



INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO

REVISTA CIENTÍFICA



DESCUBRE

Los últimos artículos, investigaciones y desarrollos que lideran el camino hacia la excelencia de la innovación.

IID VOL.1 2023



DIRECTORIO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS:

RECTORA

MGTR. ETHEL MAYTE BONAGAS

SECRETARIA GENERAL

MGTR. ANA LUCIA CORDERO

DIRECCIÓN ACADÉMICA Y DE GESTIÓN DE LA FORMACIÓN E INNOVACIÓN DOCENTE

MGTR. JOHANA GOMEZ

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN CON EL MEDIO

DR. JORGE JIMÉNEZ

DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN:

LIC. UDSLERY NAVARRO

UNIDAD TÉCNICA DE AUTOEVALUACIÓN

ING. ARIEL BIRMINGHAM

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO:

DR. HERIBERTO FRANCO

DR. JORGE PINO

DR. MARCO TULIO GUILLÉN

DRA. CATALINA ESPINOSA

DRA. SILVANA CASTILLO

MGTR. INÉS ESQUIVEL

COMITÉ EDITORIAL INTERNO:

MGTR. KARINA CHICHACO

MGTR. ELIXARIA RODRIGUEZ

MGTR. JOHANA ARAUZ

DR. ARLES GONZALEZ

COMITÉ DE ÉTICA:

MGTR. VIELKA SANJUR

ING. ARIEL BIRMINGHAM

DIRECTORA DE LA REVISTA:

MGTR. LADYS SANTOS

CONTENIDOS

EDITORIAL	3
PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR: ESTRUCTURA, FUNCIONES, MODELOS Y REFLEXIONES PARA LA REGIÓN OCCIDENTAL DE PANAMÁ DR. HERIBERTO FRANCO A.	4
PREEMINENCIA DE LA INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR PANAMEÑA MGTR. ARLES ABDEL GONZÁLEZ ATENCIO	16
SMART WORKING ARMONIZA LA VIDA PERSONAL Y LABORAL MGTR. KARINA CHICHACO BARREIRO	24
ANÁLISIS FORENSE EN LA NUBE Y SU APLICACIÓN PARA EVITAR DELITOS INFORMÁTICOS EN LAS EMPRESAS MGTR. SUSANA MARTÍNEZ	32
BIOACCESIBILIDAD Y EXPOSICIÓN HUMANA A METALES EN SUELOS URBANOS (HUELVAQ, SO DE ESPAÑA): EVALUACIÓN POR EXTRACCIÓN GÁSTRICA IN VITRO. DR. MARCO TULIO GUILLEN	39
¿CUÁN VERDE ES LA OBTENCIÓN DEL BIODIESEL? MGTR. LADYS Y. SANTOS ESPINALES	70
LA IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN EDUCATIVA EN LA PROMOCIÓN DE RELACIONES LABORALES SALUDABLES MGTR. JOBET EDWARDS	79

Este es un año muy especial para la Universidad Iberoamericana de Panamá al presentar el primer número de la Revista Científica, dependiente de la Dirección de Investigación, Innovación y Vinculación con el Medio, cuyo objetivo es publicar trabajos científicos en las distintas áreas de los saberes y construir un nexo entre la sociedad y la academia, convirtiéndose en un espacio de generación de conocimiento.

Desde la Rectoría, hemos tomado el firme compromiso para impulsar la investigación y la publicación de los trabajos de investigación creyentes que, como Institución de Educación Superior, el valor que aporta la investigación científica es un indicador de la calidad de los procesos en el ámbito universitario.

La Revista refleja un carácter multidisciplinar tanto en los contenidos como en la composición, y por su carácter digital, proporciona una fuente de referencia actualizada de conocimiento científico para todos aquellos que se dediquen a investigar: docentes, estudiantes, egresados, graduados y la comunidad en general.

En esta publicación queremos destacar los artículos que desde variadas perspectivas científicas constituyen los contenidos de nuestra revista, siendo estos: **“Preeminencia de la Innovación en la Educación Superior Panameña”, “Parques Científicos y Tecnológicos en Instituciones de Educación Superior: estructura, funciones, modelos y reflexiones para la Región Occidental de Panamá”, “La Importancia de la Administración Educativa en la Promoción de Relaciones Laborales Saludables”, “Bioaccesibilidad y exposición humana a metales en suelos urbanos (Huelva, SO de España): evaluación por extracción gástrica in vitro”, “Smart Working armoniza la vida personal y laboral”, “¿Cuán verde es la obtención del biodiésel?” y “Análisis Forense en la Nube y su aplicación para evitar delitos informáticos en las empresas”.**

Agradezco sinceramente a todos los que han trabajado y puesto su responsabilidad y esmero para la aparición del primer número de esta Revista, la cual fue creada con base en el Estatuto Universitario que establece en su artículo 5º “...que la Universidad dentro de los objetivos fundamentales promueve la investigación y la difusión de conocimientos tendientes a educar y cultivar la mente humana a todos los niveles, con el fin de dotar a los educandos de los conocimientos científicos, tecnológicos y culturales necesarios para su formación integral y de la sociedad en que viven”.

Los exhorto a seguir con ese ánimo, investigando, escribiendo y publicando.

Extendemos a toda la Comunidad Universitaria una invitación a participar en los próximos números de la revista.

Ethel Mayte Bonagas
Rectora



Parques Científicos y Tecnológicos en Instituciones de Educación Superior: estructura, funciones, modelos y reflexiones para la Región Occidental de Panamá

Scientific and Technological Parks in Higher Education Institutions: structure, functions, models and reflections for the Western Region of Panama

Doctor Heriberto Franco A.1,2

1. Investigador. Instituto Interdisciplinario de Investigación e Innovación. Parque Científico y Tecnológico de la Universidad Autónoma de Chiriquí/Vicerrectoría de Investigación y Posgrado.
2. Docente. Departamento de Química. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad Autónoma de Chiriquí.

Email: heriberto.franco@unachi.ac.pa
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9045-0547>

Resumen

La creación y desarrollo de Parques Científicos y Tecnológicos en el ámbito universitario, ha sido alrededor del mundo, una aspiración para la integración de la academia, el gobierno, empresa privada y sociedad. El objetivo de este ensayo es ofrecer una exposición de fundamentos que permitan identificar la filosofía, estructura, funciones y características de estas entidades. Se realizó un análisis bibliométrico en Scopus, Science direct, Scielo, Redalyc y Google académico, en el cual se identificaron los artículos indizados, libros y documentos sobre los parques científicos. La búsqueda fue realizada utilizando la ecuación: Parque-científico-universidad, modelo-parque-científico, estructura-parque-científico, parque-científico-Panamá y funciones-parque-científico. El desarrollo de iniciativas de Parques Científicos y Tecnológicos tiene más de 70 años de haber iniciado, aunque en América Latina son escasos los proyectos de este tipo. En Panamá, la Universidad Autónoma de Chiriquí, ha iniciado desde 2021, la operación parcial del Parque Científico y Tecnológico (PACYT-UNACHI), el cual pretende constituirse en un modelo para la articulación de la cuádruple hélice para el desarrollo: academia, empresa, gobierno y sociedad. La definición de la gobernanza, la priorización de temas o sectores para desarrollar dentro del Parque, así como una estructura organizacional funcional, son elementos claves para lograr el objetivo planteado. Con iniciativas como la del PACYT-UNACHI, la universidad panameña, como institución fundamental de la nación, pretende pasar de ser una institución tradicional de docencia evolucionando hacia una universidad de investigación e innovación, que permee desarrollo social y sostenible a la población de la Región Occidental de Panamá y por ende al país.

Palabras claves: administración, cambio tecnológico, difusión del conocimiento, política científica, transferencia tecnológica.

Abstract

The creation and development of Science and Technology Parks in the university environment has been around the world, an aspiration for the integration of academy, government, private business and society. The objective of this essay is to offer an exposition of fundamentals that allow identifying the philosophy, structure, functions and characteristics of these entities. A bibliometric analysis was carried out in Scopus, Science direct, Scielo, Redalyc and Google academic, in which the indexed articles, books and documents on science parks were identified. The search was carried out using the equation: Science-park-university, science-park-model, science-park-structure, science-park-Panama and science-park-functions. The development of Science and Technology Park initiatives has been underway for more than 70 years, although projects of this type are rare in Latin America. In Panama, the Autonomous University of Chiriqui has begun, since 2021, the partial operation of the Scientific and Technological Park (PACYT-UNACHI), which aims to become a model for the joint of the quadruple helix for development: academy, business, government and society. The definition of governance, the prioritization of themes or sectors to develop within the Park, as well as a functional organizational structure, are key elements to achieve the stated objective. With initiatives such as PACYT-UNACHI, the Panamanian university, as a fundamental institution of the nation, aims to go from being a traditional teaching institution by evolving into a research and innovation university, which permeates social and sustainable development to the population of the Region. Western Panama and therefore the country.

Keywords: Administration, technological change, dissemination of knowledge, science policy, technology transfer.

1. Introducción: Origen y Modelos de Parques Científicos y Tecnológicos

En las décadas de 1950 y 1960, los primeros parques científicos fueron desarrollados como iniciativas territoriales en Europa y en Estados Unidos de América, con el objetivo de favorecer la interacción entre la industria y los investigadores académicos, donde los académicos tienen una diversidad de conocimientos y competencias.

La disponibilidad de un amplio rango de conocimientos y competencias bases, son un prerequisite indispensable para facilitar el éxito de la innovación. En un inicio, las expectativas de estos sitios embrionarios fue el desarrollo de nuevos productos, procesos de manufactura y técnicas de ingeniería. Durante este período se fundaron empresas privadas en los campus universitarios, establecidas por académicos y/o laboratorios de investigación pública; en Gran Bretaña y en otros países de Europa, se tomó como modelo esta taxonomía de parque científico, en la cual se estableció la colaboración entre los departamentos de las Universidades y compañías multinacionales; en otros casos se establecieron parques científicos en fábricas abandonadas, siendo esta una nueva forma de parque científico desligado de la colaboración industria/universidad, en países como Finlandia, Suecia y Noruega (Bigliardi et al., 2006).

El primer parque científico en el mundo fue creado en 1951 por la Universidad de Stanford en Palo Alto, California, después abrirían otros en los Estados Unidos, que han alcanzado un gran reconocimiento: Research Triangle Park, en Carolina de Norte y el Cornell Research Park, en el estado de Nueva York; a comienzos de la década de los 70; en Europa, el Trinity College de Cambridge y la Universidad de Heriot-Watt de Edimburgo inaugura los primeros

parques en ese continente; en América Latina, también hay ejemplos de parques operativos desde hace décadas. Brasil es el país cuya política de desarrollo de Parques Tecnológicos, iniciada en 1984, ha tenido un mayor avance, y cuenta con varios parques operativos, ubicados sobre todo en los estados del sudeste y sur del país (Cendoya, 2014).

Los modelos básicos de administración de parques científicos y tecnológicos incluyen:

Modelo i: Parque científico en una universidad: el parque científico es una parte integral de la universidad;

Modelo ii: una organización independiente, por ejemplo: una compañía de responsabilidad limitada;

Modelo iii: un parque corporativo: conformado por un grupo de empresas y,

Modelo iv: un parque de redes (Lobejko y Sosnowska, 2015).

La creación de parques científicos y tecnológicos en las universidades propicia la relación entre la universidad, las empresas emergentes de base tecnológica, los investigadores, innovadores y emprendedores. Los parques científicos y tecnológicos ubicados en las universidades contribuyen al establecimiento de empresas spin-off, formadas por académicos, fuera de los laboratorios, pero dentro del parque científico, iniciando sus propias empresas comerciales y permitiendo la unión de las facilidades de investigación, tecnológicas y de transferencia del conocimiento (Gursel, 2014).

2. Desarrollo: Funciones de los Parques Científicos y Tecnológicos en las universidades

Según la Asociación Internacional de Parques Científicos y Áreas de Innovación (IASP; <https://www.apte.org/iasp-asociacion-internacional-de-parques>), un parque científico es una organización administrada por profesionales especializados, cuyo principal objetivo es aumentar la riqueza de su comunidad mediante la promoción de la cultura de la innovación y la competitividad de sus negocios asociados e instituciones basadas en el conocimiento. Para que se cumplan estos objetivos, un Parque Científico estimula y gestiona el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades, instituciones de investigación y desarrollo (I+D), empresas y mercados; facilita la creación y el crecimiento de empresas basadas en la innovación a través de procesos de incubación y spin-off; y proporciona otros servicios de valor agregado junto con espacios e instalaciones de alta calidad (IASP). La IASP, indica que las áreas de innovación son lugares diseñados y destinados para atraer a personas emprendedoras, talentos capacitados, negocios intensivos en conocimiento e inversiones, desarrollando y combinando un conjunto de activos de infraestructura, institucionales, científicos, tecnológicos, educativos y sociales, junto con valor agregado servicio, mejorando así el desarrollo económico sostenible y la prosperidad con y para la comunidad.

Según Lobejko y Sosnowska, 2015, el concepto de parque científico y tecnológico puede involucrar una organización integrada por organizaciones científicas y de investigación, interesadas en la transferencia y comercialización de infraestructura tecnológica como un componente importante de la I+D de empresas innovadoras involucradas en la comercialización de proyectos de innovación. Se supone que un parque científico y tecnológico, tiene estrechos vínculos con la universidad y otras instituciones de investigación.

Se señala que la vinculación tecnológica es la interfaz que realiza el enlace entre el conocimiento fundamental, generado por la investigación y la solución de los problemas económicos y sociales. Para gestionar y gerenciar los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y establecer una vinculación con los diversos actores y sectores del desarrollo de un país, se pueden señalar las siguientes formas (Gaggiotti y col. 2013):

- Prestación de un servicio técnico en particular.
- Prestación de asesoramiento y/o capacitación.
- Transferencia de un desarrollo tecnológico acabado/consolidado.
- Transferencia del diseño y el desarrollo de una tecnología en particular.

En los últimos 60 años, se han desarrollado iniciativas para el desarrollo de Parques Científicos y Tecnológicos; casi todas las ciudades de cierto tamaño e importancia, en especial las que cuentan con una universidad, tienen un Parque, que contribuye a lograr un nivel de organización institucional en la ciudad o región, lo que permite el desarrollo de los sistemas de innovación, cumpliendo con los principios del modelo de triple hélice: universidad, gobierno y empresa (Etzkowitz, 2008). Por otra parte, el establecimiento de parques ecoindustriales, es un concepto que empieza a diseminarse en muchos países como un nuevo modelo industrial que reconcilia las tres dimensiones de la sostenibilidad, reorganizando las prácticas industriales y actividades para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (Veiga y Magrini, 2009). Un parque ecoindustrial se define como una comunidad de negocios de manufactura y servicios ubicadas en una propiedad común. Las empresas miembros buscan mejorar el desarrollo ambiental, económico y social a través de la colaboración en la gestión de los problemas ambientales y manejo de los recursos. Al trabajar juntos, la comunidad de negocios busca un beneficio colectivo que sea mayor que la suma de los beneficios individuales que cada compañía pudiera obtener por sí misma, optimizando su desempeño individual (Lowe, 2001).

Los parques científicos y tecnológicos presentan algunas características generales: cuentan con cierta asociación con zonas verdes y espacios libres, cualificación arquitectónica y edificación externa de baja densidad, infraestructuras de comunicación, contacto directo con aeropuertos, autopistas y de telecomunicación, conviven empresas de alta tecnología y de servicios avanzados, junto con universidades y otros centros de investigación y difusión del conocimiento, poseen un organismo estable de gestión que impulsa por sí mismo la transferencia tecnológica y fomenta la innovación entre empresas y organizaciones usuarias del Parque, alientan la formación de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadidos, pertenecientes al sector terciario, están vinculados física, económica y social a núcleos urbanos, especialmente a campus universitarios (Latorre y col., 2012).

3. Parques Científicos y Tecnológicos en las universidades latinoamericanas: algunos casos recientes

Existen dos modelos globales de universidades, las estadounidenses y las europeas, las primeras se encuentran insertas en una economía de gran escala, el gobierno federal invierte sostenidamente grandes cantidades de dinero para apoyar la actividad científica, han respondido a los cambios de las necesidades económicas y las oportunidades, además de

contar con un sistema de incentivos para que los estudiantes de fin de ciclo, desarrollen proyectos en empresas de tecnología; este modelo de las universidades norteamericanas, ha sido seguido por universidades europeas (Rosenberg y Nelson, 1994). En Centroamérica, las instituciones de educación superior requieren fortalecer las competencias de los docentes universitarios, el vínculo con las empresas y contar con laboratorios adecuados para el cambio tecnológico (Cuchillac, 2017).

Tabla 1. Parques Científicos y Tecnológicos desarrollados con la participación de universidades en América Latina.

Nombre del Parque	Ubicación física	Unidades temáticas/Servicios	Operativo/ Proyecto	Enlace web
Parque Tecnológico Guatiguará	Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia	Prestación de servicios de investigación: microscopía, rayos x, resonancia magnética nuclear, espectrometría de masa, unidad de supercomputación y cálculo científico.	Operativo desde 2019	https://uis.edu.co/uis-guatiguara-s-es/
Parque Científico de Innovación Social Minuto de Dios	Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá y Cundinamarca, Colombia. .	Gestión de proyectos, observatorio de innovación social, articulación de investigadores, apropiación social del conocimiento. Posee unidades de educación STEM, ingeniero sin fronteras Colombia, Innovación territorial, innovación y desarrollo productivo, ciencias y tecnologías para la vida, innovapaz, information Access center IAC.	Operativo (desde 2012)	http://www.uniminto.edu/web/pcis
Parque Científico Tecnológico	Universidad Nacional de Córdoba, Argentina	Su finalidad es la de integrar las actividades científico-tecnológicas que	Operativo desde 2012.	https://www.unc.edu.ar/ciencia-y-tecnolog%C3%ADa/innovaci%C3%B3n-y-

		llevan adelante la Universidad Nacional de Córdoba con el sector productivo por medio de la creación de proyectos conjuntos, para lo cual se impulsa y favorece la transferencia de tecnología.		transferencia-tecnol%C3%B3gica
Parque Carén	Universidad de Chile, República de Chile	Ecología de la innovación en siete áreas prioritarias para la definición y desarrollo de proyectos a mediano y largo plazo: tecnología de la información, energías limpias, Biotecnología, alimentación saludable, construcción sustentable, educación experimental y envejecimiento.	Operativo desde 2021	https://caren.uchi.cl/
UTPL Parque Científico y Tecnológico	Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador	Es un catalizador de la innovación y el desarrollo económico y social. Fomenta la colaboración entre diferentes actores de la triple hélice: empresas, gobierno, academia y sociedad. El Parque contribuye a la creación de un ecosistema de innovación sólido y dinámico.	Operativo desde 2017.	https://parquecientifico.utpl.edu.ec/es

Fuente: Elaboración propia.

4. Los Parques Científicos y Tecnológicos en Panamá: una reflexión glocal

En Panamá, los procesos de innovación se encuentran limitados por la falta de financiamiento en I+D, el reducido tamaño del mercado, la dificultad para predecir la demanda futura y la falta de equipo nacional apropiado para la escala de producción de las empresas; los principales factores que impulsan la innovación en las empresas son las habilidades de la fuerza laboral, inversión en I+D, orientación al mercado, uso de TIC, vínculos entre los actores públicos y privados, tamaño de la empresa, trabajo en redes, interacción universidad-gobierno-empresa y subsidios a la innovación (Guillén y col., 2017).

En la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá se encuentra el Parque Científico y Tecnológico (PACYT-UNACHI, 2021), con una infraestructura de aproximadamente 4000 metros cuadrados, distribuidos en tres niveles, el cual tiene como propósito desarrollar investigaciones en las áreas científicas, tecnológicas, económicas y humanísticas, que aporten beneficios a la comunidad, como a las instituciones y empresas vinculadas (<http://www.unachi.ac.pa/articulo/parque-cient%C3%ADfico-y-tecnol%C3%B3gico/30>).

La definición de la gobernanza y modelo de gestión del PACYT-UNACHI, debería propiciar un ambiente apto para la coincidencia de metas entre la cuádruple hélice: gobierno, universidad, empresa y sociedad civil, que logren articular proyectos de Investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento (I+D+i+E), con un retorno en lo académico, económico, tecnológico y de gran impacto social. Al no existir ninguna experiencia previa de creación de un Parque Científico y Tecnológico dentro del campus de una universidad pública en Panamá, este se convierte en un laboratorio en donde se evaluará la eficacia de crear y hacer sostenible este tipo de concepto que puede representar una oportunidad de transformar la universidad pública panameña, tradicionalmente de docencia, en una universidad de investigación e innovación y núcleo para el desarrollo articulado de proyectos a escala de la región Centroamericana.

La iniciativa de crear un Parque Científico y Tecnológico en una universidad pública panameña, presenta algunos inconvenientes, dada la casi inexistente articulación entre los actores de la cuádruple hélice, la escasa inversión histórica (aproximadamente 0.1% del Producto Interno Bruto) que han hecho los gobiernos y la empresa privada en actividades de I+D+i (SENACYT, 2019), la excesiva burocracia en procesos de gestión de fondos públicos para la investigación e innovación, la ausencia de un marco legal para la protección, transferencia y comercialización de la propiedad intelectual en las instituciones públicas de educación superior, la inexistencia de programas para la formación de gestores de la I+D+i+E que acompañen a los miembros de la comunidad universitaria en la ejecución de proyectos, reconocimientos mínimos a la productividad científica y la escasa cultura de la toma de decisiones basada en evidencia científica, entre otras.

Aunado a estos factores, la centralización y financiamiento mayoritario de las actividades de I+D+i+E, concentrado en el núcleo de la capital panameña, limita el desarrollo de iniciativas regionales de CyT en Panamá.

En la visión 2050 de la Región Occidental de Panamá (CECOMRO, 2018), se señala la necesidad de formación del capital humano, sobre todo, reforzando el PACYT-UNACHI en materias relacionadas con los recursos naturales, agro y turismo. Estas materias, han sido priorizadas a través de las líneas generales para la investigación de UNACHI (UNACHI, 2016), las cuales son cinco: 1- biodiversidad, ambiente, gestión de riesgo y energía; 2-

Derechos humanos, democracia participativa, políticas públicas, economía y desarrollo sostenible; 3- Tecnología, comunicación, innovación y competitividad; 4- Salud, biotecnología, ciencias básicas y seguridad alimentaria y 5- Educación, cultura, desarrollo humano y poblaciones originarias. Para consolidar el trabajo de investigación en estas líneas, se requiere el desarrollo de proyectos con la finalidad de producir conocimiento pertinente a la región y que sea transferido a la sociedad, a través de la capitalización de los productos de investigación.

5. Fundamentos que sustentan la necesidad de crear Parques Científicos y Tecnológicos temáticos en Panamá

A partir de 1990, se concibe la innovación como un proceso de realimentación entre el ciclo productivo, las fases previas y posteriores al mismo y los elementos del entorno, de esta forma la política de I+D+i debe estar basada en la demanda y en el apoyo a proyectos e instituciones de I+D, científicos y tecnológicos, empresas, industrias, universidades, que pongan en contacto a los elementos anteriores, o se encargue de llevar a cabo el proceso y ejecutar las distintas fases (Latorre y col., 2012).

