y liposomas (Cortishamp®), y amilacina en spray al 2%.

El único representante del ambiente fue la cipermetrina, el clorpirifos y la citronela (Colosso®), con un 0,8% (4/480).

En la DAC, los glucocorticoides son fármacos de elección para tratar inflamaciones cutáneas (BÄUMER, ROSSBACH & SCHMIDT, 2017), principalmente, para controlar el prurito durante los brotes. Este hecho se justifica por el hecho de que esta enfermedad el prurito suele responder bien al uso de dichos fármacos (FAVROT et al., 2010). Sin embargo, solo se debe prescribir en casos agudos y paliativos a corto plazo (SARIDOMICHEALAKIS e OLIVRY, 2016). El uso prolongado está contraindicado debido a la posible incidencia de los efectos adversos, como mayor riesgo en desarrollar diabetes mellitus, hiperadrenocorticismo iatrogénico y otras enfermedades asociadas a la inmunosupresión (RYNHOUD et al., 2021). Los resultados rápidos y eficaces obtenidos con el uso de corticoides, aliado a su bajo costo, explican el alto porcentaje de la prescripción de esta categoría de fármacos en este estudio, especialmente los de uso sistémico.

Los medicamentos que tienen un inicio de acción más lento, pero resultados tan buenos como el uso de corticoides son los siguientes: ciclosporina, tacrolimus y pimecrolimus. Estos actúan como antiinflamatorios al inhibir la producción de citocinas y de la disminución de la actividad de los linfocitos T, según (OLIVRY et al., 2015). Por lo tanto, no es posible usarlos como una terapia de control rápido (NAVARRO et al., 2015). La ciclosporina se reporta como una buena opción para el tratamiento de DAC, con efectos colaterales de menor gravedad de los que han sido observados en tratamientos con corticoides (SOUZA NETO et al., 2017). A pesar de estos datos de literatura, en el presente estudio, la ciclosporina fue prescripta solamente en 5% de los casos, esto se debe probablemente a algunos factores: (a) los efectos empiezan a verse después de 4-6 semanas de uso (OLIVRY et al., 2010b), (b) los efectos adversos gastrointestinales se ven en 47% de los animales (STEFFAN et al., 2003) y (c) el alto costo frente a la condición financiera del tutor (SANABRI, RIBEIRO & RIBEIRO, 2022).

La terapia antimicrobiana es indicada en casos de infecciones bacterianas no superficiales o por levaduras, en conjunto con la realización previa de los exámenes citológicos y/o cultivo de hongos. Además de la terapia antibiótica o antifúngica sistémica son necesarios en los casos de infecciones graves o generalizadas (OLIVRY et al., 2010a) por vía oral y, por veces, en situaciones peculiares, el esquema de terapia de pulso (DEBOER, 2008). La ocurrencia relativamente frecuente de infecciones secundarias en la DAC explica la presencia de dos fármacos cefalexina e itraconazol, en la segunda y séptima posición de prescripción, respectivamente, en este estudio.

El oclacitinib (Apoquel®) fue el tercer fármaco más prescripto en este estudio (11,25%). Consiste en un inhibidor de la Janusquinasa (JAK) responsable por actuar en el tratamiento y control del prurito provocado específicamente por la DAC (LITTLE et al., 2015). La rápida actividad del oclacitinib puede compararse a la prednisolona oral, cuyo alivio del prurito es observado a las cuatro horas de su ingesta (PANTERI et al., 2016). El elevado costo de la medicación también debe ser considerado un factor limitante.

Sorprende la falta de prescripción de lokivetmab (Cytopoint®), anticuerpo monoclonal canino contra la interleucina 31 (IL-31) (HWANG & FOOTE, 2005). Este hecho se atribuye a la menor popularidad de la droga en la región. Asociado a estas circunstancias, el elevado costo del medicamento probablemente desincentiva su prescripción a un público mayoritariamente de menor poder adquisitivo.

Actualmente, la inmunoterapia es considerada como el único método con capacidad de modificar parte de los mecanismos patogénicos de la DAC, aliviando los signos clínicos y evitando la progresión de la enfermedad (MOYA et al., 2021). Se argumenta como ventaja de este tratamiento el potencial de eficacia duradera y la ausencia de efectos colaterales derivados del uso prolongado (DEBOER, 2017). En este estudio no se verificó la prescripción de este tipo de tratamiento. Se cree que este hecho se debe al largo periodo necesario para su eficacia, elevado costo y baja disponibilidad en la región objeto de este estudio.