Entre los productos que fortalecen la vinculación universidad empresa, se destacan algunos casos en las universidades latinoamericanas:

- i. En el caso del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se pueden mencionar: un catálogo de la oferta tecnológica institucional, el cual contiene la descripción de los servicios que brindan todas las escuelas, centros de investigación y laboratorios mediciones, pruebas o ensayos de laboratorio, asesorías, consultorías, investigación contratada, capacitación, estudios específicos realizados según áreas o centros de investigación, análisis diversos, programas o cursos de extensión, programas técnicos, talleres, seminarios, alquiler de instalaciones, etc.
- ii. Cartera de proyectos de investigación y extensión: incluye el nombre y resumen de cada proyecto en desarrollo, investigador responsable, palabras claves y datos de contacto; sitios web que contienen la oferta tecnológica como los de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina (www.unl.edu.ar/vinculacion) y en la Red de Vinculación Tecnológica de las Universidades Nacionales Argentinas (www.redvitec.edu.ar), en la web se pueden encontrar las líneas de investigación a través de palabras claves, áreas temáticas, actividades económicas y áreas científico-tecnológicas.
- iii. Muestra itinerante universidad-empresa en la cual se reúne las experiencias de los casos más destacados de transferencia de conocimientos al sector socioproductivo; presencia en ferias regionales y foros especializados; ruedas de negocios: encuentros que constituyen una estrategia que promueve el acercamiento y el establecimiento de relaciones de confianza entre los empresarios y grupos de investigación de las universidades, con el fin de identificar oportunidades para realizar acciones de innovación y desarrollo (Universidad Industrial de Santander, Colombia),
- iv. Revistas con información de interés para distintos sectores de la sociedad, tales como industrias, empresas de servicios, escuelas secundarias, docentes investigadores; programa radial para línea de jóvenes emprendedores, 8-sitio web de emprendedores y redes sociales (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

- v. Visitas en terreno a empresas, seminarios de difusión científico-tecnológico, giras tecnológicas internacionales en las que grupos de empresarios, políticos, investigadores y gestores locales visitan diferentes instituciones modelos en distintas temáticas (Universidad Austral de Chile).

Entre los parámetros que se deben considerar para el análisis de los factores críticos de éxito de un parque científico y tecnológicos, se mencionan los siguientes: gobernanza y administración del parque, infraestructura y localización, ambiente económico de innovación y emprendimiento, factores económicos, financieros y de incentivos, servicios de negocios y soporte, cultura, influencia de las partes interesadas, apoyo gubernamental y características y definición del diseño del parque (Cremonini y Lacopo, 2020).

En el caso particular de la Región Occidental de Panamá, se ha experimentado una pérdida de competitividad en los sectores agropecuarios, agroindustriales, ecoturismo, logística y transporte, debido principalmente al dominio del tradicionalismo del sistema productivo que se ha resistido a innovar en los modelos de producción, comercialización y en la aplicación de nuevas tecnologías.

Siendo Chiriquí la principal provincia productora de alimentos (agrícolas y pecuarios, incluyendo café de alta calidad), el uso de tecnología de forma generalizada a nivel provincial; la oferta de turismo de montaña, de playa y agroturismo (Centro Nacional de Competitividad, 2022), constituyen sectores prioritarios a considerar en iniciativas como la del PACYT-UNACHI.

6. Conclusiones

Las iniciativas para consolidar el modelo de la cuádruple hélice: universidad, empresa privada, gobierno y sociedad, ha tenido más de 70 años de ejecución alrededor del mundo. Existen casos de éxito de implementación de parques, pero también de fracasos atribuidos principalmente a la ausencia de una definición conceptual de Parque Científico y Tecnológico, acotada a los diversos contextos y realidades del ecosistema de investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento. En el caso particular de Panamá, la Universidad Autónoma de Chiriquí, ha venido madurando un proyecto de PACYT, desde hace al menos una década, faltando consolidar algunos aspectos de infraestructura y la definición de gobernanza de este. El desarrollo de parques científicos y tecnológicos en instituciones de educación superior en América Latina ha confrontado dificultades, como el bajo financiamiento de los gobiernos y empresas privadas en Ciencia y Tecnología, pocos estímulos para los investigadores e inventores que desarrollan esas actividades, escaso talento humano con formación en investigación, desarrollo e innovación, la excesiva burocracia estatal y vacíos legales en materia de propiedad intelectual.

Referencias

1. Bigliardi, B., Dormio, A.I., Nosella, A., Petroni, G. (2006). Assessing science Parks performances: directions from selected Italian case studies. *Technovation* 26: 489-505.
2. Cendoya, M. 2014. Evaluación de Parques Científicos y Tecnológicos en el Perú. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica de Perú.
3. Centro Nacional de Competitividad (CNC). 2022. Informe Anual de Competitividad Panamá 2022. Recuperado de: <https://cncpanama.org/cnc/index.php/informes/category/163-informes-especiales?download=2633:2do-informe-anual-de-competitividad-2022>
4. Centro Regional de Competitividad de la Región Occidental de Panamá (CECOMRO). 2018. Visión 2050: Región Occidental: Estrategia para el desarrollo sostenible. Recuperado de: <https://www.cecomro.com/wp-content/uploads/2020/03/VISION-2050-REGION-OCCIDENTAL.pdf>
5. Cremonini, T; Lacopo, L. 2020. Critical success factors in Science and Technology Parks: a bibliographic review and analysis. *Independent Journal of management & Production* 11(2): 343-358.
6. Cuchillac, V. 2017. Una vista a la innovación tecnológica en Centroamérica y América Latina. *Realidad y reflexión* 17(46): 96-117.
7. Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*. New York: Routledge.
8. Gaggiotti, M.C., Rezzónico, R., Manzo, P. 2013. **Desarrollo de un manual de procesos del Parque Científico y Tecnológico de la UNC como herramienta de gestión para la vinculación tecnológica.** Consultado en línea: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2451/10643-28038-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
9. Gestión de la Comunicación: aportes y desafíos de la vinculación tecnológica: experiencias de la Red Latinoamericana de Buenas Prácticas de Cooperación Universidad Empresa / Eduardo Matozo y col. - 1a ed. - Santa Fe: Ediciones UNL, 2012.; 144 p.
10. Guillén, V.M., Pittí, Y. 2018. Determinantes de la innovación en el sector productivo de Panamá en 6th Engineering Science and Technology Conference (2017), KnE Engineering DOI 10.18502/keg.v3i1.1407.
11. Gursel, A. 2014. Science and technology parks and university collaborations. *Periodicals of engineering and natural sciences* 2(2): 35-40.
12. IASP. Definitions: a glossary of some key terms and definitions from the industry of science and technology Parks and áreas of innovation. Recuperado de: <https://www.iasp.ws/our-industry/definitions>.
13. Latorre, P., Navarro, L. y Pastor, J. 2012. Modelos de innovación territorial, industrial y empresarial: aproximación teórica al concepto de Parque Científico y Tecnológico. Recuperado de:

<http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/395/P%20LATORRE%20MARTINEZ%20y%20OTROS.pdf>

14. Lobejko, S., Sosnowska A. 2015. Management models of a science and technology parks: foreign experiences and recomendations for Poland. Optimum. Studia Ekonomiczne NR (77): 77-92.
15. Lowe, E.A. 2001. Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries. Indigo Development RPP International, Oakland. p. 312.
16. Rodríguez-Pose, A. 2012. Los parques científicos y tecnológicos en América Latina: Un análisis de la situación actual. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C.
17. Rosenberg, N. y Nelson, R. 1994. American university and technical advance in industry. Research Policy 23: 323-348.
18. SENACYT. 2019. Foresight: Panamá al 2040: El rol del Sistema de ciencia, tecnología e Innovación.
19. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). 2016. Líneas generales para la investigación. Recuperado de: http://www.unachi.ac.pa/assets/descargas/vip/Lineas_de_Investigacion_UNACHI_Modificadas.pdf
20. Veiga, L., Magrini, A. 2009. Eco industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development. Journal of Cleaner Production 17: 653-661.

Preeminencia de la Innovación en la Educación Superior Panameña

Advantage of Innovation in Panamenian Education

Magister Arles Abdel González Atencio
1. Dirección de Investigación
Universidad Iberoamericana

Email: arles.gonzalez.d158@unibero.ac.pa
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7182-2157>

Resumen

Hoy en día, la innovación en la educación panameña juega un rol importante en las ventajas interdisciplinarias que surgen de los avances tecnológicos y enfoques pedagógicos (González-García, 2014). A medida que el mundo experimenta cambios rápidos impulsados por el progreso tecnológico, es imperativo que los sistemas educativos evolucionen de manera concurrente para preparar a los estudiantes a los desafíos y oportunidades.

Panamá, con su diverso patrimonio cultural (Bastida, 1999) y aspiraciones económicas, tiene mucho que ganar al fomentar la innovación en su sector educativo. Al integrar tecnologías de vanguardia, como plataformas de aprendizaje interactivas, aulas virtuales y experiencias

estudiantes en todo el país. Esta modernización puede cerrar la brecha digital (Urribarri, 2021) en las disparidades educativas y crear un entorno de aprendizaje más inclusivo. Además, la innovación en la educación puede cultivar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad entre los estudiantes, equipándolos con las habilidades necesarias para prosperar en una fuerza laboral globalizada y dinámica. Proyectos colaborativos, estudios interdisciplinarios y experiencias de aprendizaje prácticas pueden convertirse en componentes integrales del plan de estudios, fomentando un enfoque holístico de la educación que va más allá de la memorización tradicional. Además de beneficiar a los estudiantes, la innovación en la educación panameña promete ventajas para los maestros al proporcionar herramientas y recursos que simplifican tareas administrativas, facilitan planes de aprendizaje personalizados y permiten el desarrollo profesional continuo. Los maestros pueden convertirse en facilitadores del conocimiento, guiando a los estudiantes a través de experiencias de aprendizaje interactivas y atractivas.

Palabras Claves: Educación superior, innovación, realidad virtual, enseñanza-aprendizaje, tecnología, pedagogía.

Abstract

Today the innovation in Panamanian educational, shedding light on the multifaceted advantages that arise from technological advancements and pedagogical approaches. As the world undergoes rapid changes driven by technological progress, it is imperative for educational systems to evolve concurrently to prepare students for the challenges and opportunities.

Panama, with its diverse cultural heritage and economic aspirations, stands to gain significantly from fostering innovation in its education sector. By integrating cutting-edge technologies, such as interactive learning platforms, virtual classrooms, and immersive educational experiences, Panama can enhance the accessibility and quality of education for students across the country. This modernization can bridge gaps in educational disparities and create a more inclusive learning environment.

Furthermore, innovation in education can cultivate critical thinking, problem solving, and creativity among students, equipping them with the skills necessary to thrive in a globalized and dynamic workforce. Collaborative projects, interdisciplinary studies, and hands-on learning experiences can become integral components of the curriculum, fostering a holistic approach to education that goes beyond traditional rote memorization.

In addition to benefiting students, innovation in Panamanian education holds promise for teachers by providing tools and resources that streamline administrative tasks, facilitate personalized learning plans, and enable continuous professional development. Teachers can become facilitators of knowledge, guiding students through interactive and engaging learning experiences.

Key words: Education, innovation, virtual reality, teaching, learning, technology, pedagogy.

1. Introducción

La educación panameña ha realizado esfuerzos y cambios en su sistema educativo desde el 2015 con la transformación curricular. (Góndola Vega, 2020). Sin lugar a duda los procesos de enseñar y aprender ofrecen grandes oportunidades de mejoras a cada uno de los principales actores educativos. A partir del 2020 la urgencia sanitaria a nivel mundial provocó cambios repentinos y una necesidad compleja y urgente para adaptar los planes educativos, objetivos y situaciones reales, actuales de una sociedad consiente de la dinámica social y económica de cualquier país. (Sánchez, 2017). Sin embargo, este contexto marco un hito sin precedentes en la educación panameña, ya que nuestros estudiantes y docentes contaban con un solo modelo presencial de enseñanza. Esto trajo consigo que tantos docentes como estudiantes reaprendiesen de manera simultánea a participar en clases en línea, uso de plataformas digitales, competencias digitales, manejo de recursos tecnológico. No obstante, la pandemia obligó al sistema a experimentar e improvisar con el aprendizaje digital, sin medir, analizar, comprobar y capacitar los procesos de enseñanza-aprendizaje en línea. (Abreu, 2020).

2. Experiencia Docente

Por lo general, los docentes que tuvieron la experiencia de participar en las clases en línea, tendrán sus argumentos y opiniones sobre el proceso. Por lo tanto, para desenvolverse en la educación virtual es fundamental conocer los elementos para transmitir el aprendizaje por medio de la tecnología. (Rodríguez, 2020) Plasma en su artículo una perspectiva más amplia sobre los roles, funciones y repercusiones, tanto a nivel individual o grupal, estas se pueden agrupar en cuatro categorías: pedagógica, social, administrativa y técnica.

- ✓ **En lo pedagógico:** el tutor es un facilitador que contribuye con el conocimiento especializado, focaliza la discusión en puntos críticos, hace las preguntas y responde a las contribuciones de los participantes, le da coherencia a la discusión, sintetiza los puntos destacando los temas emergentes.
- ✓ **En lo social:** necesita habilidades para crear una atmósfera de colaboración que permita generar una comunidad de aprendizaje.
- ✓ **En el aspecto técnico:** debe garantizar que los participantes se sientan cómodos con el software y si es necesario apoyarlos.
- ✓ **En lo administrativo:** conocer el software para poder generar subconferencias, grupos de trabajos y poder mover o borrar mensajes de la conferencia.

Estos elementos, el papel del docente y el estudiante es clave para iniciar y finalizar con éxitos el aprendizaje con la calidad que se requiere, por lo que a continuación se hace la siguiente pregunta ¿Cuál es el papel del docente en la educación virtual? De acuerdo (Scavone & Marchesano, 2021) y otros (2000) (citado en Martínez & Ávila, 2014), *el rol central del docente es el de actuar como mediador o intermediario entre los contenidos y la actividad constructivista que despliegan los alumnos para asimilarlos.*

3. Nuestra Realidad

Panamá es el sexto país más desigual del mundo (Banco Mundial 2016). De acuerdo informes gubernamentales mencionan que en las zonas rurales y en las comarcas indígenas, la pobreza abarca aproximadamente al 90% de su población (PNUD 2019). Como menciona (Urribarri, 2021), en su investigación documental el objetivo de “*explora, describe y analiza la cobertura que hicieron los medios de comunicación social de Panamá acerca de la brecha digital durante los seis primeros meses de la pandemia generada por la COVID-19*”. No obstante, a medida que se realiza la investigación se van recopilando realidades y situaciones que merecen relevancia extraer para su debido análisis y comprensión de los distintos hallazgos en conclusión me centrare en uno de ellos y citare de manera textual como esta en el documento de (Urribarri, 2021).

“**El educativo:** es necesario tener un panorama claro acerca de las condiciones de digitalización en las que se desarrollan las prácticas educativas en los diferentes sectores sociales para poder pensar en soluciones adecuadas y aplicarlas con éxito. En este particular, cabe destacar la propuesta hecha por la COPEME acerca de la realización de un Censo Escolar de Acceso y Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, que abarque todo el territorio nacional y que permita conocer cuál es el acceso efectivo de los centros educativos oficiales y particulares del sistema educativo panameño (estudiantes, padres de familia y docentes), así como identificar las brechas digitales existentes, tanto de acceso como de uso y capacitación”.

El cambio que produce la introducción de tecnologías, toca elementos como las normativas que lo regulan, organizacionales e institucionales que garanticen una óptima implementación, pedagógicas, jornadas de capacitación de los docentes y diseños instruccionales y, por supuesto, recursos de infraestructura en conectividad a Internet, equipamiento y plataformas. Estudios recientes (Galperin & Arcidiacono, 2021) han demostrado que las actividades sincrónicas, para lo cual se requiere una conectividad de calidad, se correlacionan con la motivación y, por ende, con el resultado del aprendizaje.



Fuente: <https://uphacialaluz.com/2022/01/17/diagnostico-de-la-educacion-superior-en-panama-retos-y-oportunidades/>

4. Tendencia o a la Moda

El origen de la Realidad Virtual se remonta a la década de 1960, cuando Ivan Sutherland desarrolló el primer sistema de RV conocido como el “Visor de Cabeza” en la Universidad de Harvard. Este sistema primitivo sentó las bases para el desarrollo posterior de la tecnología, que pasó por varias etapas de avance técnico y conceptual (Sutherland, 1968).



Ilustración: <https://images.app.goo.gl/rPu4iuUoiDJEL7iF8>

Según el autor (Sherman & Craig, 2003) podemos definirla como:

(...) un medio interactivo compuesto por simulaciones de computadora, que detecta la posición y las acciones del participante y reemplaza o aumenta la respuesta a uno o más sentidos, dando la sensación de estar mentalmente inmerso o en la simulación un mundo virtual (...).

Dada esta definición abordamos nuestra idea central de cómo durante los últimos años existe una emergente necesidad de profesionales con competencias digitales que puedan “surf la red” y poder encontrar el contenido, técnica y recurso apropiado para transmitir el conocimiento o contexto en las distintas asignaturas. Sin lugar a duda la utilización de las herramientas tecnológicas, aplicaciones y software para aprender y enseñar son cada vez más comunes. Así pues como plantean (Okoye et al., 2020), “toda institución educativa tiene interés en garantizar que los alumnos aprendan de manera eficaz” (p. 139). Se espera que la comunidad educativa “incluya estrategias y experiencias de aprendizaje más proactivas y creativas”. (Okoye, et al., 2020, p. 138), y forme parte del cambio que en muchos casos es complejo de parte del recurso humano que debe desaprender y aprender nuevos conceptos. En definitiva, un estudio que nos brinda información que debemos consultar es (Altomari, 2017), el cual nos presenta el estado del arte de una investigación de largo alcance cuyo propósito consiste en evaluar una serie de proyectos de realidad aumentada y realidad virtual en términos educativos.

5. Conclusión

De esta manera podemos concluir, que la necesidad de implementar estas nuevas tecnologías o avances al sistema educativo panameño en cuestión de innovación educativa pretendemos desdibujar una nueva realidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje en todos los niveles académicos. Por consiguiente, se requiere docentes e investigadores aborden y profundicen es estos temas con la brevedad posible y así hacerle ver al estado panameño que debemos invertir e incentivar el área de innovación educativa y por su parte ir cerrando la “brecha digital”.

Referencia Bibliográfica

Abreu, J. L. (2020). Tiempos de Coronavirus: La educación en línea como respuesta a la crisis. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 15(1).

Altomari, A. G. P. (2017). Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional. *Economía creativa*, 7, 34-65.

Bastida, M. (1999). La educación intercultural: El caso Panamá. *Sinéctica*, 15.

Galperin, H., & Arcidiacono, M. (2021). Employment and the gender digital divide in Latin America: A decomposition analysis. *Telecommunications Policy*, 45(7), 102166.

- Góndola Vega, J. M. (2020). *Paradigmas, normas legales y teoría curricular de la transformación curricular de la educación media en Panamá (2010–2015)* [PhD Thesis]. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.
- González-García, V. (2014). Innovar en docencia universitaria: Algunos enfoques pedagógicos. *InterSedes*, 15(31), 51-68.
- Okoye, K., Njanji, J. T., & Hosseini, S. (2020). Learning analytics for educational innovation: A systematic mapping study of early indicators and success factors. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, 12, 138-154.
- Rodríguez, M. R. (2020). Rol del docente y estudiante en la educación virtual. *Revista Multi-Ensayos*, 6(12), 28-37.
- Sánchez, E. A. R. (2017). Transformación Curricular en la República de Panamá. *ACTAS DEL II CONGRESO INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA IDI-UNICYT 2017* , 47.
- Scavone, G., & Marchesano, M. (2021). El rol del docente en la enseñanza virtual. *Convergencia entre educación y tecnología: hacia un nuevo paradigma: XXIV Congreso Internacional EDUTECH*, 416-420.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). Understanding virtual reality. *San Francisco, CA: Morgan Kauffman*.
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, 757-764.
- Urribarri, R. (2021). *Panama in a Pandemic: The Digital Divide Became News*.

Galperín, Hernán. 2021. «Digital inclusion and educational equity: Lessons from the COVID-19 Pandemic. » Presentado en Latinx Digital Media. Virtual Seminar Series, enero 14. https://youtu.be/5g_VoINRMY.

Smart Working armoniza la vida personal y laboral

Smart Working harmonizes personal and work life

Magister Karina Chichaco Barreiro
Universidad Iberoamericana de Panamá

Email: karina.chichaco.d94@univero.ac.pa
ORCID:ID 0009-0006-3512-6545

Resumen A nivel empresarial, Smart Working nos transporta a los nuevos desafíos de transformaciones, varía estructura, procesos todo esto para lograr un sistema de trabajo más rápido y manejable. Capaz de dar respuesta a los nuevos tiempos, aprovechando las oportunidades que abre la tecnología y potenciando la creatividad y el bienestar del equipo de trabajo. Se trata de una manera nueva de enfocar cada tarea que abandona rigideces y patrones predeterminados para poner el foco en lo relevante: las ideas, los proyectos y las personas. En el siguiente artículo abordaremos temas importantes sobre Smart Working y su impacto dentro de las organizaciones y por ende en su recurso humano.

Palabras claves: Compromiso, Comunicación, Confianza, Desafíos, Ideas, Objetivos, Personas, Proyectos, transformación.

Abstract At the business level, Smart Working transports us to the new challenges of transformations, various structures, and processes, all of this to achieve a faster and more manageable work system. Able to respond to changing times, taking advantage of the opportunities that technology opens up and enhancing the creativity and well-being of the work team. It is a new way of approaching each task that abandons rigidities and predetermined patterns to focus on what is relevant: ideas, projects and people. In the following article we will address important issues about Smart Working and its impact within organizations and therefore on their human resources.

Keywords: Commitment, Communication, Trust, Challenges, Ideas, Goals, People, Projects, Transformation.

1. Introducción

Está demostrado, que la relación laboral que se formaliza cuando se vincula a un nuevo colaborador dentro de una compañía, propicia una apuesta bidireccional; en dónde no sólo la empresa elige al candidato que se ajusta mejor al perfil requerido, sino que además, ese trabajador que cuente con una buena formación, habilidades, experiencia y actitudes, representa un talento humano deseable para más de una empresa, y al elegir o aceptar un trabajo, ese colaborador apuesta también a la relación que da inicio. Al pasar el tiempo, esta relación enfrentará situaciones que pondrán a prueba su fortaleza, misma que se gesta en el día a día y gira en torno a los beneficios compartidos que se logran para ambas partes.

El ámbito laboral como todo, ha evolucionado y de la mano de la tecnología, los cambios en la manera en que se desarrollan las tareas laborales han sido modificadas.

Es así como hoy día, para muchas empresas no es necesario la presencia de sus trabajadores, ni el compromiso de un horario el Smart Working llega como una respuesta a

esa vinculación y responsabilidad que es necesaria, para que aun en la distancia, las metas personales y organizacionales a cargo del trabajador, sean efectivas y aporten a los objetivos establecidos; ofreciendo independencia y satisfacción a uno y resultados, ahorro y rentabilidad al otro.

Cuando hablamos de Smart Working no solamente nos referimos a un cambio significativo en la productividad, sino que va dirigido a fidelizar el talento humano de cada colaborador. Disponer de retroalimentación sobre nuestro propio trabajo refuerza la confianza en uno mismo y da opción a mejorar aquellas acciones que no se han valorado positivamente rumbo a la mejora. A través de esto puedes tener una comunicación inmediata entre los colaboradores y los altos directivos, contribuyendo al reconocimiento de los logros y perfeccionamiento, como herramienta de refuerzo positivo y de desarrollo.

2. Smart Working

La realidad del mundo laboral pide un esfuerzo de adaptación tanto a las empresas como al talento humano que lo conforma. En éste sentido, su filosofía, propone una reconfiguración de los equipos de trabajo, es la respuesta a las necesidades de colaboradores y organizaciones.

Es una fórmula de gestión empresarial que se basa en tres pilares básicos: movilidad y flexibilidad horaria, trabajo por equipos y el uso de nuevas tecnologías. Este modelo propone una gestión más eficiente de las personas y busca no sólo aumentar la productividad, sino también la satisfacción del talento y a través de conciliación. A diferencia del teletrabajo, el Smart working se apoya en las nuevas tecnologías no sólo para permitir al profesional decidir el lugar de trabajo, sino también el horario y las herramientas. Este sistema intenta adaptar el empleo al profesional permitiéndole un alto grado de autonomía. (Randstad, 2017).

Se apoya en las nuevas tecnologías no sólo para permitir al profesional decidir el lugar de trabajo, sino también el horario y las herramientas que utilizara. Este sistema intenta adaptar el empleo al profesional permitiéndole un alto grado de autonomía en la ocupación laboral.

La figura 1, muestra las ocho claves de Smart working las mismas son necesarias para optimizar el trabajo y es fundamental que tanto la organización como los trabajadores conozcan su principal particularidad a la hora de ejecutarlas.

Figura 1. Claves del Smart Working



Fuente: (Staryfurman, 2021)

3. Teletrabajo

El origen del “telework” traducido como “teletrabajo” surge en Estados Unidos en los años 70’, con el físico Jack Nilles quien comenzó a pensar formas de optimizar los recursos no renovables debido a la crisis petrolera y el consecuente desabastecimiento. Es así que, siendo una de las principales preocupaciones el transporte y cómo llegar al trabajo, surge la idea de que “el trabajo fuera hacia el trabajador” y no al revés, apareciendo el teletrabajo como la solución al problema de la escasez de combustible, siendo beneficioso además para facilitar la descongestión vehicular y los niveles de contaminación ambiental. (Abogados, 2015).

El teletrabajo es una forma manejable de organización del trabajo se fundamenta en el desempeño de la actividad profesional sin la presencia física del colaborador dentro de la empresa durante una parte considerable de su horario laboral. Engloba una amplia escala de actividades y puede realizarse a tiempo completo o parcial. Directamente esta actividad profesional, implica el uso frecuente de métodos tecnológico de información, y el manejo permanente de algún medio de telecomunicación para el contacto entre el teletrabajador y la empresa.

El teletrabajo se define como el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones como teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras portátiles y de escritorio para trabajar fuera de las instalaciones del empleador. (OIT, 2020) .

El informe de la OIT clasifica a los empleados en relación con su lugar de trabajo (hogar, oficina u otra ubicación) y la intensidad y frecuencia de su trabajo usando TIC fuera de las instalaciones del empleador. Se identificaron los siguientes grupos: teletrabajadores regulares desde casa, trabajadores ocasionales, con una movilidad y frecuencia de trabajo fuera de las

instalaciones de la empresa de nivel medio o bajo; y de elevada movilidad, con alta frecuencia de trabajo desde distintas ubicaciones, incluso desde casa. (OIT-Eurofound, 2019)

4. Ventajas e Implementación

Smart Working es una "disrupción" que beneficia la productividad empresarial y se basa en la confianza del cumplimiento de objetivos dentro de los plazos establecidos.

El fundamento central de esta estrategia empresarial es que los trabajadores podrán verse más motivados y se mantendrán productivos al tener elección de cómo y cuándo trabajan, en lugar de verse obligados a ir a una oficina y supeditarse a un horario. Se trata de optimizar personas, espacio y tecnología.

Veamos las ventajas que ofrece esta modalidad de trabajo:

- ✚ Aumenta la libertad y autonomía del trabajador. Tiene una mayor capacidad para organizar su tiempo.
- ✚ Te ahorra dinero en espacios de trabajo, transporte, suministros y mucho tiempo en viajes.
- ✚ Mejora la conciliación de la vida laboral con la vida personal y familiar, que a menudo es muy valorada.
- ✚ Si el trabajo está bien estructurado (generalmente basado en objetivos), se puede aumentar la productividad.
- ✚ Se nota una mejora en la calidad de vida del trabajador y al mismo tiempo el trabajador valora el trabajo y la empresa. Esto puede atraer talento al negocio.
- ✚ Permite la integración de personas con movilidad reducida.

Algunas desventajas podrían ser:

- ✚ El trabajador podría ver su vida personal invadida por el trabajo.
- ✚ Puede conducir al aislamiento del trabajador debido a que no tiene contacto con sus compañeros. Esto también puede causar sentimientos de no estar identificado con la empresa.
- ✚ Si el trabajo a distancia no está bien planificado o ejecutado, la productividad puede disminuir. Puede haber menos control sobre la cantidad o calidad del trabajo.
- ✚ Parte de los ahorros generados para la empresa pueden significar gastos para el trabajador (en el espacio de trabajo, costo de suministros, etc.). (Guzmán, 2020)

5. Casos en Organizaciones

A nivel mundial, muchas son las empresas que han implementado el Smart Working como modalidad laboral, desde hace ya varios años y, con el tiempo han ido salvando los inconvenientes, de manera que se pueda ajustar a las necesidades de las empresas, sin dejar de lado el aporte motivacional para los trabajadores.

Para Vodafone, una compañía de telefonía en países de Europa, por ejemplo, la aplicación de este modelo es un intento de mejorar la calidad laboral y la posibilidad de conciliación de sus empleados. Esta modalidad es ofrecida para que se afilien a ella de manera voluntaria, todos los empleados que así lo quieran, aceptando claro está, las normativas que regulan esta práctica de acuerdo a las políticas de la empresa y un dato interesante es que hay una cláusula que implica revertir el modelo, si los resultados no se ajustan a los esperados.

El gigante mundial Microsoft, en un afán por motivar el espíritu generador de ideas en sus colaboradores, para el desarrollo de innovación distintivo en todos sus productos, pone a disposición de sus empleados, la oportunidad de trabajar desde casa o cualquier sitio que despierte los sentidos y sea propicio para la creatividad y productividad, ofreciéndoles incluso, toda la tecnología al alcance que los apoye y motive.

Algunas empresas que han apostado por el Smart Working y dan fe de sus beneficios, haciendo de ellas, corporaciones de gran prestigio y estabilidad son:

- Vodafone
- Microsoft
- Mondelez
- Nestlé
- AstraZeneca

6. Aplicación en el Departamento de Recursos Humanos

El departamento de recursos humanos es la unidad administrativa que gestiona el talento humano y sus procesos dentro de la organización, además gestiona la vinculación de nuevos colaboradores.

Dicho esto, podemos resaltar que el Smart Working es una herramienta de gran valía para algunos de los procedimientos dentro de este departamento; por mencionar algunos, se destacan:

- Convocatoria de aspirantes para vacantes
- Entrevistas laborales de aspirantes a ingresar en la organización
- Aplicación de pruebas de aptitudes para nuevos integrantes
- Informe y reporte de acciones de personal
- Aplicación de evaluaciones y autoevaluaciones

7. Conclusiones

- No hay duda que Smart Working mejora la eficiencia y eficacia de las actividades dentro de las organizaciones, buscando alcanzar las aspiraciones de los colaboradores por encontrar equilibrio entre la vida profesional y personal.
- Smart Working está basado en la confianza y en la claridad que el colaborador tenga respecto a sus objetivos, por lo que requiere de una gran disciplina, un alto control de las distracciones, una gran coordinación entre altos directivos y el empleado y un esfuerzo por parte de ambos para que sea posible desarrollar el trabajo a distancia.
- La implementación la modalidad como tal implica apreciar panoramas distintos o diversas modalidades respecto a las tendencias de aplicación a nivel mundial.
- Es una opción que debe ser consensuada entre el empleador y sus empleados.
- Las normativas que se asocian a la implementación del Smart Working, deben estar claramente establecidas y debe ser de carácter reversible.

Bibliografía

Abogados, B. (2015). *Origen del Teletrabajo*. Obtenido de

<https://www.beckerabogados.cl/blog/origen-del-teletrabajo/>

Guzman, A. (23 de Diciembre de 2020). *quiminet.com*. Obtenido de

<https://www.quiminet.com/empresas/conoce-las-ventajas-y-desventajas-del-smart-working-4440855.htm>

OIT. (2020). *El teletrabajo durante la pandemia de covid-19 y después de ella*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---travail/documents/publication/wcms_758007.pdf

OIT-Eurofound. (2019). *Informe de Investigación - Trabajar en cualquier momento y en cualquier lugar: consecuencias en el ámbito laboral*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---travail/documents/publication/wcms_712531.pdf

Randstad. (7 de Agosto de 2017). *Conoce el Smart Working, la evolución del teletrabajo*. Obtenido de <https://www.randstad.es/tendencias360/conoce-el-smart-working-la-evolucion-del-teletrabajo/>

Staryfurman, L. (2021). *The Power MBA - Transformación Digital*. Obtenido de <https://www.thepowermba.com/es/transformacion-digital/smart-working/>

Análisis en la Nube y su aplicación para evitar delitos informáticos en las empresas

Magister Susana Martínez
Universidad Iberoamericana

Email: susana.martinez.d18@uniberro.ac.pa

Resumen

En toda empresa la información es el activo más importante. De allí la urgencia de asegurar la protección de los datos y la privacidad de la información durante sus operaciones, lo que resulta crucial a la hora de utilizar servicios de cómputo en la nube. El uso de esta herramienta tecnológica debe ir a la mano de la implementación de medidas de seguridad para contrarrestar el alto crecimiento delictivo haciendo necesario una mayor profesionalización para el análisis forense digital. Aunque esta tendencia de cómputo en la nube ofrece beneficios como: flexibilidad, accesibilidad, gestión de grandes volúmenes, muchas veces no contemplan cuestiones críticas como la seguridad de la información y la privacidad de los datos almacenados en la nube, lo que es pertinente profundizar en el conocimiento de esta nueva tendencia y su principal impacto en una investigación forense digital. En este artículo se presenta una evaluación del proceso de protección de los datos en la nube, además se presentan las características generales de la computación en la nube, sus ventajas y los riesgos asociados a su uso.

Palabras claves Análisis forense digital, cloud computing, investigación forense digital.

Abstract

In every company, information is the most important asset. Hence the urgency of ensuring dataprotection and information privacy during its operations, which is crucial when using Cloud Computing services. The use of this technological tool must go hand in hand with the implementation of security measures to counteract the high criminal growth making necessary a greater professionalization for the digital forensic analysis. Although this trend of computing in the cloud offers benefits such as: flexibility, accessibility, management of large volumes, often do not contemplate critical issues such as information security and privacy of data stored in the cloud, which is relevant to deepen in the knowledge of this new trend and its main impact in a digital forensic investigation. This article presents an evaluation of the process of protection of data in the cloud, also presents the typical characteristics of cloud computing, its advantages and disadvantages and the risks associated with its use.

Keywords Digital forensic analysis, cloud computing, digital forensics

1. Introducción

Con el surgimiento de la tecnología, los delitos informáticos fueron apareciendo y en los últimos años se ha visto un aumento el cual está orientado a infectar computadoras con el objetivo de ocasionar pérdidas financieras directas en grandes empresas. “Este aumento es evidencia de una gran fragilidad y falta de prevención frente a los delitos informáticos por parte de los usuarios, especialmente, en el ámbito corporativo” (Summits, 2018). Esta problemática se agrava por la falta de políticas de seguridad y la falta de concientización de los empleados, lo que facilita que los ciberdelincuentes encuentren nuevas formas de introducirse a través del ejercicio delictivo en las redes. En este sentido, es importante que cualquier empresa por más pequeña que sea, tome las medidas mínimas de seguridad. Hoy día es casi imposible para una empresa no estar sistematizado y por ende dejar de preocuparse por la seguridad de sus activos de información, los cuales se ven enfrentados a amenazas generadas por la interconexión de su red interna con redes externas gracias al enlace proporcionado por los proveedores.

Los tiempos modernos obligan a los empresarios a modernizarse con el fin de proteger sus negocios de los ataques cibernautas, situación que ha llevado a la utilización de aplicaciones para mejorar la forma tradicional de trabajar los datos que de una u otra forma se encuentran distribuidos en un sistema denominado nube, que no es más que la acumulación de datos que confiamos a un servidor. La utilización de la nube ofrece al usuario y empresas la capacidad de usar recursos de computación con un buen mantenimiento y fácil acceso; como servidores, almacenamiento de datos y solución de aplicaciones, proporcionando mayor flexibilidad en relación con sus datos e información a la cual se puede acceder en cualquier lugar y hora en el mundo, solamente se necesita acceso a internet. La computación en la nube tiene la capacidad de poner todo en el mismo nivel, sin importar la cantidad de usuarios en la plataforma, esta computación en la nube democratiza la aplicación de software corporativo, dando flexibilidad al cliente para aumentar o reducir lo que se desea compartir de modo automático, el usuario solo necesita iniciar sesión y comenzar sus tareas.

2. Características generales de la Computación en la Nube

Antes de conocer las características de la computación en la nube, es importante manejar un concepto y este se refiere a la **“tecnología que permite y facilita el almacenamiento de todos nuestros archivos e información en internet”** (Next_U, s.f.). Su característica general se simplifica en que con el uso de la computación en la Nube no es necesario disponer de un equipo potente ni capacidad suficiente para alojar la información, sólo basta contar con un aparato con conexión a internet; ya que el dispositivo del usuario no realizará ningún proceso complejo y los

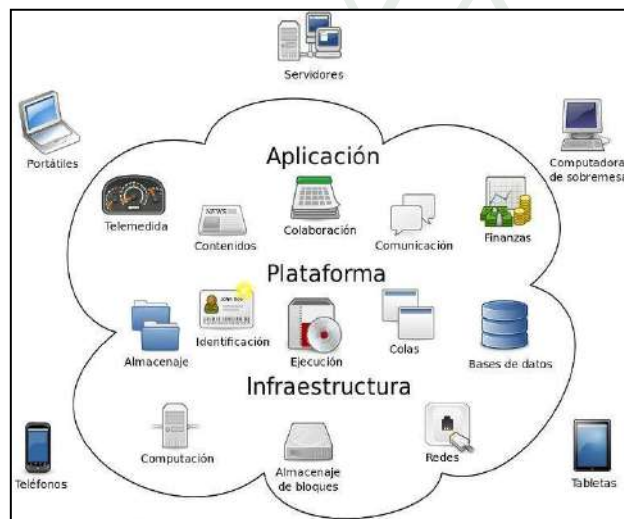


Figura 1. Características de la nube

ficheros pueden guardarse en la nube. En la Figura 1 se presenta un diagrama de las características generales de la nube.

3. Tipos de nube

Se pueden distinguir tres tipos de modelos de servicios, que constituyen en realidad modelos de servicios diferenciados: (1) Infraestructura como un Servicio, (2) Plataforma como un Servicio, (3) Software como un Servicio. Estos modelos de negocio se pueden desplegar en infraestructuras de distintos tipos:

a. **Nube Pública:** Consiste en la utilización de servicios de cloud publicados y usados en internet, este tipo de nube presenta problemas de seguridad, usuarios no autorizados pueden tratar de ingresar a la información compartida en la nube.

b. **Nube Privada:** Es la dedicada a una empresa, usando su propia infraestructura, es de uso exclusivo para la organización y evita problemas de seguridad.

c. **Nube Comunitaria:** La infraestructura es compartida por varias organizaciones y es compatible con una comunidad específica que tienen intereses en común y que comparten recursos.

d. **Nube Híbrida:** Es la composición de dos o más clouds (privada, comunitaria o público) que permanecen como entidades únicas, pero son enlazadas a la vez por tecnologías estandarizadas o propietarias que permiten la portabilidad de datos y aplicación, su principal ventaja es la de permitir aumentar la capacidad del cloud privado con los recursos del cloud público para poder mantener niveles de servicios adecuados, frente a rápidas fluctuaciones de carga de trabajo (Urbina Alarcón, Pérez Gutierrez, & Vera Rivera, 2016, pág. 238).

4. Ventajas y desventajas

Pese a todas las ventajas que ofrece el uso de esta nueva tecnología, también se asocia a ciertos riesgos que se debe tener en cuenta.

a. **Ventajas:** Figura 2 muestra una lista de ventajas que tiene el uso de la computación en la nube.

- No es necesario la instalación de ningún tipo de hardware.
- Acceso desde cualquier ubicación geográfica a los datos y aplicaciones
- Libre mantenimiento por parte del usuario
- Actualizaciones a últimas versiones
- Aplicaciones compartidas más económicas
- Reducción de la inversión en equipamiento informático del usuario
- Sistema de almacenamiento escalable



Figura 2. Ventajas de la computación en la nube.

computación en la nube pone en peligro las libertades de los usuarios, porque estos dejan su privacidad y datos personales en manos de terceros”.

- Falta de Seguridad
- Privacidad
- Acceso remoto
- Cobertura legal
- Conflictos de propiedad intelectual

5. Riesgos asociados al uso de la Computación en la Nube

El riesgo es la exposición a una situación donde hay una posibilidad de sufrir un daño o de estar en peligro. Es una vulnerabilidad o amenaza a que ocurra un evento y sus efectos sean negativos y que alguien o algo puedan verse afectados por él. Para el contexto informático, nos lleva a pensar en las amenazas que puede atentar contra la seguridad de la información de una empresa.

Dentro de los riesgos se puede mencionar la fuga de información, el cual se convierte en un problema común debido a la variedad de los datos que son almacenados por los proveedores de la nube, lo que impacta de manera significativa, debido a que se deja en manos del proveedor, información importante. Esto puede resultar tentador para los piratas cibernéticos y los autores de programas maliciosos porque se aprovecha para la búsqueda de datos que puedan robar, vender o manipular. Dado que la información del cliente debe recorrer diferentes nodos para llegar a su destino, cada uno de ellos resulta un foco de inseguridad. Si el consumidor decide almacenar toda la información en la nube, queda sujeto a la cobertura de red; o si bien decide tener solo algunas aplicaciones que usa en la nube, al carecer de conexión, su productividad se ve amenazada.

6. Casos de estudio o herramientas que apoyen la seguridad en la nube

A finales de 2016 dos actores mal intencionados robaron datos personales de cientos de miles de conductores de Uber y de millones de usuario de Uber y la compañía presuntamente ocultó la violación durante un año, e incluso pagaron a los atacantes para que callaran. Durante este proceso se descargaron archivos que contenían nombres e información sobre las licencias de 600.000 conductores de Uber de Estados Unidos e información personal tales como: nombres, direcciones de correo electrónico y números de teléfono para 57 millones de clientes de Uber de todo el mundo. Según Bloomberg, que fue el primero en denunciar el incumplimiento de Uber, el incidente fue cubierto por dos miembros del equipo de seguridad de la información de la compañía.

Los atacantes accedieron a un repositorio privado de GitHub utilizado por Uber en octubre de 2016 y usaron credenciales robadas de GitHub para acceder a un archivo de información almacenado en una cuenta de AWS. Se utilizó una plataforma en línea donde las credenciales estaban disponibles en GitHub. Estos datos casi nunca se monitorean o aseguran, y como podemos ver aquí, a menudo se almacenan en varios lugares y a menudo son fácilmente accesibles.

En el momento de incidente, se tomaron medidas inmediatas para proteger los datos y cerrar el acceso no autorizado de las personas. Posteriormente, se identificaron a las personas

y se obtuvieron garantías de que los datos descargados habían sido destruidos. También se implementaron medidas de seguridad para restringir el acceso y fortalecer los controles en las cuentas de almacenamiento basadas en la nube.

a. Herramientas como apoyo a la seguridad en la nube

Las empresas deben apoyarse en herramientas, equipos y programas informáticos apropiados con el fin de proteger toda la información debido a que ha quedado demostrado la falta de evidencia digital en la recopilación de los datos en una escena de delitos informáticos cuando esto es analizado. Para ello se debe utilizar herramientas preventivas para reforzar la seguridad de la información en la nube.

- **Contrafuegos o firewall:** es una parte de un sistema o una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Se trata de un dispositivo o conjunto de ellos configurados para permitir, limitar, cifrar o descifrar el tráfico entre los diferentes ámbitos sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios. Pueden ser implementados en hardware o software, o en una combinación de ambos. Se utilizan con frecuencia para evitar que los usuarios de Internet no autorizados tengan acceso a redes privadas conectadas a intranet especialmente intranet.

- **Honeypots:** sistema trampa que funciona creando un equipo que simula ser vulnerable con información confidencial para que los intrusos caigan sobre este y tiene como función: (1) desviar la atención del atacante de la red real del sistema, (2) captura nuevos virus o gusanos para su estudio posterior, (3) formales perfiles de atacantes y sus métodos de ataques preferidos, (4) conocer nuevas vulnerabilidades. Entre sus características y ventajas están: (1) generar un volumen pequeño de datos, (2) necesita recursos mínimos, (3) universalidad.

- **Antivirus:** son una herramienta simple cuyo objetivo es detectar y eliminar la mayor cantidad de amenazas informáticas que puedan afectar un ordenador y bloquearlas antes de que la misma pueda infectar un equipo, o poder eliminarla tras la infección.

7. Conclusiones

Este artículo permite extraer conclusiones que son de gran relevancia para las empresas involucradas con el uso de la tecnología.

Hemos llegado a la conclusión de que se debe analizar en el mercado aquellas empresas que ofrezcan servicios de Cloud Computing-Informática en la Nube y evaluar las características y beneficios que ofrecen como lo son, la garantía, seguridad, riesgos y de esta manera proteger la privacidad de los datos de una empresa.

Otro aspecto que resaltar es la debilidad que existe en el proceso de análisis forense informático de los casos denunciados ya que se carece de la preparación y capacitación de los peritos. Resulta difícil que es descubrir al autor de delitos cibernéticos. Debido a esto, las empresas deben adoptar mecanismo de protección de su información con las herramientas como apoyo para evitar que personas externas tomen el control de la información confidencial de empresa.

Se hace evidente que al no contar con los instrumentos requeridos cada día va en aumento a nivel mundial este delito informático, por ello se debe promover un área especializada, equipos que vayan a la mano con la tecnología que permita la rápida y eficaz intervención al infractor.

Referencias

Ávila Mejía, Ó. (2011). Computación en la Nube. *ContactoS*, 50.

General R. (2014). Retrieved from <https://conceptodefinicion.de/riesgo/>

Heller, M. (2017). *Brecha de Uber afectó a 57 millones de usuarios y se ocultó por un año*. <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/noticias/450430635/Brecha-de-Uber-afecto-a-57-millones-de-usuarios-y-se-oculto-por-un-ano>

Herrera Ursia, L. M. (2017). Eficacia de la Ley de Delitos Informáticos en el Distrito Judicial de Huánuco. *Tesis*. Huánuco, Perú.