Dado que el DAC es una enfermedad que implica un fallo en la barrera cutánea (GEDON y MUELLER, 2018), puede ser necesario prescribir sustancias que actúen en la reparación de dicha barrera. Esta necesidad explica el significativo porcentaje de productos de esta categoría, a saber, ácidos grasos, ceramidas y monosacáridos (Allermyl®), que representan el 12,70%. Analizando los datos, también se puede verificar la prescripción de otros productos reparadores, entre ellos champús como el de colesterol, ceramidas y monosacáridos (Allermyl®) y el ácido láctico, glicerina, germen de trigo, queratina y liposomas (Dermogen®).

Debido a la naturaleza crónica de la DAC, el control de la enfermedad se da entre asociaciones de diferentes categorías de fármacos con el mismo objetivo de inhibir el prurito y las infecciones secundarias. Estas asociacio-

nes deben ser individuales, buscando la calidad de vida y disminución de efectos adversos de cada paciente. Así, se resalta la importancia del reconocimiento precoz de la enfermedad y, principalmente, el mantenimiento del tratamiento a lo largo de la vida del animal.

Conclusiones

Hasta la fecha, la DAC no tiene cura, pero existe control a través de una terapia combinada para obtener una reposición de la barrera cutánea, la disminución del prurito e inflamación y prevención de infecciones secundarias, lo que requiere una evaluación criteriosa y una terapia individual de acuerdo con los signos clínicos de cada paciente.

A través de este trabajo, se puede concluir que el perfil clínico de la DAC en el HVU-UFSM es sin raza definida y se asocia a una menor tasa de diagnóstico en animales jóvenes. También va más allá de la ausencia de síntomas clínicos comúnmente descritos en la literatura como la queilitis y la blefaritis, la conjuntivitis, la epífora, la blefaroespasmo, la seborrea y los cambios de comportamiento y, por fin, la no prescripción de lokivetmab (Cytopoint®) en un universo de 480 animales.

Referencias bibliográficas

ALCANTARA, L. P.; SALVARINI, F.M.; JOÃO, C. F. 2022. Tratamentos de dermatite atópica canina: Revisão. Pubvet. v.16, n.05, a1116, p.1-13, Maio, https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n05a1116.1-13

BÄUMER, W., ROSSBACH, K., & SCHMIDT, B. H. 2017. The selective glucocorticoid receptor agonist mapracorat displays a favourable safety–efficacy ratio for the topical treatment of inflammatory skin diseases in dogs. Veterinary Dermatology, 28(1), 46-e11. https://doi.org/DOI: 10.1111/vde.12315.

BECCATI, M., MARTINI, V., COMAZZI, S., FANTON, N., & CORNEGLIANI, L. 2016. Lymphocyte subpopulations and Treg cells in dogs with atopic dermatitis receiving ciclosporin therapy: a prospective study. Veterinary Dermatology, 27(1), 17-e5. https://doi.org/10.1111/vde.12277.

BIZIKOVA, P., SANTORO, D., MARSELLA, R., NUTTALL, T., EISENSCHENK, M. N. C., & PUCHEU-HASTON, C. M. 2015. Clinical and histological manifestations of canine atopic dermatitis. Veterinary Dermatology, 26(2), 79-e24. https://doi.org/10.1111/vde.12196.

DEBOER, D.J. 2008. Atopic dermatitis – Pathogenesis, clinical signs and diagnosis. North American Veterinary conference.

DEBOER, D. J. 2017. The future of immunotherapy for canine atopic dermatitis: a review. Advances in Veterinary Dermatology, 8, 26–31. https://doi.org/10.1111/vde.12416.

FAVROT, C. 2009. Clinical signs and diagnosis of canine atopic dermatitis. European Journal of Companion Animal Practice, v. 19, p. 219-222.

FAVROT C, STEFFAN J, SEEWALD W et al. 2010. A prospective study on the clinical features of chronic canine atopic dermatitis and its diagnosis. Veterinary Dermatology; 21: 23–30.

GEDON, N.K.Y.; MUELLER R.S. 2018. Atopic dermatitis in cats and dogs: a difficult disease for animals and owners. Clinical and Translational allergy, 8:41.

GRIFFIN CE, DEBOER DJ. 2001. The ACVD task force on canine atopic dermatitis (XIV): clinical manifestations of canine atopic dermatitis. Veterinary Immunology and Immunopathology; 81: 255–69.

HALLIWELL R. 2006. Revised nomenclature for veterinary allergy. Veterinary Immunology and Immunopathology, 114: 2007–8.

HENSEL, P. et al. Canine atopic dermatitis: detailed guidelines for diagnosis and allergen identification. BMC Veterinary Research, 11:196, 2015.