Next U. (n.d.). Retrieved from Características de la computación en la Nube: <https://www.nextu.com/blog/6-caracteristicas-de-la-computacion-en-la-nube/>

Podesta, A., Castellote, M., Constanzo, B., Waimann, J., & Iturriaga, J. I. (2014). *Dificultades de Investigaciones Penales en Cloud Computing*. (redi.ufasta.edu.ar, Ed.) Retrieved from [info-lab.org.ar/images/pdf/5.pdf: https://scholar.google.com/scholar?cluster=13880772596011222040&hl=es&as_sdt=0,5](https://scholar.google.com/scholar?cluster=13880772596011222040&hl=es&as_sdt=0,5)

Que es firewall, definición y noticias. (2016). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=tfMzNO5p43o>

Solano Soto, J. (2011). Computación en la Nube. *Investiga Tec*, 4. Stallman, R. (2011). Free Software Foundation. *Computación en la Nube*.

Summits, G. (2018). *SG Ciber Crimen y Computo Forense*. <https://sg.com.mx/revista/46/ciber crimen-y-computo-forense>

Urbina Alarcón, V. E., Pérez Gutierrez, B. R., & Vera Rivera, F. H. (2016). Modelo de Nube Híbrida (HYBRID CLOUD) de infraestructura como Servicio para mejorar el rendimiento de la plataforma SandBox-UFPS. *RESEARCH GATE*, 238. Retrieved from <file:///C:/Users/Kira%20Rodriguez%20Samms/Downloads/CIACA.pdf>.

Bioaccesibilidad y exposición humana a metales en suelos urbanos (Huelva, SO de España): evaluación por extracción gástrica in vitro.

Bioaccessibility and human exposure to metal in urban soils (Huelva, SW Spain): evaluation by in vitro gastric extraction

Doctor Marco Tulio Guillen. Joaquín Delgado. Alba Gómez-Arias. José Miguel Nieto Liñan. Julio Castillo Department of Geology, University of Huelva, Campus 'El Carmen', 21071 Huelva, Spain.
e-mail: marcoguillen11@hotmail.com

A. Gómez-Arias
e-mail: gomezarias@ufs.ac.za

J. M. Nieto-Liñan
e-mail: jmnieto@uhu.es

J. Delgado (&). Department of Physic, Chemist and Natural Systems. Faculty of Experimental Sciences, Pablo de Olavide. University, Ctra. Utrera, km 1 - 41013 Seville, Spain.
e-mail: jmdelrod1@upo.es

A. Gómez-Arias - J. Castillo
Institute for Groundwater Studies, Faculty of Natural and Agricultural Science, University of the Free State, 205 Nelson Mandela Dr, Park West, Bloemfontein 9301, South Africa
e-mail: castillohernandezj@ufs.ac.za

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el riesgo para la salud humana de los metales pesados en los suelos urbano-periurbanos del municipio de Huelva. Los suelos presentan altas concentraciones de elementos potencialmente tóxicos mucho más allá de la concentración regional del suelo de cribado. Se llevó a cabo una evaluación del riesgo sanitario de la exposición (ingestión oral, inhalación oral y contacto dérmico) de acuerdo con la normativa específica del lugar. Para reducir la incertidumbre derivada de las características del suelo, se incluyeron en la evaluación los datos de bioaccesibilidad y biodisponibilidad predichos. De este modo, para evaluar la bioaccesibilidad oral, se aplicó una simulación de la condición gástrica (pH y T) disolviendo las muestras en una solución de HCl y glicina 0.4M. Los suelos ubicados en zonas industriales presentan una mayor bioaccesibilidad que los asociados con usos urbanos o de otro tipo. El riesgo carcinogénico total de bioaccesibilidad relativa ajustada para el As excedió el nivel reglamentario en todas las muestras (excepto las muestras 7 y 184) lo que indica que los niños son más vulnerables, mientras que no se esperan efectos perjudiciales para la salud de Pb (excepto en la muestra 76, una zona recreativa de la "vía verde"). El índice de peligro ajustado para los efectos no cancerígenos también superó los valores umbrales en prácticamente todos los escenarios posibles para un adulto residente que trabaja en Huelva, así como para un niño que vive y juega en las zonas urbanas/recreativas. Las principales contribuciones a los contaminantes estaban relacionadas con As y Pb. Por esta razón, los suelos reportados que excedan los niveles reglamentarios deben clasificarse como contaminados y, por lo tanto, este estudio debe ser útil para iniciar las intervenciones necesarias de gestión del suelo para evitar el riesgo para la salud humana.

Palabras claves: Cribado del suelo. Ingestión incidental. Bioaccesibilidad relativa. Riesgo a la salud humana. Metal cancerígeno.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00814-4>

Abstract

The main purpose of this study was to assess the human health risk of heavy metals in the urban-peri-urban soils from Huelva Township. The soils present high concentrations of potentially toxic elements well beyond the regional screening soil concentration. A site-specific health risk assessment of exposure (oral ingestion, oral inhalation and dermal contact) was conducted according to the regulatory normative. To reduce the uncertainty derived from soil characteristics, bioaccessibility and predicted bioavailability data were included in the assessment. Thereby, in order to evaluate the oral bioaccessibility, a simulation of the gastric condition (pH and T) was applied dissolving the samples in a solution of HCl and 0.4 M glycine. Soils located in industrial areas present higher bioaccessibility than those associated with urban or other uses. The adjusted-relative bioaccessibility total carcinogenic risk for As exceeded the regulatory level in all samples (except samples 7 and 184) indicating that children are more vulnerable, while no detrimental health effects are expected for Pb (except in sample 76, a “greenway” recreational area). The adjusted hazard index for non-carcinogenic effects also overpassed the threshold values in practically all possible scenarios for an adult resident working in Huelva, as well as for a child living and playing in the urban/recreational areas. The main pollutant contributions were related to As and Pb. For this reason, the reported soils exceeding the regulatory levels should be classified as polluted and, therefore, this study should be helpful to initiate necessary soil management interventions to avoid human health risk.

Keywords: Soil screening Soil incidental ingestion Relative bioaccessibility Human health risk Carcinogenic metal.

1. Introducción

La generación de sustancias potencialmente peligrosas representa actualmente un problema de dimensiones globales, cuyo origen reside principalmente en la producción y distribución industrial. Como resultado, el medio ambiente donde se llevan a cabo estas actividades se ha visto afectado por elementos potencialmente tóxicos (PTEs) que podrían ser perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas (Gupta *et al.* 1996). Actualmente, uno de los problemas más preocupantes sobre la contaminación del suelo es presentado por los metales pesados, ya que pueden pasar desapercibidos y luego acumularse a niveles tóxicos (Rahaman *et al.* 2013). De este modo, Galán *et al.* (2019) asumen que las fracciones móviles de las EPE en un suelo y su biodisponibilidad son los factores clave para tener en cuenta en cualquier tipo de evaluación del riesgo, devaluando los métodos de estimación "tradicionales".

Históricamente, los estudios de suelos contaminados por (PTEs) se han basado en determinar la concentración total o pseudototal para conocer su peligro potencial. De manera análoga, un método extendido para evaluar el riesgo de suelos contaminados consiste en estimar los niveles de referencia genéricos (NGR), que establecen rangos de valores que pueden utilizarse como indicadores para la gestión de los suelos afectados por contaminantes. Los NGR establecen un nivel máximo por encima del cual puede haber un riesgo de efectos adversos sobre la salud y el medio ambiente y deben ser necesarias medidas de protección para reducir el riesgo. En esta misma línea, según la normativa reguladora en España (Decreto Real 9/2005 de 14 de enero de 2005, España 2005) para declarar contaminado un suelo, la Junta de Andalucía estableció los GRL en el decreto 18/2015 de enero del 27 de enero de 2015 (Junta de Andalucía 2015) para la evaluación de la contaminación del suelo regional. Algunos autores (Poggio et al. 2009; Okorie et al. 2011; 2010, 2011); Sialelli et al. 2010, 2011) apoyaron con éxito la existencia de una buena correlación entre el contenido pseudototal y la fracción bioaccesible con un enfoque metodológico para determinar la peligrosidad potencial de las (PTEs) (Romic y Romic 2003). Sin embargo, la concentración de un elemento por sí misma no puede tomarse como un criterio fiable para la evaluación de los riesgos potenciales para la salud, debido a que hay que considerar potencialmente la gran diferencia entre la biodisponibilidad oral y el contenido total de los elementos traza medidos rutinariamente, la exposición humana por lo que la contaminación del suelo puede ser sobreestimada (Ng et al., 2015). De acuerdo con Fernández-Caliani (2019) los efectos causados por las (PTEs) sobre la salud humana dependen no sólo de la concentración de exposición, sino también de la tasa de ingesta y de la fracción biológicamente disponible de contaminantes, por lo que es esencial conocer la bioaccesibilidad relativa específica del sitio (RBA) de las (PTEs) de suelos.

Los metales y metaloides así generados pueden entrar en contacto con los seres humanos a través de diferentes vías de exposición como la ingesta oral, la inhalación o la absorción dérmica, siendo la primera la que genera el mayor riesgo, particularmente en niños cuando se expone a la ingestión de objetos o productos alimenticios que contienen metales (Broadway et al., 2010; Turner, 2011).

Por estas razones, los riesgos derivados de la exposición a sustancias químicas específicas de un conjunto estandarizado de condiciones son establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA 1989, 2001, 2002, 2006), para diferentes usos del suelo. Estas condiciones combinan los datos de toxicidad química con los parámetros definidos para los supuestos usos de los suelos y el futuro de los escenarios de exposición, incluidas las características de los receptores y las posibles vías de exposición. De hecho, Schewald (2001) aseguró que el control principal de los efectos toxicológicos es ejercido por la fracción del suelo que se solubiliza en el estómago y luego queda disponible para su absorción. Esta situación ocurre con mucha frecuencia y a veces suele pasar desapercibida según estudios realizados por algunos autores (Zia et al., 2011; Lu et al. 2011), y está demostrado que los niños se enfrentaban a riesgos para la salud relativamente mayores que los adultos, ya que se arrastran por la superficie y tienen un alto contacto dérmico e ingieren directamente suelo contaminado (Adimalla et al., 2018). Recientemente se han

desarrollado técnicas muy diferentes para el estudio de la bioaccesibilidad de los (PTEs) que simulan las condiciones fisiológicas en los seres humanos durante el proceso digestivo, llamadas técnicas de extracción *in vitro* (Bosso et al., 2008; Pelfrene et al., 2011; Mateo et al., 2011). Se trata de una solución gástrica sintética que recrea los procesos biológicos y permite estimar la bioaccesibilidad oral (BAC) como la fracción potencial del agente tóxico soluble en estas condiciones y luego disponible para su absorción (Ruby et al., 1999; Morman et al., 2009). La importancia de comprender mejor la bioaccesibilidad de los contaminantes es cada vez más importante como herramienta para la evaluación de los sitios contaminados, lo que facilita el establecimiento de políticas de gestión más adecuadas (Latawiec et al. 2010; Fernández-Caliani et al. 2019). Una limitación importante del método es la posibilidad de obtener resultados inexactos porque la bioaccesibilidad puede verse influenciada por las condiciones experimentales, la naturaleza del contaminante y la complejidad de la muestra (Okorie et al., 2011). Aun así, su aplicación es válida como una herramienta simple, rápida, fiable y económica (Fernández-Caliani et al., 2019).

Basándose en estas premisas, los principales objetivos de este trabajo fueron: (1) evaluar la calidad de los suelos del municipio de Huelva aplicando los niveles de referencia genéricos propuestos por la legislación española; 2) calcular el grado de bioaccesibilidad oral de los (PTEs) como un indicador de la biodisponibilidad relativa; 3) estudiar la peligrosidad de los (PTEs) en los ciudadanos mediante la realización de un análisis de evaluación del riesgo humano y (4) evaluar el uso de procedimientos de extracción secuencial (SEP) como metodología aproximada para la bioaccesibilidad oral para determinar la bioaccesibilidad en sitios específicos.

2. Materiales y métodos

Área de Estudio

El municipio de Huelva (España) se encuentra en la confluencia de los ríos Tinto y Odiel ("Estuario de Huelva"), cuyas cuencas de drenaje descansan principalmente sobre materiales paleozoicos procedentes de un Complejo Volcánico Sedimentario, que alberga uno de los mayores depósitos masivos de sulfuro del planeta (Nieto et al. 2007), conocido como Faja Pirítica Ibérica (FPI). La intemperie de la mineralización asociada a la actividad minera ha causado una contaminación ancestral en los sedimentos de los estuarios Tinto y Odiel, lo que la convierte en una de las más contaminadas del mundo (e.g. Nieto et al. 2007; Sarmiento et al. 2009; Delgado et al. 2009, 2012). Además, esta contaminación también ha afectado fuertemente a los suelos circundantes, que ya han sido afectados por la actividad productiva de dos importantes complejos industriales (fertilizantes y fundiciones de cobre) que vierten residuos tóxicos que pueden considerarse de alto riesgo para la salud humana (Fernández-Caliani 2012). Por ejemplo, ácidos inorgánicos, residuos de combustión de fósiles, detergentes, residuos de productos metalúrgicos, piensos para animales y fertilizantes podrían ser una fuente de PTEs en la zona de estudio (Guillén et al. 2012). Además, las zonas periurbanas que rodean Huelva están sometidas a una fuerte presión antropogénica debido a la reciente urbanización. Este hecho podría afectar cualquier suelo con pérdida en la calidad de las zonas residenciales-de vida, magnificando la exposición al riesgo humano. Adicionalmente, algunos de estos posibles vertidos se producen como emisiones

atmosféricas y posteriormente se transportan a los suelos circundantes (Querol et al. 2002). Resumiendo, las fuentes de contaminación en el área de estudio incluyen el drenaje ácido de minas (AMD), los desechos urbanos y las actividades agrícolas.

Muestreo y tratamiento físico

Durante el otoño de 2007, se recogieron 24 muestras de suelo superficial a una profundidad entre 0 y 15 cm de un área de alrededor de 147 km² utilizando una cuadrícula de 0,5 x 0,5 km en zonas urbanas y una cuadrícula de 1,0 x 1,0 km en zonas periurbanas (Fig. 1). El muestreo incluyó parques, espacios abiertos, salinas, tierras agrícolas y zonas industriales. Dos de las muestras estaban relacionadas con la actividad agrícola, 7 a zonas pantanosas, 9 correspondían a sitios cercanos a actividades industriales y 6 muestras en zonas urbanas. Todas las muestras fueron procesadas de acuerdo con el protocolo descrito por Salminen et al. (2005). Cada muestra se secó en un horno a 40 °C para evitar la pérdida de volátiles, se fragmentó con un rodillo de madera y luego se tamizó a través de una malla de 2 mm, homogeneizada, molida a 63 µm y refrigerada (4 °C) en un recipiente de polipropileno hasta su análisis. Aunque en los estudios de PTEs la fracción más estudiada corresponde a 250 µm, en nuestro caso se seleccionó la fracción de 63 µm para garantizar una buena cantidad de óxidos e hidróxidos Fe/Mn, que podrían tener un papel importante en el comportamiento de las PTEs en el área de estudio (López-González et al. 2006; Guillén et al., 2011).

En 2011 se evaluaron varias muestras seleccionadas mediante la técnica de extracción *in vitro* y se analizaron para As, Cd, Co, Cr, Ni, Cu, Pb y Zn mediante la determinación de ICP-MS. Los detalles del procedimiento de extracción *in vitro* y las técnicas analíticas se pueden ver en la sección "Procedimiento de extracción *in vitro* y control de calidad". Debido a que hay pocos estudios sobre la aplicación del método de extracción *in vitro* en suelos no contaminados, en este trabajo se seleccionaron sitios no contaminados con el objetivo de evaluar y verificar la implementación de este método.

Procedimiento de extracción *in vitro* y control de calidad

El líquido gástrico sintético se realizó mediante la adición de 100 ± 0,5 ml de una solución amortiguadora de glicina de 0,4 M ajustada a pH 1.5 con HCl Suprapur (Merck). En envases de 125 ml de HDPE (polietileno de alta densidad), se añadieron 100 ± 0,5 ml de la solución reguladora extractora y 0,50 g (± 0,05) de la fracción de < 63 µm.

Para garantizar la calidad de la solución, todos los reactivos utilizados eran de la más alta pureza disponible. Los recipientes fueron herméticamente sellados para asegurar que no hay pérdida de líquido cuando se colocan en una incubadora con un baño de agua a una temperatura de 37 ± 0,2 °C con una rotación de 30 ± 2 rpm durante 1 h para realizar el proceso de extracción. Los recipientes fueron retirados, secados y colocados en una superficie para permitir que las partículas del suelo se depositaran en el fondo. Una alícuota de 15 ml del sobrenadante fue retirada directamente de los frascos con una jeringa Luer-Lok de 20 ml y filtrada a través de un filtro de acetato de celulosa de 0,45 µm (25 mm de diámetro) para eliminar cualquier partícula. Si el tiempo total del proceso superó los 90 min, la prueba se repitió porque la estabilidad de las muestras podría verse comprometida (Drexler 2007).

Durante el experimento, el pH se mantuvo dentro de $1,5 \pm 0,5$ y se ajustó manualmente en diferentes intervalos de tiempo. Las muestras se extraen del rotor de la incubadora y se almacenaron a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta el análisis, que se completó antes de 7 días.

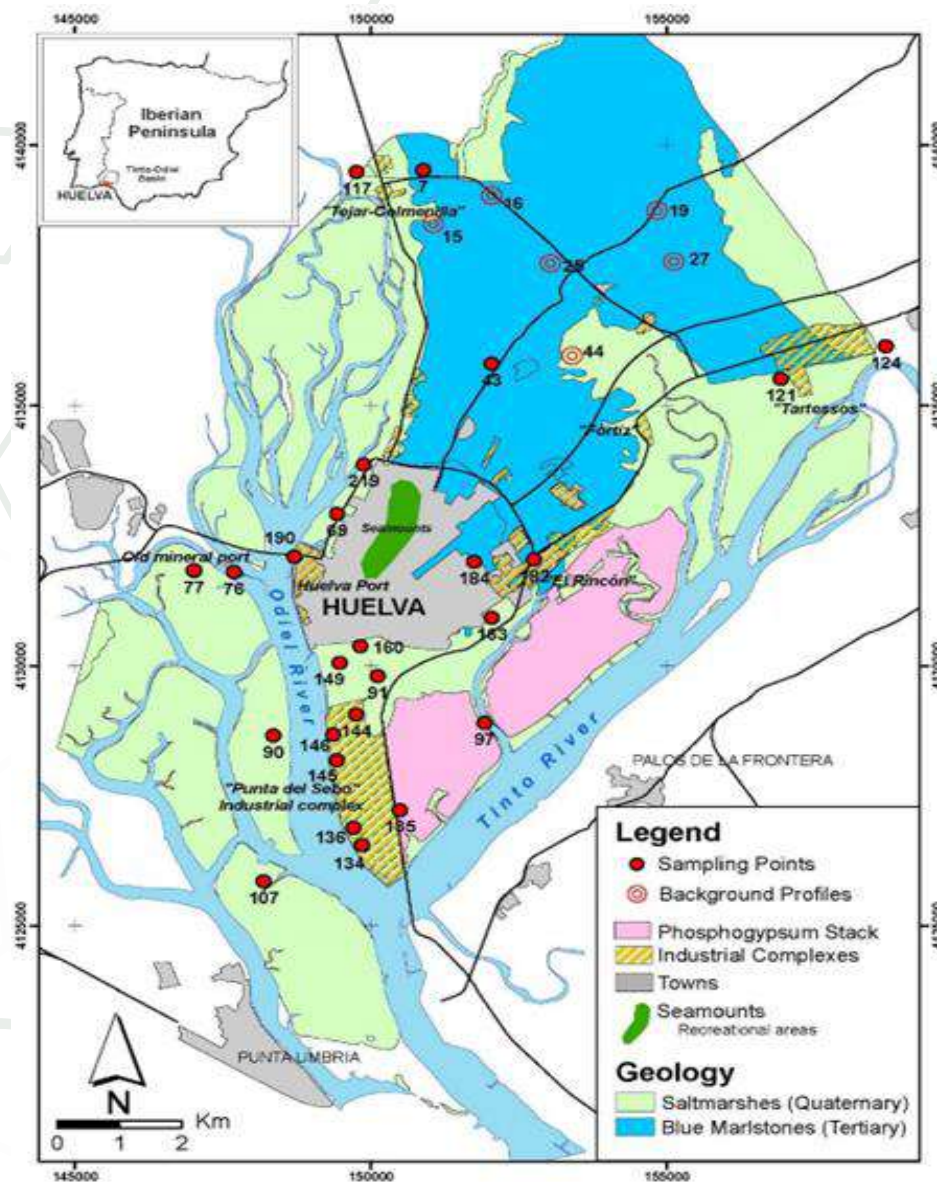


Fig. 1 Mapa del área de estudio que muestra la ubicación de los sitios de muestreo y el entorno geológico.

Las soluciones extraídas fueron analizadas para determinar la concentración de PTEs mediante el modelo de espectrometría de emisiones ICP-MS de Agilent 7500ce (Agilent Technologies, Tokio, Japón) equipado con una célula de colisión octopolar. Para verificar la exactitud del análisis, se realizaron triplicados ciegos. Aproximadamente el 5% de las muestras fueron analizadas por triplicado utilizando controles internos y externos. La tabla 1 presenta el porcentaje de recuperación (Ec. 1) obtenido del material de referencia certificado

(CNS 301-04) para sedimentos de agua dulce. La determinación del modo de operación más adecuado para cada elemento/isótopo y una evaluación de la exactitud y reproducibilidad se basaron en el análisis del material de referencia certificado.

$$\text{Recuperación (\%)} = (\text{Valor Recuperado} / \text{Valor Certificado}) \times 100 \quad (1)$$

Los cálculos revelaron un buen porcentaje de recuperación (>90%, tabla 1) para todos los elementos y el valor medio de recuperación de los elementos estudiados fue del $98,5 \pm$ del 5,2%, lo que refleja la fiabilidad de los datos.

Además, para verificar la calidad del análisis, la diferencia porcentual relativa (% RPD) para las muestras se calculó de acuerdo con eq. 2, donde S - valor determinado de las muestras, y D - valor de los duplicados. Casi el 5% de las muestras fueron analizadas por duplicado utilizando controles internos y externos. El error de precisión (diferencia porcentual de RPD relativo) se estimó en 0,75%, lo que denota una alta confiabilidad en los resultados.

$$\text{RPD (\%)} = (S-D) / (S+D) / 2 \times 100 \quad (2)$$

El contenido pseudototal metal-metaloide de cada muestra se analizó siguiendo el procedimiento de extracción secuencial BCR utilizando el esquema mejorado de cuatro pasos descrito por Rauret et al. (1999). Los detalles del esquema, el control de calidad y los resultados se pueden ver en Guillén et al. (2012).

Cálculos de Bioaccesibilidad

La bioaccesibilidad in vitro (IVBA) se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por Okorie et al. (2011) utilizando Ec. 3, donde CBAC corresponde a la concentración liberada (mg.kg^{-1}) de PTEs de extracción in vitro con glicina, y Cpseudototal es la concentración liberada (mg.kg^{-1}) de PTEs según el BCR -SEP.

$$\text{IVBA (5)} = (C_{\text{BAC}} / C_{\text{pseudototal}}) \times 100 \quad (3)$$

Según la literatura, la suma de los tres primeros pasos de la SEP corresponde al contenido total relacionado con la fracción potencialmente móvil (%MF) y podría representar la fracción disponible de cada muestra (Pérez-López et al. 2008; Delgado et al. 2012). La distribución de elementos contaminantes en las diferentes fases del procedimiento de BCR modificado da una indicación de su disponibilidad, lo que permite evaluar los riesgos asociados con el medio ambiente (Lu et al. 2007). Con esta misma línea, la F1 de la SEP, el llamado Código de Evaluación de Riesgos (RAC), tradicionalmente se ha utilizado con frecuencia en investigaciones previas de contaminación por metales pesados para evaluar el riesgo ecológico potencial (es decir, Perin et al. 1985; Delgado et al. 2011). Con la idea de comparar los enfoques metodológicos, la fracción intercambiable (incluidos los carbonatos) obtenida por la fracción F1 de la extracción BCR (Guillén et al. 2012) se utilizó para calcular %EF de la siguiente manera ($F1/C_{\text{pseudototal}} \times 100$).

Análisis geoestadístico de bioaccesibilidad por WISH

La cartografía geoestadística se realizó utilizando el programa WISH (Sistema de Interpretación de Windows para el Hidrogeólogo), que es un híbrido entre un CAD (sistema de diseño asistido por ordenador), un sistema de información geográfica (SIG) y un paquete de análisis químico.

Se rastreó la distribución espacial de los resultados adquiridos a partir de % EF, % MF y la concentración pseudototal del BCR, así como el BAC de cada elemento analizado en este estudio. La operación gráfica EF/BAC se realizó así con WISH. Esta relación se utilizó para determinar las diferencias entre F1 (evaluación de riesgos tradicional) y BAC en el área de estudio y, por lo tanto, la precisión de utilizar F1 como BAC.

La información espacial de los puntos de muestreo, la topografía y la geología se utilizaron junto con los resultados del análisis de los experimentos realizados para compilar el modelo conceptual. Los resultados se importaron en EL WISH utilizando un método de búsqueda simple con un radio de 5000, el sector de puntos mínimos fue 1, máximo 5, el sector vacío máximo era 3, y la distancia cuadrática se utilizó para representar estadísticamente los resultados.

Evaluación del Riesgo para la salud

Escenarios de exposición

Para estimar el riesgo que supone para las personas causada por la contaminación, se ha elaborado un modelo de evaluación del riesgo para la salud. Según Adimalla (2019), la exposición humana in situ en suelos urbanos-periurbanos está condicionada por tres vías principales, incluyendo la ingestión oral directa, la absorción dérmica y la inhalación (boca y nariz) de partículas resuspendidas (Adimalla y Wang 2018; Chen et al. 2017; Deng et al. 2019; USEPA 1989; Xu et al. 2018). La dosis diaria crónica (CDD: mg/kg-día) de elementos potencialmente tóxicos recibidos a través de la ingestión incidental del suelo al aire libre, el contacto dérmico y la inhalación se calculó utilizando la formulación dada de la siguiente manera (USEPA 1989, 2002):

Tabla .1 Resultados obtenidos de la extracción in vitro (mg kg⁻¹) y control de calidad de los datos que muestran % de recuperación de CRM (CNS 301-04), precisión (%RPD) y límites de detección.

Samples	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
7	2.13	0.14	1.99	2.33	99.8	1.58	38.2	75.7
43	3.61	0.19	4.18	6.92	64.9	3.40	21.9	26.1
76	697	0.64	12.7	2.26	58.0	2.30	1500	258
77	110	0.05	6.82	4.25	270	4.36	171	168
90	290	0.61	6.80	14.1	316	4.36	124	242
91	111	1.77	29.3	5.69	1037	14.7	113	933
97	410	0.45	4.09	39.7	312	3.76	299	595
107	214	0.78	86.1	17.2	1639	24.2	366	2241
117	55.5	2.03	9.88	1.83	163	3.45	84.9	1204
121	136	0.10	2.79	11.4	258	1.49	83.6	183
124	53.0	0.78	6.73	1.44	2631	3.35	31.5	384
134	89.7	15.1	2.95	34.7	7291	3.34	377	942
135	174	1.70	2.76	4.69	249	1.41	376	203
136	239	14.3	7.15	78.4	9321	5.44	767	1396
144	5.57	0.48	2.71	5.39	484	5.77	60.6	732
145	50.1	1.92	5.58	9.14	475	2.53	120	479
146	38.2	4.22	6.27	19.8	341	3.45	204	1011
149	79.5	0.94	7.23	3.72	251	2.61	112	136
160	26.2	1.50	6.55	2.85	458	2.35	143	430
163	13.8	1.00	5.78	3.74	378	4.80	73.9	266
182	15.7	1.55	13.9	11.4	171	3.01	162	1615
184	2.62	0.04	1.70	12.3	223	1.34	28.2	191
190	17.3	0.61	4.14	5.00	113	2.15	129	328
219	10.0	0.09	2.43	5.36	224	1.30	71.6	66.7
Max	697	15.1	86.1	78.4	9321	24.2	1500	2241
Min	2.13	0.04	1.70	1.44	57.96	1.30	21.93	26.08
Mean	142	2.64	13.06	15.28	1446	5.22	278	654
SD	162	3.98	17.2	17.1	2306	4.99	318	569
d.l. (µg L ⁻¹)	3.05	2.846 × 10 ⁻¹	3.356 × 10 ⁻²	6.640	4.943 × 10 ⁻¹	1070	7.568 × 10 ⁻²	1.22
CNS 301-04*	14.7	33.0	25.5	32.9	41.9	30.8	92.4	96.3
%Recovery	98.7	106	102	95.2	105	93.9	92.7	94.7
%RPD	0.6	0.1	0.4	2.1	0.9	0.5	0.5	0.9

d.l., límite de detección; DE: desviación estándar; %RPD, diferencia porcentual relativa
 *Oligoelementos en sedimentos de agua dulce: CRM CNS 301-04 (material de referencia certificado).

$$CDD_{\text{ingestion}} = \frac{C \times IR_{\text{ing}} \times ED \times EF}{BW \times AT} \times CF \quad (4)$$

$$CDD_{\text{inhalation}} = \frac{C \times IR_{\text{inh}} \times ED \times EF}{BW \times AT \times PEF} \quad (5)$$

$$CDD_{\text{dermal}} = \frac{C \times SA \times SAF \times DAF \times ED \times EF}{BW \times AT} \times CF \quad (6)$$

donde C es la concentración del suelo de las EPT (mg/kg); ED es la duración de la exposición (años); EF es la frecuencia de exposición (días/año); BW es el peso corporal del individuo expuesto (kg); IR_{ing} , la tasa de ingestión, IR_{inh} la tasa de inhalación; AT es el período de tiempo durante el cual se promedia la exposición (días); SA es la superficie de la piel expuesta (cm^2); AF es un factor de adherencia piel-suelo (mg/cm^2); DAF es el factor de absorción dérmica del suelo o biodisponibilidad dérmica (sin unidad); y CF es un factor de conversión de unidades (kg/mg). Los parámetros y el factor utilizados para el modelo se enumeran en la Tabla 2.

Evaluación de riesgos no cancerígenos

El riesgo no cancerígeno se estimó utilizando el cociente de peligro (HQ) como relación entre la dosis diaria crónica (CDD) y la dosis de referencia (RfD) reportado por la USEPA (1989). De acuerdo con esta directriz HQ_i es el cociente de peligro para un elemento individual (sin unidad), As, Co, Cu y Pb en este estudio; CDD_i es la dosis diaria (mg/kg-día); y RfD_i es la dosis de referencia crónica o nivel de ingesta aceptable (mg/kg-día) como se puede ver en las siguientes ecuaciones, y por lo tanto HI (índice de peligro) es la suma de HQ individualizado.

$$HQ = \frac{CDD}{RfD} \quad (7)$$

$$HI = \sum \frac{CDD_i}{RfD_i} \quad (8)$$

Tabla 2. Síntesis de las principales vías de exposición, información de parámetros y factores utilizados para la evaluación de riesgos para la salud en suelos de zonas urbanas (definiciones y valores de referencia).

Exposure parameters	Units	Receptor (on-site)		Source
		Adult	Child	
Soil exposure pathways: oral ingestion, inhalation ingestion, skin contact				
AT				
Averaging time carcinogens 70×365	Years	25,550		Adimalla (2019) and USEPA (2002)
Non-carcinogens $ED \times 365$	Years	10,950	2190	
BW				
Body weight	kg	70	20	Narsimha and Rajitha (2018)
ED				
Exposure duration	years	30	6	USEPA (2002)
EF				
Exposure frequency	days/year	365		USEPA (2002)
IRing				
Ingestion rate of soil	mg/day	100	200	USEPA (1989, 2002)
IRinh				
Inhalation rate of soil	m^3/day	15	5	Adimalla (2019)
SA				
Exposed skin surface area	cm^2	4350	1600	USEPA (2002)
SAF				
Skin adherence factor	mg/cm^2	0.7	0.2	USEPA (2002)
DAF				
Soil dermal absorption factor				-
For arsenic	Unitless	0.03	0.001*	Femández-Caliani et al. (2019) and Adimalla (2019)
For other trace elements	Unitless	0.1	0.001*	
PEF				
Particle emission factor	m^3/kg	1.36E+09		Chen et al. (2017) and USEPA (2002)
CF				
Conversion factor	kg/mg	1.00E-06		USEPA (2002)

Según USEPA (1989), si el valor de HI es menor que 1, no se supone que se produzca ningún riesgo de efectos no cancerígenos, cuando el valor de HI supere 1, podrían aparecer posibles efectos adversos no cancerígenos en los seres humanos (USEPA 1989).

Evaluación del riesgo carcinogénico

Los valores de riesgo cancerígeno para la salud por exposición oral, inhalación y exposición dérmica a As y Pb durante una vida de 70 años (Chen et al. 2015; Deng et al. 2019; Zhaoyong et al. 2019) se estimaron utilizando el siguiente método propuesto por USEPA (1989, 2002):

$$CR = CDD \times SF \quad (9)$$

$$TCR = \sum CR \quad (10)$$

donde CR es el riesgo cancerígeno para un elemento individual; CDD es la dosis diaria crónica promediada durante una vida útil de 70 años; TCR es el riesgo carcinogénico total; SF es el factor de pendiente ($mg/kg/día$) son listados en la Tabla 3.

De acuerdo con la directriz de USEPA, el riesgo carcinogénico para adultos y residentes infantiles es aditivo usando la suposición de que un individuo vivirá en el sitio afectado desde la infancia hasta una edad de 30 años (Adimalla 2019). Los valores CR y TCR inferiores a $1.0E-06$ se proponen como insignificantes, mientras que los valores superiores a $1.0E-04$ se consideran perjudiciales para la salud humana (USEPA 1989). Sin embargo, el marco jurídico europeo y la legislación española consideran $1.0E-05$ como el valor umbral para el riesgo para la salud humana (Fernández-Caliani et al. 2019).

Resultados y discusión

Concentración pseudototal de elementos traza

Los suelos del Municipio de Huelva presentan altas concentraciones de PTEs frecuentemente derivadas de actividades industriales y mineras (Tabla 4). La concentración media pseudototal de As, Cu, Pb y Zn fueron, respectivamente, 181, 988, 288 y 781 mg kg^{-1} , valores cercanos a las concentraciones anómalas del suelo encontradas en las áreas industriales circundantes (Fernández-Caliani 2012). Además, estos resultados están mucho más allá de los antecedentes geoquímicos regionales y de las concentraciones locales de suelo establecidas por Galán et al. (2008) y Guillen et al. (2012), respectivamente. Teniendo en cuenta los parámetros específicos del sitio, existe una fuerte correlación entre la concentración máxima de las PTEs y el uso del suelo (Tabla 4). En este sentido, la variación de las desviaciones estándar de As, Cu, Pb y Zn indicaba que la concentración de estos metales pesados variaba mucho entre los diferentes sitios de muestreo.

En general, la mediana de las concentraciones de As y Pb, y en menor medida Cu, excedió los niveles de cribado basados en la salud (GRL) para los diferentes usos del suelo (Junta de Andalucía 2015). GRL también fue superada por Co en las muestras 76, 91, 107, 136, 163, 182 y 184. Por lo tanto, de acuerdo con la normativa, las concentraciones de As, Co, Cu y Pb podrían suponer un riesgo humano potencial, y estos suelos deberían ser declarados potencialmente contaminados (Junta de Andalucía 2015), requiriendo una evaluación cuantitativa del riesgo específica del sitio (Fernández-Caliani et al. 2019). Además, cuando la concentración de ETE supera 100 veces los valores de referencia, este suelo se considera extremadamente contaminado, por lo que debe modificarse inmediatamente (Junta de Andalucía 2015). Las muestras 76* (As, Pb), 90 y 107 (As), 136* (As, Cu) y 97 (As) no rompieron este umbral para ninguno de los PTEs, pero se multiplicaron diez por alto el límite y, por lo tanto, suponen un riesgo humano considerable.

Tabla 3. Dosis de referencia (RfD) para metales pesados no cancerígenos y factores de pendiente (SF) para metales carcinogénicos. (*Finley et al. (2012), **Cocarta et al. (2016) and Adimalla (2019).

Table 3 Reference doses (RfD) for non-carcinogenic heavy metals and slope factors (SF) for carcinogenic metals

Metal	Reference dose RfD (mg/kg/day)			Slope factor SF (unitless)		
	RfD _{ing}	RfD _{inh}	RfD _{dermal}	SF _{ing}	SF _{inh}	SF _{dermal}
As	3.00E-04	1.23E-04	1.23E-04	1.50E+00	4.30E-03	3.66E+00
Cd	1.00E-03	1.00E-03	2.50E-05	-	6.30E+00	-
Co	0.03*	3.00E-02	3.00E-02	3.00E-02	3.00E-02	3.00E-02
Cr	3.00E-03	2.86E-03	3.00E-03	5.01E-01	4.20E+01	2.00E+01
Cu	4.00E-02	4.00E-02	1.20E-02	-	-	-
Ni	2.00E-02	2.06E-02	5.40E-03	1.70E+00	-	4.25E+01
Pb	1.40E-03	3.52E-03	5.24E-04	0.0085**	-	-
Zn	3.00E-01	3.00E-01	6.00E-02	-	-	-

*Finley et al. (2012)

**Cocârță et al. (2016) and Adimalla (2019)

Por otro lado, el nivel de referencia ciertamente no es superado por las muestras 43 y 144 y por lo tanto el riesgo debe considerarse bajo y no se requieren estudios detallados de riesgos para la salud para estos suelos.

Otros elementos como Cd, Cr y Ni mostraron concentraciones alrededor o incluso más bajas al nivel de fondo local y podrían considerarse como origen natural. Esta tendencia ha sido descrita de manera similar por otros autores como López-González et al. (2006) y Morillo et al. (2008) en estudios de zonas costeras de Ibéricos SW y Guillén et al. (2012) en la zona de estudio específica. Aunque la concentración de Zn fue mayor que la de los antecedentes regionales y locales, no se consideró para análisis de riesgo específicos de acuerdo con el criterio de riego, ya que nunca superó el GRL (Junta de Andalucía 2015).

Bioaccesibilidad de elementos potencialmente tóxicos

Los resultados obtenidos del procedimiento simple de extracción in vitro (bioaccesibilidad; %IVBAC) se muestran en la tabla S1 (Datos complementarios). Estudios recientes han indicado que se podría producir una sobreestimación utilizando métodos simples para estimar la bioaccesibilidad (Fernández-Caliani et al. 2019). Sin embargo, este estudio también revela

que la concentración extraíble en la fase gástrica no variaba significativamente cuando se añadió la fase intestinal. Particularmente, la bioaccesibilidad de Pb y Zn disminuyó debido a la reabsorción o procesos de complejidad bajo las condiciones intestinales alcalinas. También Rodríguez et al. (2018) encontró, la eficiencia de extracción de métodos simples y UBM (Método Unificado BARGE, Wragg et al. 2011) es estadísticamente similar, apoyando el uso de estos métodos. De hecho, Schewald (2001) aseguró que el control principal de los efectos toxicológicos es ejercido por la fracción solubilizada del suelo en el estómago y luego disponible para su absorción. Según Fernández-Caliani et al. (2019), la mayoría de las PTEs fueron extraídos preferentemente en la fase gástrica.

Los resultados trazados (Fig. 2) de estos cálculos corresponden al valor medio (50% de los diagramas de cuadro de Tukey). El rango de variación (mg kg^{-1}) de las PTEs extraídos del

potencial IBVA fue: As (2.1- 697), Cd (0.14 -15.1), Co (1.70 - 86.1), Cr (1.44 -78.4), Cu (57.9 - 9321), Ni (1.30 - 24.2), Pb (21.9 -1500) y Zn (26.1- 2241 mg kg⁻¹). Las desviaciones estándar de As, Cu, Pb y Zn mostraron valores muy altos que denotan estos elementos con el mayor grado de dispersión en contraste con Cd y Ni. Basándose en %IVBA, los elementos se pueden ordenar en orden descendente de la siguiente manera: Cd (65%) > Zn (54%) > Pb (46%) > Co (38%) = As (38%) = Cu (34%) > Cr (26%) > Ni (20%). El % IVBA siempre fue superior al % EF calculado (Fig. 2), superior a las dos primeras fases (F1 + F2) de la SEP para Ni, Cu, Pb y Zn y, aún más, superior a %MF (F1 + F2 + F3) en el caso de As, Cd, Co y Cr. Algunos autores (Poggio et al. 2009; Okorie et al. 2011; Sialelli et al. 2010, 2011) apoyaron con éxito la existencia de una buena correlación lineal (R²) entre el contenido pseudototal y la fracción bioaccesible, que ofrece la posibilidad de utilizar el contenido pseudototal como un indicador estadísticamente confiable para predecir el BAC.

Sin embargo, según un estudio de bioaccesibilidad de metales en polvo doméstico reportado por Turner (2011), este parámetro podría verse influenciado en gran medida por cambios en las condiciones fisicoquímicas durante la extracción in vitro. En nuestro trabajo, una buena correlación (como vemos para el As y Cu en la Fig. 3) se encontró entre el contenido pseudototal y el IVBA.

Tabla 4. Concentraciones de oligoelementos (mg kg⁻¹) de todas las muestras analizadas que muestran usos del suelo. Contexto local, concentraciones base regionales y niveles regulatorios andaluzes (GRL) también se dan con fines comparativos.

Element	Use	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
7	Other uses	8.90	0.42	5.40	24.2	1945	11.3	88.4	216
43	Other uses	10.6	0.27	8.60	40.0	386	20.1	68.6	74.6
76*	Other uses	2066	1.07	110	6.50	269	8.50	5469	414
77*	Other uses	212	0.28	18.6	33.1	734	26.4	306	522
90	Other uses	504	0.97	14.9	51.1	996	26.8	490	735
91	Urban	151	1.96	39.3	42.7	1180	40.7	190	1101
97	Industrial	701	1.07	13.2	86.9	1011	25.6	651	983
107	Other uses	417	1.18	124	51.0	1807	48.7	594	3513
117	Other uses	242	3.46	22.6	32.7	628	23.7	176	1857
121	Industrial	276	0.16	8.00	43.4	764	18.1	297	321
124	Industrial	218	1.21	19.1	25.5	4225	17.7	229	708
134	Industrial	200	15.9	18.0	61.4	> 10,000	12.5	611	1528
135*	Other uses	294	3.60	18.1	14.5	710	6.00	684	1346
136*	Other uses	370	18.4	38.7	112	> 10,000	37.7	1225	4011
144	Industrial	17.1	0.52	5.40	31.8	2003	22.4	83.6	1049
145*	Other uses	126	2.37	8.60	16.3	1053	7.50	403	583
146*	Other uses	109	4.74	17.4	49.0	1890	19.9	282	1306
149	Urban	201	1.26	17.2	37.8	748	24.0	188	545
160	Urban	162	1.67	12.8	22.7	967	10.6	261	605
163	Urban	69.2	1.18	37.7	49.4	980	12.7	254	2242
182	Industrial	67.6	2.32	45.1	55.2	1288	18.1	487	4707
184	Urban	22.6	0.30	13.1	40.3	623	16.9	97.0	497
190	Industrial	64.8	0.85	15.8	35.6	601	16.8	295	828
219	Urban	74.2	0.20	5.40	18.2	599	10.9	144	246
<i>Pseudototal</i>	181	1.18	17.3	38.9	988	18.1	288	781	
Mean	274	2.72	26.5	40.9	1155	20.2	566	1247	
Standard deviation	417	4.61	30.1	23.1	849	10.6	1077	1224	
<i>Reference values</i>									
Bkg		8.45 ± 1.03	0.13 ± 0.02	9.72 ± 0.73	45.1 ± 6.80	17.6 ± 2.70	24.2 ± 2.30	26.8 ± 8.80	47.2 ± 2.40
Regional baseline ^a		25	–	19	95	32	35	38	76
EPA GRL ^b		–	3.41	1.80	11.4	34.1	22.7	–	34.1

Se han representado en **negrita** los elementos que superan los niveles regulatorios en alguna muestra. Todos los valores se expresan en $\text{mg kg}^{-1}/\text{Bkg}$: Fondo \pm desviación estándar (Guillén et al. 2012) /Pseudototal = concentración mediana

a Galán et al. (2008)

^bUSEPA (2002)

^cJunta de Andalucía (2015)

*Áreas, con otros usuarios asignados, donde se han habilitado áreas recreativas (“vía verde”, parques, jardines) en los últimos tiempos.

Distribución espacial y marco geológico-antrópico relacionado

Los resultados de la digestión in vitro trazadas por WISH se muestran en la Fig. 4. El sur del municipio de Huelva se ha determinado como la zona con mayor riesgo para la salud humana, correspondiente geológicamente a las marismas (materiales cuaternarios). Las áreas circundantes del río Odiel presentan el BAC más alto de Pb y As, probablemente derivado de la antigua industria minera descrita en Guillén et al. (2011). Los materiales primarios se transportaban desde el FPI para ser procesados en el complejo industrial "Punta del Sebo", y por lo tanto ocasionalmente durante el proceso de transporte podrían producirse liberaciones incontroladas. Cd, Co, Cr, Cu, Ni y Zn están claramente relacionados con el Complejo Industrial Punta del Sebo. También se detectaron altos niveles de IVBA de Zn en los complejos industriales de "Tejar-Colmenilla" y "El Rincón". Del mismo modo, Cu también se detectó en el Complejo Industrial Tartessos (Fig. 4a). De hecho, los estudios más recientes sobre evaluaciones de riesgos ambientales sugieren la existencia de un alto riesgo ecológico en la zona, que disminuye de los polígonos industriales circundantes a la ciudad (Guillén et al. 2011; Fernández-Caliani 2012).