HNILICA, K.A.; PATTERSON, A.P. 2018. Dermatologia de Pequenos Animais: Atlas colorido e guia terapêutico. 4. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, p. 190-201.

HWANG, W. Y., & FOOTE, J. 2005. Immunogenicity of engineered antibodies. Methods, 36(1): 3-10.

LITTLE, P. R., KING, V. L., DAVIS, K. R., COSGROVE, S. B., & STEGEMANN, M. R. 2015. A blinded, randomized clinical trial comparing the efficacy and safety of oclacitinib and ciclosporin for the control of atopic dermatitis in client-owned dogs. Veterinary Dermatology, 26(1), 23-e8. https://doi.org/10.1111/vde.12186.

MARSELLA, R.; OLIVRY, T. 2001. The ACVD task force on canine atopic dermatitis (VII): mediators of cutaneous inflammation. Veterinary Immunology and Immunopathology, Amsterdam.

MARTINS, G. C., MELO JÚNIOR, O. A. O., BOTONI, L. S., NOGUEIRA, M. M., COSTA VAL, A. P., BLANCO, B. S., DUTRA, W. O., GIUNCHETTI, R. C., MELO, M. M., & LEMOS, D. S. 2018. Clinical-pathological and immunological biomarkers in dogs with atopic dermatitis. Veterinary Imunology and Immunopathology, 205, 58–64. https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.10.009.

MILLER, W. H.; GRIFFIN, C. E.; CAMPBELL, K. L. 2013. Muller and Kirk's Small Animal Dermatology. Elsevier, ed. 7.

MOYA, R., RAMIÓ-LLUCH, L., PARODY, N., BRAZIS, P., PUIGDEMONT, A., & CARNÉS, J. 2021. Specific Dermatophagoides farinae extract for canine immunotherapy. Ve-

terinary Dermatology, 32(2), 131-e29. https://doi.org/10.1111/vde.12902.

NAVARRO, CHRISTELLE, CRASTES, N., BENIZEAU, E., & MCGAHIE, D. 2015. Voluntary acceptance and consumption of two oral ciclosporin formulations in dogs: two randomised, controlled studies. Irish Veterinary Journal, 68(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s13620-015-0031-8.

OLIVRY, T. et al. 2004. Mechanism of lesion formation in ca-nine atopic dermatitis: 2004 hypothesis. Advances in Veterinary Dermatology, v. 5, p. 11-16, ago.

OLIVRY, T.; DeBOER, D.J.; FAVROT, C et al. 2010 (a). Treatment of canine atopic dermatitis: 2010 clinical practice guidelines from the international task force on canine atopic dermatitis. Vet. Dermatol., v.21, p. 233-248.

OLIVRY T, FOSTER AP, MUELLER RS et al. 2010 (b). Interventions for atopic dermatitis in dogs: a systematic review of randomized controlled trials. Vet Dermatol, 21: 4–22.

OLIVRY, T., DEBOER, D. J., FAVROT, C., JACKSON, H. A., MUELLER, R. S., NUTTALL, T., & PRÉLAUD, P. 2015. Treatment of canine atopic dermatitis: 2015 updated guidelines from the International Committee on Allergic Diseases of Animals (ICADA). BMC Veterinary Research, 11(1), 1–15. https://doi.org/10.1186/s12917-015-0514-6.

PANTERI, A., STREHLAU, G., HELBIG, R., PROST, C., & DOUCETTE, K. 2016. Repeated oral dose tolerance in dogs treated concomitantly with ciclosporin and oclacitinib for three weeks. Veterinary Dermatology, 27(1), 22-e7. https://doi.org/10.1111/vde.12278.

PEREIRA, D.T.; CUNHA, V.E.S; SCHMIDT, C; KRAUSE, A.C. 2015. Sensitization study of dogs with atopic dermatitis in the central region of Rio Grande do Sul. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.67, n.6, p.1533-1538. ttp://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8224

RIGHI, D.A., XAVIER, F.G. & BERNARDI, M.M. Histamina, Serotonina e seus antagonistas. In: SPINOSA, H.S., GÓRNIAK, S.L. & BERNARDI, M.M. 2018. Farmacologia aplicada à medicina veterinária. 6. ed. Rio de Janeiro, seção 5, cap. 18, p. 227-235

RYNHOUD, H., GIBSON, J. S., MELER, E., & SOARES MAGALHÃES, R. J. 2021. The association between the use of oclacitinib and antibacterial therapy in dogs with allergic dermatitis: a retrospective case-control study. Frontiers in Veterinary Science, 8, 94. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.631443.