Varios autores (Perin et al. 1985; Delgado et al. 2011) han utilizado F1 como un enfoque para una aproximación potencialmente de la fracción "bio"-disponible. La Figura 4b muestra que el cociente F1/IVBA muestra valores por debajo de la unidad en el área de estudio para

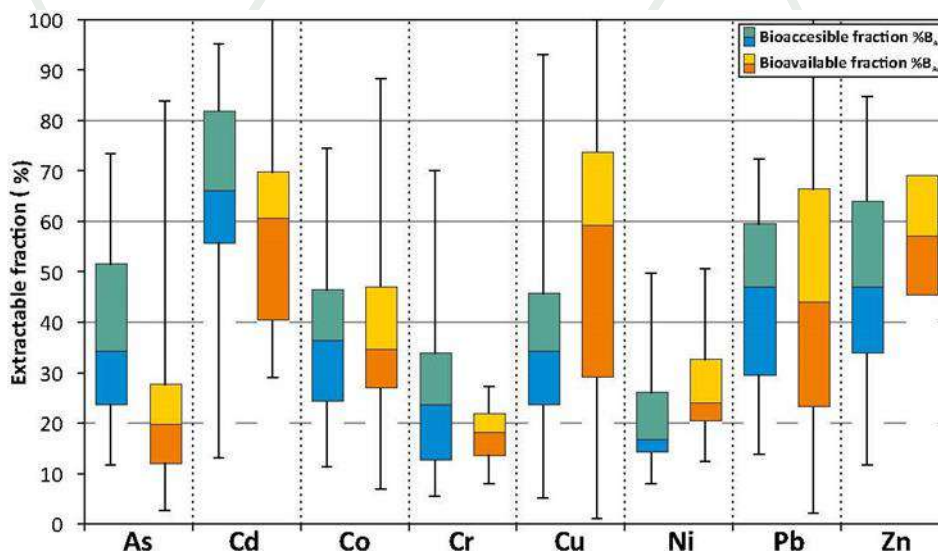


Fig. 2. Diagramas de caja de IVAB y EF (ambos en %) de suelos del Municipio de Huelva, mostrando mínimo, máximo, primer cuartil (Q1), mediana y tercer cuartil (Q3).

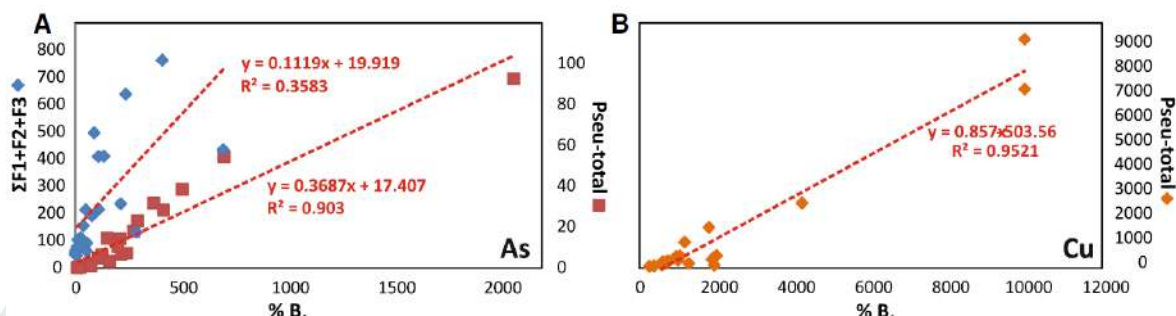


Fig. 3 **A**) Relación IVAB (%) versus fracción móvil (MF) y fracción pseudototal ambas en mg kg^{-1} para As; **B**) Relación IVBA (%) versus concentración pseudototal (mg kg^{-1}) para Cu.

todos los elementos, excepto en el antiguo puerto mineral para Cu, Ni y Zn, lo que sugiere una mayor capacidad de extracción por el BCR-F1 (ocho veces más alto para Cu y Zn).

Esto podría deberse a la presencia de desechos sólidos de los sulfuros polimetálicos explotados en el FPI, previamente reportados por Guillén et al. (2012) que llegaron al puerto minero, y fueron utilizados con frecuencia como lecho de lastre para las vías del tren. Asimismo, la ubicación de la ciudad de Huelva en la confluencia de los ríos Tinto y Odiel, uno de los sistemas fluviales más contaminados del mundo que recibe mayores flujos metálicos asociados a la actividad minera (Nieto et al. 2007), ha llevado a la contaminación de los sedimentos estuarinos (es decir, López-González et al. 2006). Preliminarmente, se podría suponer que los suelos de esta zona presentan minerales ricos en Cu, Ni y Zn. Sin embargo, como se ha informado previamente, los valores más altos de IVBA de As y Pb se obtuvieron en esta ubicación, lo que indica que el enfoque tradicional de %EF a %BAC podría conducir a interpretaciones falsas y subestimar el riesgo asociado, mientras que, a la sobreestimación del riesgo asociado de Cu, Ni y Zn, que mostró un mayor %EF en los sitios.

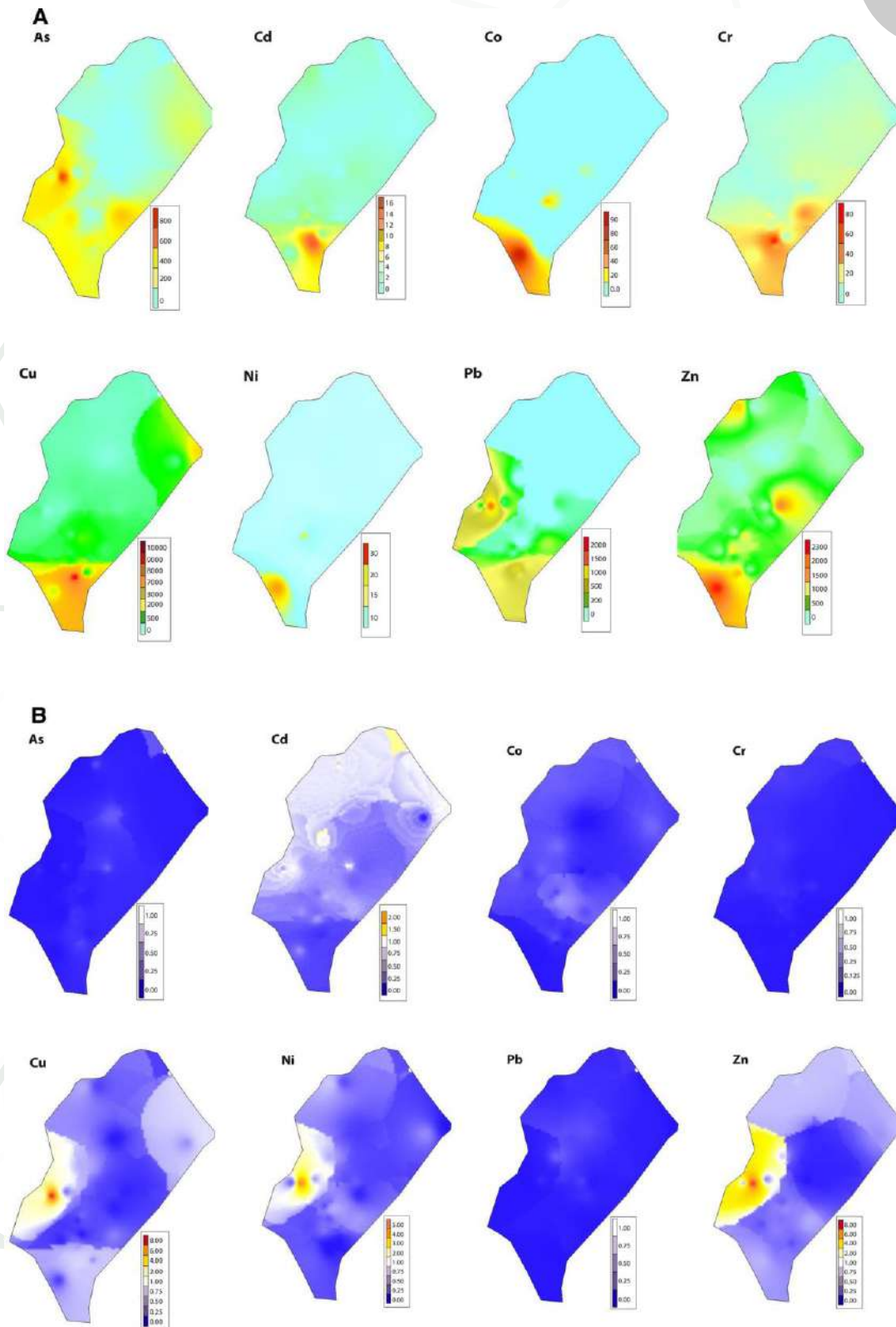


Fig. 4 **A)** un mapa de fracción (%) del IVBA obtenido mediante análisis geoestadístico mapeo usando WISH; **B)** Mapa mostrando la relación F1(SEP)/IVBA.

Por otro lado, es evidente que Cr, Ni, Co y Zn mostraron mejores correlaciones medias entre EF% y IVBA% que el resto de los elementos analizados. Específicamente, estos elementos mostraron una clara correlación espacial con la unidad margas azules (Guillén et al. 2012), representando principalmente los insumos litológicos del suelo y la erosión de las cuencas en el Suroeste de la Península Ibérica (López-González et al. 2006; Delgado et al. 2012).

Biodisponibilidad Relativa Ajustada

Las ecuaciones utilizadas para determinar las dosis diarias crónicas asumen 100% biodisponibilidad del contaminante ingerido por el suelo, pero las condiciones del suelo como el pH, la textura y la materia orgánica, definen la especiación del metal y, por lo tanto, su biodisponibilidad (Harichandan et al. 2013; 2017). Por lo tanto, para reducir la incertidumbre en la evaluación cuantitativa del riesgo, la bioaccesibilidad específica del sitio estimada a partir de la extracción gástrica se ha incorporado en nuestro análisis de riesgo, ya que podría considerarse como la fracción de las PTEs a las que un individuo está expuesto a la ingestión del suelo (Fernández-Caliani et al. 2019). Esta fracción, según estudios recientes (Caboche 2009; Roussel et al. 2010; Pelfrene et al. 2011), se puede utilizar para predecir la biodisponibilidad relativa (RBA) a partir de mediciones de IVBA aplicando un modelo de correlación lineal in vivo-in vitro. La biodisponibilidad específica del sitio de las PTEs potenciales se predijo de acuerdo con las siguientes ecuaciones y los resultados se pueden ver en la tabla S1.

$$IVBA_{As}(\%) = 1.00 * RBA - 0.01 \quad (11)$$

$$R^2 = 0.98 \text{ (Caboche 2009)}$$

$$IVBA_{Pb}(\%) = 1.10 * RBA + 1.86 \quad R^2 = 0.93$$

$$\text{(Caboche 2009)} \quad (12)$$

Estos valores de RBA ajustados se incorporaron con el fin de reducir la incertidumbre en el análisis del riesgo de cáncer de los posibles efectos cancerígenos de As y Pb, y así se ajustó el riesgo de cáncer (CR_{ajustado}) siguiendo el procedimiento descrito por Fernández-Caliani et al. (2019) si RBA es el factor de ajuste de biodisponibilidad relativa previsto (sin unidad):

$$CR_{ajustado} = CDD \times SF \times RBA \quad (13)$$

Del mismo modo, los efectos no cancerígenos de las posibles PTEs que evolucionan en nuestro análisis se han corregido ajustando el cociente de peligro (HQ) como sigue:

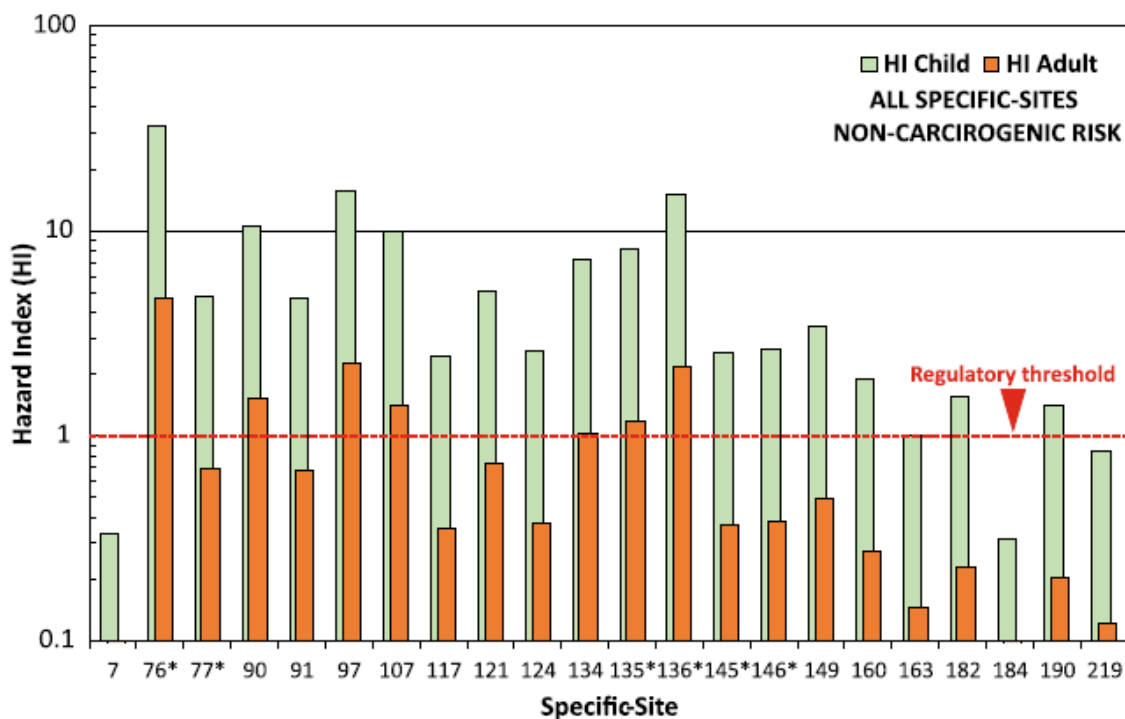


Fig. 5 Índice de peligro ajustado por bioaccesibilidad y biodisponibilidad relativa (RBA) valores para ambos adultos y niños en todas las muestras del área de estudio. Se dan límites regulatorios, con fines comparativos. *Indica sitios ahora convertidos en pasarelas y áreas recreativas

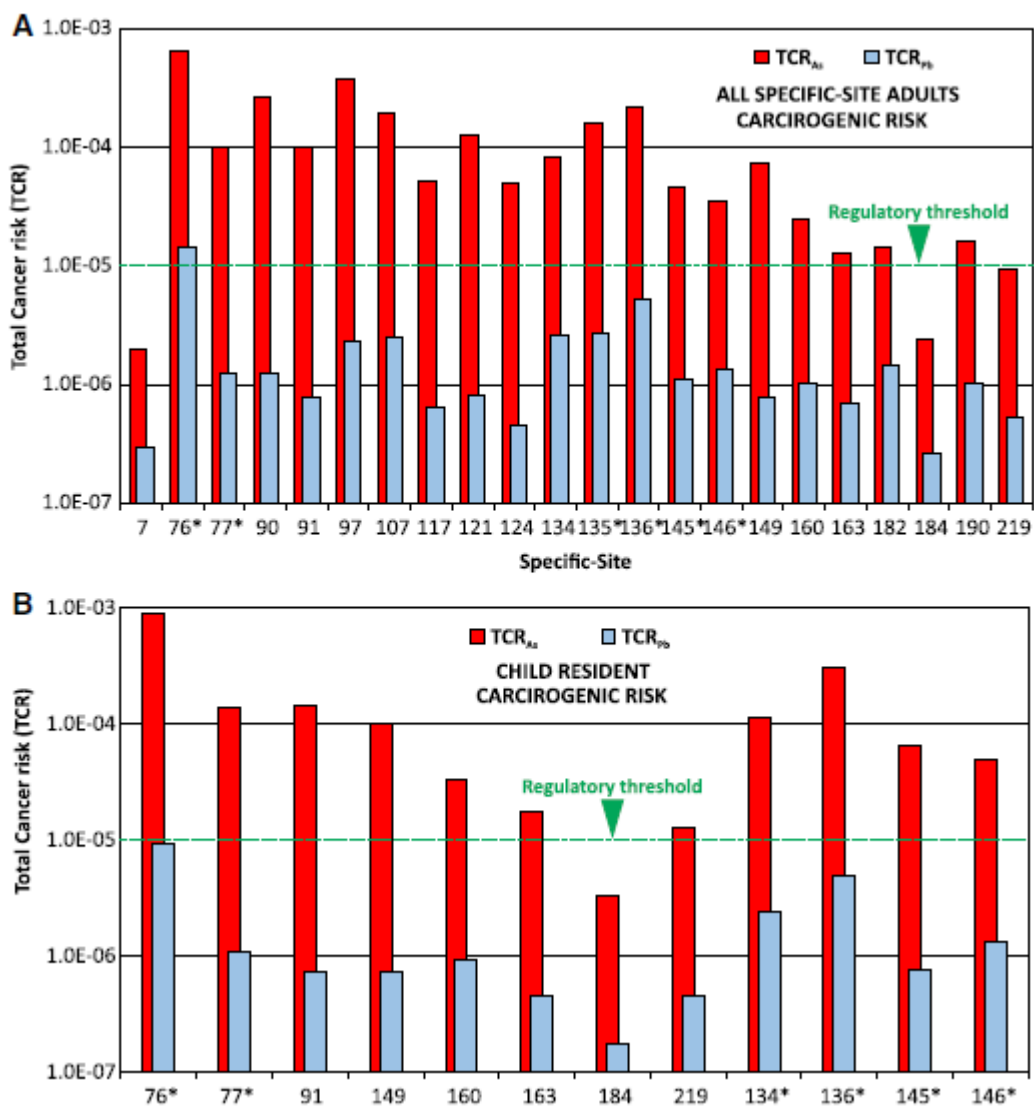


Fig. 6. Valores de riesgo totales para carcinógenos tales como As y Pb por exposición ajustada de biodisponibilidad (RBA) los valores que muestran el umbral regulatorio propuesto por el gobierno autónomo **A)** un TCR para adulto en todo sitio específico del área de estudio; **B)** TCR para niños que solo viven en escenarios recreativos.

*Indica sitios ahora convertidos en pasarelas y áreas recreativas.

$$HQ_{adjusted} = \frac{CDD}{RfD} \times RBA \quad (14)$$

Para continuar con el mismo procedimiento, considerando la exposición no cancerígena del suelo como la suma de varias EPT (Ec. 8), cuando el ajuste individual de HQi por RBA no

es posible, el valor predeterminado (100% biodisponibilidad o IVBA%) se utilizó para corregir la concentración pseudototal estimando el potencial riesgo para la salud de los suelos.

Evaluación de la exposición humana y riesgos para la salud

La exposición humana a contaminantes metálicos en los suelos urbanos puede ocurrir a través de la ingestión, el contacto dérmico y la inhalación. En este contexto, la ingestión accidental del suelo es a menudo la vía de riesgo más importante (Ng et al. 2015; Darko et al. 2017). Dado que la zona residencial seleccionada ofrece un espacio muy limitado para el desarrollo de jardines, la ingestión de productos de cosecha propia no se considera para este sitio (Asante-Duah 2012). Teniendo en cuenta que principalmente las familias que viven en el área urbana y periurbana de Huelva incluyen tanto a adultos como a niños, la evaluación del riesgo se llevó a cabo por separado para As, Co, Cu y Pb. Entre la población, los niños son considerados los receptores más sensibles debido a la mayor tendencia al contacto mano a boca, lo que puede facilitar la ingestión incidental del suelo (Basta y Juhasz 2014). Por lo tanto, en las zonas residenciales o recreativas, la evaluación del riesgo se determinó tanto para adultos como para niños, pero en otros sitios (incluido el sector industrial) el estudio de riesgo sólo se aplicó a adultos. El HI calculado y el TCR que incorporaron el ajuste de bioaccesibilidad se indican en los cuadros S2 y S3 para adultos y niños, respectivamente. Dado que las concentraciones de Cd, Cr, Ni y Zn en las muestras de suelo estaban por debajo del GRL aplicable establecido por el gobierno autónomo, y que las concentraciones en la mayoría de los extractos de IVBA eran en general bajas, el riesgo asociado con la exposición accidental de suelos contaminados con esos elementos se consideró bastante bajo y, por lo tanto, se excluyó de la caracterización del riesgo. De hecho, Co fue estudiado desde que superó el GRL en las muestras 76, 91, 107, 136, 163, 182 y 184, pero no contribuyeron significativamente al riesgo total no cancerígeno de estos sitios (datos complementarios), que oscilaban entre tres y cuatro órdenes de magnitud por debajo del límite propuesto por la normativa.

Según estas tres posibles exposiciones de vías, el orden de los cocientes de peligro (HQ) para los metales analizados fue As > Pb [Cu > Co, mostrando As y Pb entre uno y tres órdenes de magnitud sobre Cu y Co, respectivamente (Tablas S2 y S3, datos complementarios). Por lo tanto, para las vías de exposición incidental al suelo in situ As y Pb fueron los principales contribuyentes a los riesgos globales, como otros estudios recientes de evaluación del riesgo del suelo han destacado (es decir, Darko et al. 2017; Fernández-Caliani et al. 2019). Asimismo, un estudio realizado en suelo industrial en zonas periurbanas de Huelva, concluyó que los principales contaminantes son As y Pb (Fernández-Caliani 2012). De hecho, el índice total de peligros no cancerígenos (HI), que varió en gran medida en los sitios de muestra, osciló entre 0,04 (muestra 43) y 4,67 (muestra 76*) para adultos, con un valor medio inferior al valor umbral. Sin embargo, el análisis de la HI individual para el sitio específico (Fig. 5), el límite de riesgo se superó en las muestras industriales (97, 134), áreas urbanas/recreativas (76*, 135* y 136*) y en menor medida en las zonas periurbanas con otros usos del suelo

(muestras 90, 107). El HI varió entre 0,31 (muestra 184) y 32,3 (muestra 76*) para niños, con una media de 6,11, superando el nivel aceptable para prácticamente todas las muestras. Se encontraron valores extremadamente altos (alrededor de 10) en los sitios destinados a zonas recreativas que rodean la ciudad de Huelva (76*, 135* y 136*) revelando el efecto adverso que las PTEs supondrían para la salud infantil.

El TCR para adultos varió entre $6.43E-05$ y $1.97E-06$ para As y entre $1.45E-05$ y $2.67E-07$ para Pb, con valores medios de $1.19E-04$ y $1.98E-06$, respectivamente, mientras que el de los niños oscilaba entre $8,97E-04$ y $2,74E-06$ para As y entre $9,36E-06$ y $1,76E-07$ para Pb, con valores medios de $1,66E-04$ y $1,55E-06$, respectivamente. Por lo tanto, los riesgos medios de cáncer en los suelos estudiados eran inaceptables para As e insignificantes para Pb basado en la normativa reguladora. En detalle, los TRCAs de adultos sobrepasaron los valores umbrales en todas las muestras excepto en los sitios 7, 184 y 219 (Fig. 6a), mostrando el valor extremadamente alto asociado con el antiguo puerto mineral (Guillén et al. 2012) en la muestra 76*. Por el contrario, el TRCPb sólo superó el límite en esta muestra. Para evaluar un escenario realista, el TCR para niños sólo se ha descrito para las muestras incluidas en la Fig. 6b, ya que una probabilidad en los niños de desarrollar cáncer en la vida por exposición oral incidental en áreas industriales y/o de uso del suelo debe ser extremadamente baja. No obstante, como puede suponer riesgos para la salud de los niños que viven y juegan en cualquier suelo situado en las zonas recreativas urbanas o periurbanas (Fig. 6b), lo que implica una preocupación según este modelo de evaluación. En este contexto, el riesgo para Pb estaba por debajo del límite en todas las muestras.