SALZO, P. S. LARSSON, C. E. 2009. Hipersensibilidade alimentar em cães. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.3, p.598-605.

SANABRI, R.A., RIBEIRO, R.M. & RIBEIRO, D.S.F. 2022. Dermatite atópica canina um olhar sobre os tratamentos atuais. Research, Society and Development, v. 11, n., 11, e80111132807

SANTORO, D. 2019. Therapies in canine atopic dermatitis: an update. Veterinary Clinics: Small Animal Practice, 49(1), 9–26. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.08.002.

SARIDOMICHELAKIS, M. N., & OLIVRY, T. 2016. An update on the treatment of canine atopic dermatitis. The Veterinary Journal, 207, 29–37.

SCOTT, D. W.; MILLER, W. H.; GRIFFIN, C. E. 1996. Dermatologia de pequenos animais. 5.ed. Rio de Janeiro: Interlivros.

SOUZA NETO, A. et al. 2017. Eficácia da ciclosporina no controle da dermatite atópica em cães. Pesq. Vet. Bras. [online], vol.37, n.7, pp.729-733.

STEFFAN J, ALEXANDER D, BROVEDANI F et al. 2003. Comparison of cyclosporine A with methylprednisolone for treatment of canine atopic dermatitis: a parallel, blinded, randomized controlled trial. Vet Dermatol, 14: 11–22

TADA, H., MURAKAMI, Y., OMOTO, T., SHIMOMURA, K., & ISHIMARU, K. 1996. Rosmarinic acid and related phenolics in hairy root cultures of Ocimum basilicum. Phytochemistry, 42(2), 431–434.

THOMPSON, J. P. 1997. Moléstias imunológicas. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. Tratado de medicina interna veterinária. 4.ed. São Paulo: Manole.

ZANON, L. J. P.; GOMES, L. A.; CURY, G. M.; TELES, T. C.; BICALHO, A. B. C. 2008. Dermatite atópica canina. Ciências Agrárias. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744090023.

WRIGHT, A.; TATLOCK, S.; WELLS, J. et al. 2017. Development of the canine dermatitis quality of life and treatment satisfaction questionnaire: a tool for clinical practice. Proceedings NAVDF (abstract). Veterinary Dermatology.

AUTORES Y AUTORAS

Agustina Sismande

Estudiante de la carrera Ingeniería Agroambiental de UTEC, actualmente cursando el 8vo semestre. Docente de inicio de Proyecto Monitoreo de la Calidad de Agua del Río Negro.

agustina.sismande@utec.edu.uy

Beatriz Regina Britz Zimmer

Estudiante de pregrado en Medicina Veterinaria de la Universidade Federal de Santa María.

beatriz.zimmer@acad.ufsm.br

Carlos Ramos Gonzales

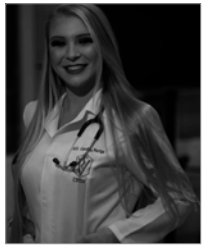
Técnico en Electrónica, Ingeniero Electrónico, Maestría en Docencia y Gestión educativa, DTP y SCRUM. Instructor en Senati y Docente en la universidad Privada del Norte UPN.

ramosg@senati.pe

Carmen Lucy Pérez Mendoza

Profesión: Técnico en Informática, Licenciada en Educación Matemática e Informática, Maestría en Docencia y gestión Educativa, Instructor en SENATI, Aplicador de instrumento de desempeño docente de nivel superior en MINEDU

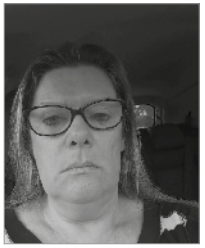
clperez@senati.pe



Carollina Mariga

Master en clinica medica de pequeños animales - Estudiante de doctorado en medicina veterinaria en la Universidade Federal de Santa Maria.

carollina.mariga@hotmail.com



Claudete Schmidt

Doctor en medicina veterinária - Profesor adjunto en el curso de medicina veterinaria en la Universidade Federal de Santa Maria

dete13vet@yahoo.com.br

Eduarda Lais Villa

Estudiante de pregrado en Medicina Veterinaria de la Universidade Federal de Santa María.

eduarda_villa@hotmail.com

Fabrício Pietrobelli

Ingeniero civil y Máster en planificación urbana y regional por la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS) y la Universidad de Glasgow. Ha trabajado con 18 países de LAC en proyectos de desarrollo sostenible. Actuó como especialista de movilidad eléctrica de la ONU.

fabricio@towe.com.br

Fellipe Lousada

Máster en curso en Teledetección, 2021 Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, INPE, Brasil Grado en Ingeniería Ambiental., 2013 Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil.