Cabe señalar que, si los cocientes de peligro y los riesgos cancerígenos se determinan utilizando el contenido total de metales sin ajuste, se sobreestimarían los valores resultantes tanto para los niños como para los receptores adultos. De hecho, nuestros datos mostraron valores de TRCPb dos veces más altos que el nivel aceptable y los TRCAs tres veces más altos, mientras que HI osciló alrededor de 3,5 veces más alto que HI ajustado para As, Co, Cu y Pb. Estos datos ponen de relieve la importancia del uso de la bioaccesibilidad para la caracterización del riesgo (Darko et al. 2017; Fernández-Caliani et al. 2019). En general, los cocientes de peligro y los datos de riesgo carcinogénico total indicaron que los niños son más vulnerables a los contaminantes que los adultos, como se describió en otros estudios sobre el riesgo humano en suelos urbanos (Darko et al. 2017; Adimalla 2019). Además, el suelo reportado que exceda el umbral reglamentario debe clasificarse como contaminado y, por lo tanto, debe ser descontaminado para evitar la exposición al riesgo humano.

Conclusiones

El análisis espacial de WISH ha revelado que se pueden encontrar diferencias significativas entre la fracción intercambiable (F1-SEP) y la de IVBA, que podría conducir a interpretaciones falsas y subestimar el riesgo para As y Pb, pero sobre estimar el riesgo para otros PTEs como Cu, Ni y Zn, cuando el enfoque tradicional para determinar la fracción de BAC se aplica en los análisis de riesgo. Estos resultados confirman que el riesgo potencial

de PTEs en los suelos para la salud humana no debe evaluarse exclusivamente en función de su concentración (total o parcial).

La concentración total de PTEs en todos los suelos urbanos y periurbanos del municipio de Huelva han superado el nivel reglamentario para declarar un suelo bajo análisis de riesgo en al menos un elemento, excepto en los sitios específicos 43 y 144.

Aunque la bioaccesibilidad en los suelos del área de estudio estaba en gran medida relacionada con sus concentraciones pseudototales, la bioaccesibilidad elemental era variable, con As y Pb con la mayor bioaccesibilidad, principalmente asociada con sitios donde se encontró una mayor concentración de PTEs. Sin embargo, el ajuste de la ingesta diaria utilizando datos de bioaccesibilidad/biodisponibilidad oral específicos del sitio proporcionó una estimación más precisa de los riesgos para la salud humana de la estimación de la exposición, reduciendo la incertidumbre probablemente derivada de las características del suelo.

Los resultados del análisis de riesgos basados en los criterios de la USEPA, después de la evaluación de la exposición ajustada por RBA, sugieren que la contribución de la vía de ingestión es mucho mayor que la inhalación y los contactos dérmicos en el municipio de Huelva para niños y adultos. Los valores del índice de peligro (HI) son superiores al límite recomendado ($HI = 1$) para niños y adultos. Como y Pb son los principales contribuyentes al riesgo general, lo que sugiere que estos metales tienen un riesgo inaceptable no cancerígeno para los residentes. TCR (riesgo carcinogénico total) supera el umbral reglamentario ($1E-05$) en numerosos sitios específicos, tanto para adultos como para niños, lo que muestra un riesgo extremadamente en el sitio 76 (áreas verdes recreativas periurbanas).

Por último, los cocientes de peligro y los datos de riesgo carcinogénico total indicaron que los niños son más vulnerables a los contaminantes en las zonas urbanas y periurbanas, de los cuales, las áreas recreativas que rodean la ciudad planteaban un riesgo más elevado. Además, el suelo notificado que supere el umbral reglamentario debe clasificarse como contaminado y, por lo tanto, aplicar los métodos correctos para prevenir la exposición al riesgo humano, concentrando las estrategias de mitigación para reducir principalmente la concentración como a límites aceptables.

Reconocimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio Español de Educación y Ciencia a través del proyecto CGL2010-21956-C02-02. M.T. Guillen fue apoyado financieramente por la Secretara Nacional de Ciencia Innovación y Tecnología (Senacyt) y el Instituto Nacional para la Formación de Recursos Humanos (Ifarhu).

Referencias

- Adimalla, N. (2019). Heavy metals contamination in urban surface soils of Medak province, India, and its risk assessment and spatial distribution. *Environmental Geochemistry and Health*, 42, 59–75.
- Adimalla, N., & Wang, H. (2018). Distribution, contamination, and health risk assessment of heavy metals in surface soils from northern Telangana, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(21), 684.
- Asante-Duah, K. (2012). *Public Health Risk Assessment for Human Exposure to Chemicals*. Environmental Pollution (Vol. 6). Berlin: Springer Science & Business Media. ISBN: 9401004811, 9789401004817.
- Basta, N. T., & Juhasz, A. (2014). Using in vivo bioavailability and/or in vitro gastrointestinal bioaccessibility testing to adjust human exposure to arsenic from soil ingestion. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 79, 451–472.
- Bosso, S. T., Enzweiler, J., & Angelica, R. (2008). Bioaccessibility in soil and mine wastes after immobilization with phosphate. *Water, Air, and Soil pollution*, 195, 257–273.
- Broadway, A., Cave, M. R., Wragg, J., Fordyce, F. M., Bewley, R. J. F., Graham, M. C., et al. (2010). Determination of the bioaccessibility of chromium in Glasgow soil and the implications for human health risk assessment. *The Science of the Total Environment*, 178, 11–20.
- Caboche, J. (2009). *Validation d'un Test de Mesure de Bioaccessibilite. Application a' Quatre Elements Traces Metalliques dans les Sols: As, Cd, Pb et Sb*. PhD Thesis. Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, p. 348.
- Chen, X., Liu, M., Ma, J., Liu, X., Liu, D., Chen, Y., et al. (2017). Health risk assessment of soil heavy metals in housing units built on brownfields in a city in China. *Journal of Soils and Sediments*, 17(6), 1741–1750.
- Chen, H., Teng, Y., Lu, S., Wang, Y., & Wang, J. (2015). Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. *Science of the Total Environment*, 512–513, 143–153.
- Cocarta, D. M., Neamtu, S., & Resetar Deac, A. M. (2016). Carcinogenic risk evaluation for human health risk assessment from soils contaminated with heavy metals. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13, 2025–2036.
- Darko, G., Dodd, M., Nkansah, M. A., Ansah, E., & Aduse-Poku, Y. (2017). Distribution and bioaccessibility of metals in urban soils of Kumasi, Ghana. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189, 260.

- Delgado, J., Sarmiento, A., Condesso De Melo, M., & Nieto, J. M. (2009). Environmental impact of mining activities in the southern sector of the Guadiana Basin (SW of the Iberian Peninsula). *Water, Air, and Soil pollution*, 199, 323–341.
- Delgado, J., Barba-Brioso, C., Nieto, J. M., & Boski, T. (2011). Speciation and ecological risk of toxic elements in estuarine sediments affected by multiple anthropogenic contributions (Guadiana saltmarshes, SW Iberian Peninsula): I. Surficial sediments. *Science of The Total Environment*, 409, 3666–3679.
- Delgado, J., Boski, T., Nieto, J. M., Pereira, L., Moura, D., Gomes, A., et al. (2012). Sea-level rise and anthropogenic 123. *Environ Geochem Health activities recorded in the late Pleistocene/Holocene sedimentary infill of the Guadiana Estuary (SW Iberia)*. *Quaternary Science Reviews*, 33, 121–141.
- Deng, Y., Jiang, L., Xu, L., Hao, X., Zhang, S., Xu, M., et al. (2019). Spatial distribution and risk assessment of heavy metals in contaminated paddy fields—A case study in Xiangtan City, southern China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 171, 281–289.
- Drexler, J. W. (2007). An in vitro method that works! A simple, rapid and accurate method for determination of lead bioavailability. Durham, NC: EPA Workshop.
- España. Real Decreto-Ley 9/2005, de 14 de enero 2005, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. *Boletín Oficial del Estado*, 14 de enero de 2005, núm. 15, pp. 18433 a 1843.
- Fernández-Caliani, J. C. (2012). Risk-based assessment of multimetallic soil pollution in the industrialized peri-urban area of Huelva, Spain. *Environmental Geochemistry and Health*, 34, 123–139.
- Fernández-Caliani, J. C., Giraldez, M. I., & Barba-Brioso, C. (2019). Oral bioaccessibility and human health risk assessment of trace elements in agricultural soils impacted by acid mine drainage. *Chemosphere*, 237, 124441.
- Finley, B. L., Monnot, A. D., Paustenbach, D. J., & Gaffney, S. H. (2012). Derivation of a chronic oral reference dose for cobalt. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 64, 491–503.
- Galán, E., Fernández-Caliani, J. C., González, I., Aparicio, P., & Romero, A. (2008). Influence of geological setting on geochemical baselines of trace elements in soils. Application to soils of South-West Spain. *Journal of Geochemical Exploration*, 98, 89–106.
- Galán, E., Romero, A., Aparicio, P., & González, I. (2019). A methodological approach for the evaluation of soil pollution by potentially toxic trace elements. *Journal of Geochemical Exploration*, 203, 96–107.
- Guillén, M. T., Delgado, J., Albanese, S., Nieto, J. M., Lima, A., & De Vivo, B. (2011). Environmental geochemical mapping of Huelva municipality soils (SW Spain) as a tool to

determine background and baseline values. *Journal of Geochemical Exploration*, 109, 59–69.

Guillén, M. T., Delgado, J., Albanese, S., Nieto, J. M., Lima, A., & Vivo, De. (2012). Heavy metals fractionation and multivariate statistical techniques to evaluate the environmental risk in soils of Huelva Township (SW Iberian Peninsula). *Journal of Geochemical Exploration*, 119–120, 32–43.

Gupta, S. K., Vollmer, M. K., & Krebs, R. (1996). The importance of mobile, mobilisable and pseudo total heavy metal fractions in soil for three-level risk assessment and risk management. *The Science of the Total Environment*, 178, 11–20.

Harichandan, R., Routroy, S., Mohanty, J. K., & Panda, C. R. (2013). An assessment of heavy metal contamination in soils of fresh water aquifer system and evaluation of ecotoxicity by lithogenic implication. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 3503–3516. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2806-7>.

Junta de Andalucía. (2015). Decreto 18/2015, de 27 de enero, por el que se aprueba el reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 38, 28–64.

Latawiec, A. E., Simmons, P., & Reid, B. J. (2010). Decisionmakers' perspectives on the use of bioaccessibility for risk-based regulation of contaminated land. *Environmental International*, 36, 383–389.

López-González, N., Borrego, J., Ruiz, F., Carro, B., Lozano-Soria, O., & Abad, M. (2006). Geochemical variations in estuarine sediments: provenance and environmental changes (Southern Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67(1–2), 313–320.

Lu, Y., Yin, W., Huang, L., Zhang, G., & Zhao, Y. (2011). Assessment of bioaccessibility and exposure risk of arsenic and lead in urban soils of Guangzhou City, China. *Environmental Geochemistry and Health*, 33, 93–102.

Lu, Y., Zhu, F., & Chen, J. (2007). Haihua Gan, Yanbiao Guo Chemical fractionation of heavy metals in urban soils of Guangzhou, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 134(1–3), 429–439.

Mateo, R., Baos, A. R., Vidal, D., Camarero, P. R., Martínez-Haro, M., & Taggart, M. A. (2011). Bioaccessibility of Pb from ammunition in game meat is affected by cooking treatment. *PLoS ONE*, 6(1), e15892. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015892>.

Morillo, J., Usero, J., & Rojas, R. (2008). Fractionation of metals and As in sediments from a biosphere reserve (Odiel salt marshes) affected by acidic mine drainage. *Environmental Monitoring and Assessment*, 139, 329–337.

Morman, S. A., Plumlee, G. S., & Smith, D. B. (2009). Application of in vitro extraction studies to evaluate element bioaccessibility in soils from a transect across the United States and Canada. *Applied Geochemistry*, 24, 1454–1463.

Narsimha, A., & Rajitha, S. (2018). Spatial distribution and seasonal variation in fluoride enrichment in groundwater and its associated human health risk assessment in Telangana State, South India. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(8), 2119–2132.

Ng, J. C., Juhasz, A., Smith, E., & Naidu, R. (2015). Assessing the bioavailability and bioaccessibility of metals and metalloids. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 8802–8825.

Nieto, J. M., Sarmiento, A. M., Olías, M., Cánovas, C. R., Riba, I., Kalman, J., & Del Valls, T. A. (2007). Acid mine drainage pollution in the Tinto and Odiel rivers (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary. *Environment International*, 33, 445–455.

Okorie, A., Entwistle, J., & Dean, J. R. (2011). The application of in vitro gastrointestinal extraction to assess oral bioaccessibility of potentially toxic elements from an urban recreational site. *Applied Geochemistry*, 26, 789–796.

Pelfrene, A., Waterlot, C., Mazzuca, M., Nisse, C., Bidar, G., & Douay, F. (2011). Assessing Cd, Pb, Zn human bioaccessibility in smelter contaminated agricultural topsoils (northern France). *Environmental Geochemistry and Health*, 33, 477–493.

Pérez-López, R., Álvarez -Valero, A. M., Nieto, J. M., Sáez, R., & Matos, J. X. (2008). Use of sequential extraction procedure for assessing the environmental impact at regional scale of the Sao Domingos Mine (Iberian Pyrite Belt). *Applied Geochemistry*, 23, 3452–3463. *Environ Geochem Health*.

Perin, G., Craboledda, L., Lucchese, M., Cirillo, R., Dotta, L., Zanette, M.L., et al., 1985. Heavy metal speciation in the sediments of Northern Adriatic Sea—A new approach for environmental toxicity determination. In T.D. Lekkas (Ed.), *Heavy Metal in the Environment* (pp. 454–456).

Poggio, L., Vrscaj, B., Schulín, R., Hepperle, E., & Ajmone- Marsan, F. (2009). Metals pollution and human bioaccessibility of topsoils in Grugliasco (Italy). *Environmental Pollution*, 157, 680–689.

Querol, X., Alastuey, A., De la Rosa, J., Sánchez de la Campa, A., Plana, F., & Ruiz, C. (2002). Source apportionment analysis of atmospheric particulates in an industrialised urban site in southwestern Spain. *Atmospheric Environment*, 36, 3113–3125.

Rahaman, S., Sinha, A. C., Pati, R., & Mukhopadhyay, D. (2013). Arsenic contamination: A potential hazard to the affected areas of West Bengal, India. *Environmental Geochemistry and Health*, 35(1), 119–132.

Rauret, G., López-Sánchez, J. F., Sahuquillo, A., Rubio, R., Davidson, C., Ure, A. M., & Quevauvilller, P. H. (1999). Improvement of the BCR three step sequential extraction

procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials. *Journal of Environmental Monitoring*, 1, 57–61.

Rodrigues, S. M., Cruz, N., Carvalho, L., Duarte, A. C., Pereira, E., Boim, A. G. F., et al. (2018). Evaluation of a single extraction test to estimate the human oral bioaccessibility of potentially toxic elements in soils: towards more robust risk assessment. *Science of the Total Environment*, 635, 188–202.

Romic, M., & Romic, E. (2003). Heavy metals distribution in agricultural topsoils in urban area. *Environmental Geology*, 43, 795–805.

Roussel, H., Waterlot, C., Pelfrene, A., Pruvot, C., Mazzuca, M., & Douay, F. (2010). Cd, Pb and Zn oral bioaccessibility of urban soils contaminated in the past by atmospheric emissions from two lead and zinc smelters. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 58, 945–954.

Ruby, M. V., Schoof, R., Brattin, W., Goldade, M., Post, G., Harnois, M., et al. (1999). Advances in evaluating the oral bioavailability of inorganics in soil for use in human health risk assessment. *Environmental Science and Technology*, 33, 3697–3705.

Salminen, R., Batista, M. J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W. et al. (2005). In W. De Vos & T. Tarvainen (Eds.), *FOREGS geochemical atlas of Europe, part 1: Background information, methodology and maps*. Espoo: Geological Survey of Finland.

Sarmiento, A. M., Nieto, J. M., Olías, M., & Cánovas, C. (2009). Hydrochemical characteristics and seasonal influence on the pollution by acid mine drainage in the Odiel river Basin (SW Spain). *Applied Geochemistry*, 24, 697–714.

Schewald, R. A. (2001). BARGE: Bioavailability Research Group in Europe: European coordination on risk assessment of soils. *Land Contam Reclam*, 9, 107–108. Sialelli, J., Urquhart, G. J., Davidson, C. M., & Hursthouse, A. S. (2010). Use of a physiologically based extraction test to estimate the human bioaccessibility of potentially toxic elements in urban soils from the city of Glasgow, UK. *Environmental Geochemistry and Health*, 32, 517–527.

Sialelli, J., Davidson, C. M., & Hursthouse, A. S. (2011). Human bioaccessibility of Cr, Cu, Ni, Pb and Zn in urban soils from the city of Torino, Italy. *Environmental Chemistry Letters*, 9, 197–202.

Turner, A. (2011). Oral bioaccessibility of trace metals in household dust: a review. *Environmental Geochemistry and Health*, 33, 331–341.

USEPA-United States Environmental Protection Agency. (1989). Risk assessment guidance for superfund, Vol I, human health evaluation manual (part A). EPA/ 540/1–89/ 002. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

USEPA-United States Environmental Protection Agency. (2001). Supplemental guidance for developing soil screening levels for superfund sites. OSWER 9355.4-24. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

USEPA-United States Environmental Protection Agency. (2002). A review of the reference dose and reference concentration process. Risk Assessment Forum, Washington, DC. EPA/630/P02/002F. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

USEPA-United States Environmental Protection Agency. (2006). Estimation of relative bioavailability of lead in soil and soil-like materials using in vivo and in vitro methods.

OSWER 9285.7-77. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response.

Wragg, J., Cave, M. R., Basta, N., Brandon, E., Casteel, S., Denys, S. E. B., et al. (2011). An inter-laboratory trial of the unified BARGE bioaccessibility method for arsenic, cadmium and lead in soil. *Science of the Total Environment*, 409, 4016–4030.

Xu, Y., Dai, S., Meng, K., Wang, Y., Ren, W., Zhao, L., et al. (2018). Occurrence and risk assessment of potentially toxic elements and typical organic pollutants in contaminated rural soils. *Science of the Total Environment*, 630, 618–629.

Zhaoyong, Z., Mamat, A., & Simayi, Z. (2019). Pollution assessment and health risks evaluation of (metalloid) heavy metals in urban street dust of 58 cities in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(1), 126–140.

Zia, M. H., Codling, E. C., Scheckel, K. S., & Chaney, R. (2011). In vitro and in vivo approaches for the measurement of oral bioavailability of lead (Pb) in contaminated soils: A review. *Environmental Pollution*, 159, 2320–2327. Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

¿Cuán verde es la obtención del biodiésel?

How green is obtaining biodiesel?

Magister Ladys Y. Santos Espinales

1. Docente Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades. Universidad Iberoamericana de Panamá-sede David.

email: ladys.santos.d96@univero.ac.pa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1000-2152>

Resumen

La presente experiencia de laboratorio muestra los resultados de la obtención de biodiésel a partir de una transesterificación de triacilglicéridos (en este caso aceite vegetal usado) con metanol en presencia de potasa comercial (KOH al 50%) como catalizador.

Se implementó esta práctica con el fin de reutilizar el aceite y prevenir la contaminación que ocasiona. El aceite usado vertido al suelo destruye el humus, mata la materia viva que hay en él y disminuye su fertilidad. Por infiltración contamina las aguas subterráneas haciéndolas inadecuadas para el uso humano y riego. Adicional, se ha realizado una evaluación al procedimiento utilizado para la obtención del biodiésel conforme a los 12 Principios de la Química Verde, la evaluación es de 8 lo que significa: Muy buen acercamiento a verde.

La obtención de biodiésel es una práctica experimental que está tomando fuerza por ser una opción que permite sustituir los combustibles fósiles, pero debemos considerar también que la obtención de este cause el menor daño posible al ambiente. Nuestros resultados confirman que debe considerarse el alcohol etílico en lugar de metanol, siendo el paso menos verde en este procedimiento.

Palabras claves: biodiésel, aceite vegetal, ambiente, contaminación, química verde.

Abstract

The present laboratory experience shows the results of obtaining biodiesel from a transesterification of triacyl glycerides (in this case used vegetable oil) with methanol in the presence of commercial potash (50% KOH) as a catalyst.

This practice was implemented to reuse the oil and prevent the contamination it causes. Used oil poured into the soil destroys the humus, kills the living matter in it and decreases its fertility. Through infiltration it contaminates groundwater, making it unsuitable for human use and irrigation. Additionally, an evaluation has been carried out on the procedure used to obtain biodiesel in accordance with the 12 Principles of Green Chemistry, the evaluation is 8 which means: Very good approach to green.

Obtaining biodiesel is an experimental practice that is gaining strength as it is an option that allows us to replace fossil fuels, but we must also consider that obtaining it causes the least possible damage to the environment. Our results confirm that ethyl alcohol should be considered instead of methanol, being the least green step in this procedure.

Keywords: biodiesel, vegetable oil, environment, contamination, green chemistry.

1. Introducción

El aceite vegetal usado es causa de problemas de salud y contaminación ambiental en nuestro país, ya que se generan grandes volúmenes de aceite vegetal usado y no existe ninguna estrategia gubernamental para su reutilización. Pero, es de conocimiento público que en otros países sí lo reutilizan para elaborar jabones y como una alternativa para cuidar el ambiente en la producción de biodiésel.

El biodiésel es un excelente biocombustible ya que no contiene azufre y el contenido aromático es casi nulo, haciéndolo ambientalmente más aceptable que el diésel de petróleo (Abreu et. al, 2006).

Es por esta necesidad de cambio que instruimos a nuestros estudiantes las posibilidades que existen al reutilizar el aceite de cocina para la obtención de biodiésel y glicerina, aprovechando que dentro del currículo de los décimos años del bachiller en ciencias se introducen los temas que describen la materia, su composición, propiedades, cambios físicos y químicos, así como técnicas de separación de mezclas. Todos estos conceptos los podemos abarcar con esta experiencia de laboratorio. Además, nos brinda la oportunidad de crear nuevas prácticas en situaciones tan cotidianas como lo es el tratamiento de los aceites comestibles utilizados y posibles actuaciones para conservar la vida en un determinado entorno.

Es decir, desde la práctica docente, fomentar en las nuevas generaciones una conciencia ambiental es parte de nuestros objetivos. El daño que causan los aceites usados al ambiente es realmente relevante, no podemos seguir implementando prácticas académicas que conlleven a más contaminación, y hasta donde sea posible enseñar una química verde capaz de solucionar problemas, que ofrezca alternativas a los ya existentes y que permita al alumnado alcanzar sus aprendizajes, pero desde una perspectiva ecoamigable.

2. Aceites vegetales: ingrediente infaltable de la cocina panameña

En cada hogar, fonda, restaurante y en el sector hotelero, se generan grandes volúmenes de aceite vegetal usado debido a la gran demanda que por nuestra cultura tienen los productos fritos, constituyendo un problema desde el punto de vista ambiental, así como para la salud de los consumidores.

Es parte de las comidas típicas panameñas una extensa lista de alimentos fritos, que varían de nombre de acuerdo con la región, pero cuya preparación es la misma, podemos mencionar: hojaldres, empanadas, yuquitas, platanitos, chicharrón, buñuelos o carimañolas, pastelitos, almojábanos, empanadas, carne ahumada de cerdo o de res, chorizo criollo, pescado, patacones. Sin importar, la provincia o tipo de restaurante siempre encontraremos muchas opciones fritas, las razones de la alta demanda van desde la textura, sabor, costumbres, facilidad en la preparación; pero definitivamente las prácticas culinarias ofrecen muchas opciones.