fellipe.lousada@utec.edu.uy

Fernando Campagnoli

Doutor em Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos pela USP e pós doutor em Economia da Inovação pela UFRJ. Especialista em Regulação na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e tem atuado no tema de inovação e mobilidade elétrica nos últimos 7 anos.

campagnoli@aneel.gov.br

Franciele Weschenfelder

Doctora en Ingeniería Mecanica, docente adjunta en el área de energía eólica, Universidad Tecnológica del Uruguay, franciele.

weschenfelder@utec.edu.uy

Jesús Delegido Gómez

Profesor Catedrático de Universidad

Laboratorio de Procesado de Imágenes (IPL), Universidad de Valencia.

jesus.delegido@uv.es

Júlia Mariani Griesang

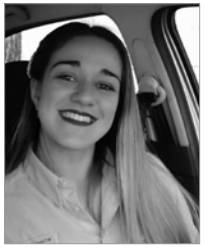
Medica veterinaria - programa de residencia en clinica medica de pequeños animales de la Universidade Federal de Santa Maria.

juliamgriesang@gmail.com

Leonardo Torres Argomedo

Ingeniero y Magíster, instructor cisco CCNP, CCNA, MCTS Microsoft, MTCNA, instructor SENATI y docente universitario.

ljtorres@senati.pe



Melina Dorrego

Melina Dorrego Licenciada en Análisis Alimentario, Tecnóloga Química. Docente Encargada de las materias Gestión Ambiental y Ecología y Análisis de Agua y Gases de Combustión de la carrera Tecnólogo Químico - UTEC - UTU - UDELAR.

melina.dorrego@utec.edu.uy

Natalie Aubet

Docente Senior UTEC.

natalie.aubet@utec.edu.uy

Nathalia Roberta Dias dos Santos

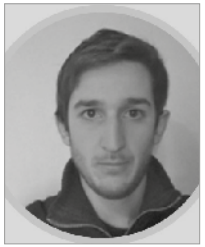
Medica veterinaria - programa de residencia en clinica medica de pequeños animales de la Universidade Federal de Santa Maria.

nathalia.santos@acad.ufsm.br

Nicolás Castromán

Economista pela UDELAR, mestre em Economía pela UDELAR. Especialista em Despacho Econômico na Administração do Mercado Elétrico do Uruguai, e Coordenador do Centro de Formação em Mobilidade Sostenibel, Eficiência Energética e Energías Renováveis (CEFOMER) na UTEC.

coordinador.cefomer@utec.edu.uy



Pablo Volpe

Estudiante de la carrera de Ingenieria en Energias Renovables, Universidad Tecnológica del Uruguay, pablo.

volpe@estudiantes.utec.edu.uy

Pierina Boksar,

Maestra, Formadora de Aprendizaje Basado en Proyectos Cultura Científica - Dirección Nacional de Educación - Ministerio de Educación y Cultura y Administración Nacional de Educación Pública (Sede Salto).

pierinaboksar@gmail.com

Priscila Silveira

Doctora en Ingeniería Eléctrica, docente asociada en el área de energía eólica, Universidad Tecnológica del Uruguay, priscila.

silveira@utec.edu.uy

Ricardo Hladki

Msc. Lic.en Ciencias Biológicas, docente coordinador de la carrera Tecnólogo Químico - UTEC - UTU - UDELAR.

sricardo.hladki@utec.edu.uy

Romina Fernández

Maestra, Formadora de Aprendizaje Basado en Proyectos Cultura Científica - Dirección Nacional de Educación - Ministerio de Educación y Cultura y Administración Nacional de Educación Pública (Sede Paysandú).

rominafernan@gmail.com

Romina Genolet

Tecnóloga Química, estudiante avanzada de Licenciatura en Análisis Alimentario. Docente de inicio de la materia Análisis de Agua y Gases de Combustión de la carrera Tecnólogo Químico - UTEC - UTU - UDELAR.

romina.genolet@utec.edu.uy

Saulo Tadeu Lemos Pinto Filho

Doctor en medicina veterinária - Profesor adjunto en el curso de medicina veterinaria en la Universidade Federal de Santa Maria

saulovet2011@hotmail.com

Desde el Centro de Vinculación Global agradecemos su lectura.
¡Esperamos encontrarnos en la próxima edición de LINKS!

Por consultas, escribinos a relaciones.internacionales@utec.edu.uy
Por más información, visita nuestro sitio web: utec.edu.uy

Síguenos en nuestras redes sociales para conocer todas las novedades internacionales de la Universidad Tecnológica

UTEC
Universidad Tecnológica