Desde hace años se sabe que el aceite no debe ser reutilizado en la elaboración de alimentos, al menos no con frecuencia, debido a que las altas temperaturas a que debe ser sometido para freír alimentos generan la liberación de agentes cancerígenos como el benzopireno ($C_{20}H_{12}$). Algunas de las dolencias más comunes del exceso de frituras tienen relación con el colon, problemas vasculares e incluso, un posible cáncer gástrico. A pesar de esto, algunos, por las condiciones de trabajo y porque resulta muy caro, continúan

utilizándolo indiscriminadamente. Ya que no existe ninguna Ley que regule el uso del aceite, las fondas adquieren de cadenas de restaurantes el aceite descartado para seguir preparando sus productos.

3. Reciclaje de aceites vegetales

Con tanto aceite que se utiliza, así mismo debemos pensar y a la hora de desecharlo ¿a dónde va? Lo recomendable es que el aceite se envase y luego sea recolectado en los camiones recolectores de basuras que lamentablemente sólo lo depositarán en grandes vertederos. Es decir, que no serán reciclados. En otros casos, se vierte directamente en el suelo, en los sistemas de alcantarillados sanitarios, pluviales y cualquier otro cuerpo de agua superficial o marítimo; lo que provoca afectaciones al ecosistema. Esta situación ha conllevado a que se trabaje en la búsqueda de alternativas para el uso de estos aceites, hasta la fecha no hay regulación alguna en nuestro país, sin penalizaciones, ni inversión gubernamental en el reciclado de este, unas pocas empresas han dado inicio en la recolección de estos con inversión extranjera. A nivel mundial, una solución a este problema es utilizarlo para la obtención de biocombustible, fabricar jabones, obtener glicerina u otro uso industrial no alimentario.

El biodiésel según las especificaciones de la norma ASTM (American Society for Testing and Material Standard), son ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de lípidos naturales, tales como aceites vegetales o grasas de animales que se emplean en motores de ignición por compresión, entre otras aplicaciones (Salgueiro et al., 2014).

Para la producción de biodiésel se lleva a cabo una transesterificación de triacilglicéridos (en este caso aceite vegetal usado) con metanol en presencia de hidróxido de potasio comercial, también conocido como potasa (KOH al 50%) como catalizador, tal como se observa en la Figura 1.

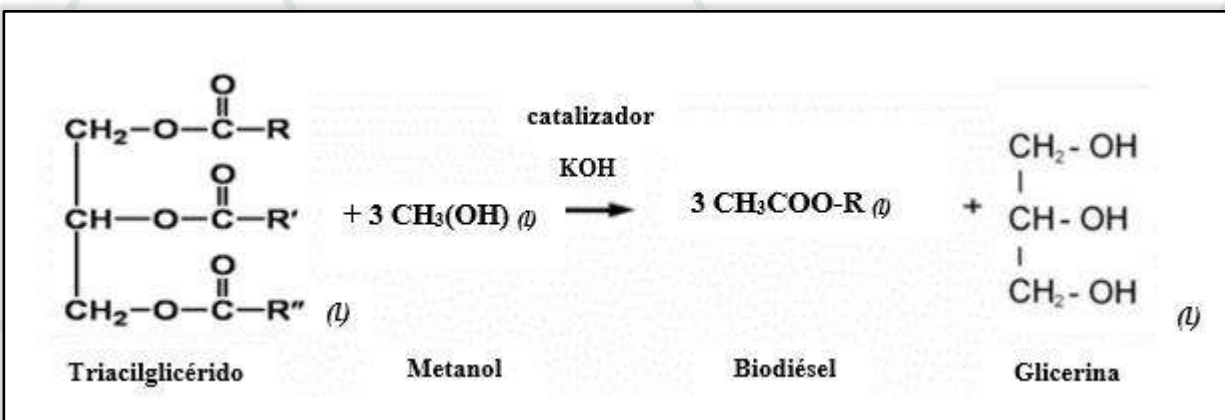


Figura 1. Reacción química para obtener biodiésel

1. Método para obtener biodiésel

Para obtener biodiésel es necesario mezclar triacilglicéridos con un alcohol en presencia de un catalizador, a este proceso se le denomina reacción de transesterificación. Una vez se complete la reacción y los nuevos productos se lleven a un embudo de decantación se obtendrá biodiésel y glicerina. El combustible es de color ámbar y fluye como agua y la

glicerina de color marrón, teniendo una consistencia gelatinosa y mayor viscosidad queda en el fondo del vaso de precipitado.

En este caso se empleó aceite vegetal usado proveniente de la cocina de un restaurante. Particularmente se utilizó aceite proveniente de la línea de frituras como empanadas y hojaldres. Como alcohol se decidió utilizar el metanol ya que es el reactivo que más se emplea en otros países para la obtención de biodiésel a partir de aceites usados y como catalizador la potasa porque es muy fácil de conseguir en supermercados.

4. Hipótesis de trabajo

Ha: Según el desarrollo de la experiencia de laboratorio, será mayor la cantidad de biodiésel en dicho procedimiento y menor la de glicerina.

Ho: Según el desarrollo de la experiencia de laboratorio, será menor la cantidad de biodiésel en dicho procedimiento y mayor la de glicerina.

5. Materiales y reactivos

Materiales

Vasos de precipitado

Matraz Erlenmeyer

Policial

Fuente de calor externa

Reactivos

20,0 ml de Metanol

Potasa comercial (KOH al 50%)

100,0 ml Aceite comestible vegetal usado

6. Procedimiento y resultados

• Agregar 5,0 g de potasa a un erlenmeyer de 250 ml que contiene 20,0 ml de metanol.

Se agita hasta disolverse

Luego de calentar se mezcla con la disolución metanólica.

• Se calienta los 200,0 ml de aceite vegetal hasta unos 40 °C.

• Al principio, la mezcla parecerá turbia, pero pronto se apreciará que se separan dos capas.

Se procede a separar aprovechando la diferencia de densidad.

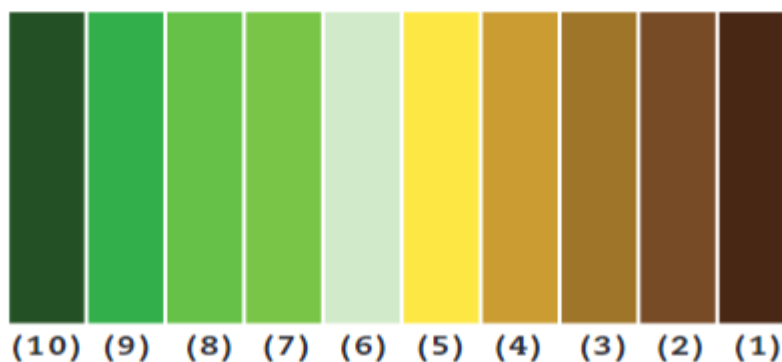
7. Análisis de resultados

La experiencia de laboratorio nos mostró que, al reciclar el aceite de cocina, podemos extraer dos nuevas sustancias, el biodiésel y la glicerina, la glicerina nos dio en mayor cantidad con respecto al biodiésel, siendo una equivalencia aproximada de 3:1. Se van a separar por su diferencia de densidad, a la vez estos nuevos productos se convierten en sustancias de provecho para otras actividades, se recomienda la purificación de ambos.

8. Evaluación del verdor de nuestra experiencia de laboratorio

En Morales et al., (2011), encontramos una forma práctica de evaluar cuán verde es un experimento: “*La herramienta metodológica que se propone es mixta: cualitativa, mediante un código de color (figura 2) y semicuantitativa, a través del uso de una escala numérica tipo Likert (1–10), evaluaciones que se ha considerado adecuado indicar entre paréntesis. La herramienta de evaluación incluye entonces el código de colores y la escala tipo Likert que va de totalmente café (1) a totalmente verde (10), y que de manera ponderal indica cuál es el grado de acercamiento al protocolo de la Química Verde, como puede observarse en la figura 2*”.

Figura 2. Código de colores y escala Likert



Nota. Código de color para evaluar un acercamiento verde: 10, completamente verde, 1 totalmente café. Tomado de *¿Qué tan verde es un experimento?* (p.243), por Morales, et al., 2011, Educ. quim.

El análisis se realiza utilizando como margen de referencia los 12 Principios de la Química Verde, por lo tanto, es muy importante dominar y realizar un análisis crítico de cada paso del experimento. Los 12 Principios de la Química Verde, resumidos en la Tabla 1, fueron desarrollados por los científicos Paul Anastas y John Warner (1998).

Cada paso del experimento debe cotejarse con los Principios que se relacionen, por lo tanto, un mismo paso puede estar relacionado con más de un Principio. Es muy común que se hagan reflexiones acerca del trabajo de laboratorio y cómo tratar los desechos tanto en prácticas académicas como en el campo industrial, pero este es solamente un Principio, poco se reflexiona acerca de la *economía del átomo* o *el uso de auxiliares más seguros*.

Tabla 1. Los 12 Principios de la Química Verde

1. Prevención de residuos: es mejor prevenir los residuos que tratar o limpiar los residuos después de que se hayan creado.
2. Economía del átomo: los métodos sintéticos deben diseñarse para maximizar la incorporación de todos los materiales utilizados en el proceso en el producto final.
3. Síntesis de sustancias químicas menos peligrosas: siempre que sea posible, los métodos sintéticos deben diseñarse para usar y generar sustancias que posean poca o ninguna toxicidad para la salud humana y el medio ambiente.
4. Diseño de productos químicos más seguros: los productos químicos deben diseñarse para preservar la eficacia de la función y reducir la toxicidad.
5. Disolventes y auxiliares más seguros: el uso de sustancias auxiliares (por ejemplo, disolventes, agentes de separación, etc.) debe hacerse innecesario siempre que sea posible e inocuo cuando se utilizan.
6. Diseño para la eficiencia energética: los requisitos energéticos deben reconocerse por sus impactos ambientales y económicos y deben minimizarse. Los métodos sintéticos deben realizarse a temperatura y presión ambientales.
7. Uso de materias primas renovables: una materia prima o materia prima debe ser renovable en lugar de agotarse siempre que sea técnica y económicamente viable.
8. Reducir derivados: la derivatización innecesaria (uso de grupos de bloqueo, protección / desprotección, modificación temporal de procesos físicos / químicos) debe minimizarse o evitarse si es posible, porque tales pasos requieren reactivos adicionales y pueden generar desperdicio.
9. Catálisis: los reactivos catalíticos (lo más selectivos posible) son superiores a los reactivos estequiométricos.
10. Diseño para la degradación: los productos químicos deben diseñarse de modo que al final de su función se descompongan en productos de degradación inocuos y no persistan en el medio ambiente.
11. Análisis en tiempo real para la prevención de la contaminación: las metodologías analíticas deben desarrollarse más para permitir la supervisión y el control en tiempo real en el proceso antes de la formación de sustancias peligrosas.
12. Química intrínsecamente más segura para la prevención de accidentes: las sustancias y la forma de una sustancia utilizada en un proceso químico deben elegirse para minimizar el potencial de accidentes químicos, incluidos escapes, explosiones e incendios.

A continuación, describimos los pasos que seguimos para llevar a cabo esta reacción (Tabla 2). Se describe la metodología lo más detallada posible para realizar la evaluación de cuán verde es el experimento realizado. En cada paso se analizan los 12 Principios de la Química Verde, es decir, ¿qué tan verde es el paso 1 de acuerdo al Principio 9? Se asignará su valor conforme a la Figura 2 entre paréntesis.

Tabla 2. Diagrama de flujo experimental con su respectiva evaluación.

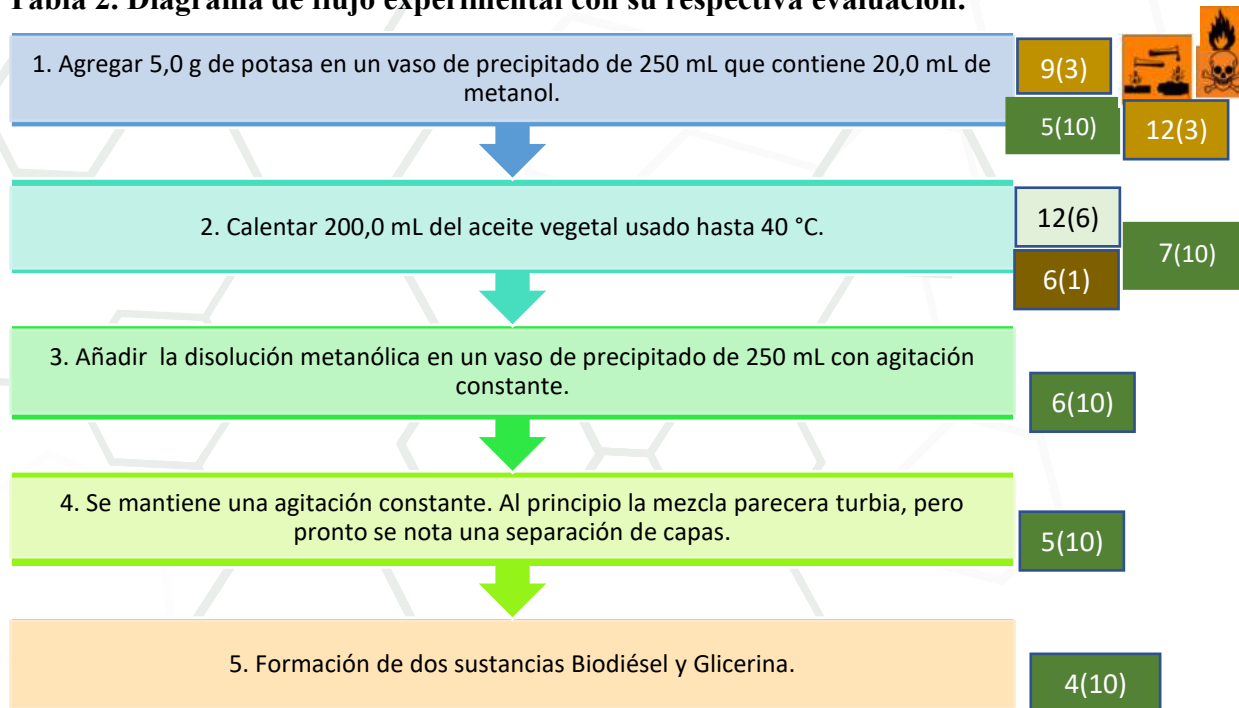


Tabla 2. Evaluación de los pasos descritos en el diseño experimental.

Evaluación del experimento.	
1.	El metanol se obtiene principalmente del gas natural, una fuente no renovable.
2.	Dificultad en la eliminación de los catalizadores básicos después de la reacción.
3.	El biodiesel es un combustible potencialmente más “verde”, debido a que no contiene azufre o contiene menos que el diésel del petróleo.
4.	La sumatoria de todas las evaluaciones realizadas (43) la cual se divide entre el total de eventos realizados (5), lo que da un resultado de 8 que significa: Muy buen acercamiento verde, de acuerdo con Morales et al. (2011).

9. Recomendaciones

Es necesario hacer una minuciosa revisión de los pasos que han sido clasificados “poco verdes”, de acuerdo con los 12 Principios de la Química Verde; con el objetivo de proponer otras fuentes de materia prima, sin que el producto pierda su eficacia. Recomendamos sustituir el metanol con etanol para mejorar el verdor del experimento.

10. Conclusiones

Los daños que causa el aceite usado a la salud y los diversos ecosistemas, es un tema de interés que debe llevarnos a reflexionar sobre nuestras prácticas, pero sobre todo orientarnos para tomar acciones dentro de nuestras zonas de trabajo, al ser comunidades rurales, por ende, se práctica de forma habitual desechar el aceite usado en cañerías, en los patios o en las quebradas, contaminando su medio ambiente.

Son muchos los países que aprovechan el aceite usado para elaborar y aprovechar los productos ya mencionados, biodiésel y glicerina. Razón por la cual existe bibliografía y antecedentes suficientes para que en nuestro país también se fomenten nuevas políticas y con ello prácticas que favorezcan la salud de los ciudadanos y la preservación del ambiente.

El biodiésel es un combustible de origen biológico renovable, que se origina de restos orgánicos. Este combustible reduce el volumen total de dióxido de carbono (CO₂) emitido a la atmósfera, que es mezclado con otros carburantes en un 5 - 10 % reduciendo de manera favorable, la emisión de gases, que dan origen al efecto invernadero.

Referencias Bibliográficas

Abreu, L.; Alvarez, M.; Ruiz, S; Cardena, M. (2006). Obtencion de biodisel a partir de aceites vegetales usados. Revista ION, vol. 19, num1, pp. 39-42. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. (extraído el 2 de diciembre del 2021)

Davila Juan, Christian Cortes. (2017). Obtención de biodiesel a partir de aceite de fritura (Tesis de licenciatura, Universidad libre de Colombia).
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10393/Proyecto%20de%20Grado%20BIODIESEL%20%281%29%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
(extraído 1 de diciembre)

Morales Galicia, M.; Martínez, J.; Reyes-Sánchez, L.; Hernández, O.; Arroyo, G.; Obaya, A.; Miranda, R. (2011). *¿Qué tan verde es un experimento?* Educ. quím., 22(3), 240-248.

Salgueiro, JI; Pérez, L.; Cancela, Á. (2014). *Simulación y diseño de una planta versátil para la obtención de biodiesel*. España: Meubook, SL, Meubook, SL. ISBN: 978-84-943003-1-8.

Así hace Biodiésel en su casa. <http://www.atinabiotec.cl/content/view/212/Asi-haceBiodiesel-ensucasa.html> (consultado 24 de noviembre 2021).

La Importancia de la Administración Educativa en la Promoción de Relaciones Laborales Saludables

Magister Jobet Edwards

Email: jobet.edwards.d88@unibero.ac.pa

Resumen

La educación es fundamental en las buenas prácticas administrativas. La administración tiene la responsabilidad de organizar y gestionar los procesos administrativos de los cuales es común las relaciones entre jefes, colegas, personal administrativo y de aseo. Todos ellos de alguna u otra manera se relacionan entre sí y la administración además de administrar recursos económicos también administra relaciones laborales.

Las buenas relaciones laborales tienen un impacto relevante en la calidad de la educación, ya que se requiere de la participación de cada miembro en las diversas actividades que surgen a lo largo del proceso académico.

Por otro lado, para que haya esa relación laboral armoniosa, productiva y a la vez efectiva se necesita que la comunicación sea clara y directa, que no existan las ambigüedades para evitar confusiones con el mensaje. Otro de los aspectos que en ocasiones se carece es la resiliencia y la tolerancia, ambas necesarias para la convivencia que también forma parte de la labor docente.

Otra de las características de la buena relación laboral tiene que ver con la satisfacción que sienten los miembros del equipo de trabajo. Puesto que, si se cuenta con un equipo de trabajo satisfecho esto traerá como consecuencia una mejor relación entre compañeros.

Las relaciones laborales también se ven influenciada por la salud mental. Quienes tengan buena salud mental podrán llevarse mejor con sus colegas. La salud mental resiste cualquier circunstancia por incómoda que esta sea.

Palabras claves: relaciones laborales, administración educativa, fortalecer, gestión, docentes.

Abstract

Education is essential in good administrative practices. The administration has the responsibility of organizing and managing the administrative processes of which the relationships between bosses, colleagues, administrative and cleaning staff are common. All of them in one way or another relate to each other and the administration, in addition to managing economic resources, also manages labor relations.

Good labor relations have a relevant impact on the quality of education, since the participation of each member is required in the various activities that arise throughout the academic process.

On the other hand, for there to be a harmonious, productive and at the same time effective working relationship, communication needs to be clear and direct, with no ambiguities to

avoid confusion with the message.

Another characteristic of a good labor relationship has to do with the satisfaction felt by the members of the work team. Since, if you have a satisfied work team, this will result in a better relationship between colleagues.

Work relationships are also influenced by mental health. Those with good mental health will be able to get along better with their colleagues. Mental health resists any circumstance, no matter how uncomfortable it may be.

Keywords: labor relations, educational administration, strengthen, management, teachers.

Introducción

¿Por qué algunas instituciones educativas si mantienen buenas relaciones laborales y otras no?

Siendo la administración quien dirige las funciones generales de la institución educativa debe procurar mantener un ambiente laboral armonioso, equilibrado, procurando que se cumplan los objetivos propuestos. Pero, hay instituciones donde la tensión de las relaciones laborales parece ser lo normal y no lo es.

Son varios los aspectos que influyen en las buenas relaciones laborales como es la comunicación, la colaboración entre los docentes, las mentorías sobre relaciones laborales, el reconocimiento de la labor realizada y el respeto al tiempo libre, todas estas fomentan las buenas relaciones laborales en las instituciones educativas. Es un conjunto de cualidades que se deben desarrollar, si las instituciones no las tienen, procurar proveerlas para que logre una institución educativa con ambientes de relaciones laborales saludables.

Desarrollo

Las relaciones laborales se desarrollan mejor cuando los ambientes de trabajo son saludables, es decir el trato es agradable, pertinente y acorde a las normas de urbanidad y respeto según Medina y Cembranos (2002) y como se citó por Rivera, M. et al. (2016) las relaciones interpersonales constituyen la red básica de acompañamiento vital entre seres humanos, donde se caracteriza la calidad y cantidad de intercambios emocionales de comunicación y expresión corporal.

En los ambientes donde la comunicación es abierta, respetuosa y transparente los docentes se sienten escuchados y valorados y con la confianza de exponer sus puntos de vistas, además los conflictos se pueden resolver sin ofensas y llegar a puntos de acuerdo. Pero, en aquellos ambientes donde la dirección es parte del problema y no acepta sus errores es muy difícil que quiera cambiar o mejorar sus actitudes o proceder inapropiados.

La manera de pedir es otro punto de vista muy discutido porque, aunque estén educados los docentes y demás personal, la manera de pedir de algunos colegas, ya sean directores o administrativos deja mucho entre dicho sobre su formación como persona, algunos en su manera de expresarse son groseros o utilizan la ofensa, las amenazas e inclusive los gritos para presionar a que los demás hagan lo que ellos dictaminan como si fueran dueños de pequeñas islas educativas.

A mi parecer esto no debería estar pasando en las instituciones educativas ya que se supone que han recibido una educación formal en principios y valores y no deberían estar

agrediendo verbalmente y menos físicamente; la administración educativa pudiera apoyarse con intermediarios o un personal neutral que le ayude a resolver conflictos de relaciones laborales.

La promoción de relaciones laborales saludables está relacionada también con la capacitación que se le da al personal, esto los involucra y los compromete con buenas prácticas y los capacita a relacionarse mejor.

En el contexto de las capacitaciones, la administración educativa desempeña un papel fundamental al impulsar el crecimiento personal y profesional de sus colegas, así como del personal administrativo y de servicios de limpieza. Esta mejora se logra al proporcionar oportunidades para el desarrollo a través de programas de seminarios, iniciativas de mentoría, y al fomentar una comunicación basada en una retroalimentación constructiva. De esta manera, se genera un ambiente donde cada miembro del equipo se siente valorado, respaldado y satisfecho con su trabajo, lo que, a su vez, mejora de forma significativa las relaciones laborales, fomentando una colaboración más efectiva y armónica en la institución.

La administración educativa debe adherirse a las políticas educativas que promuevan la igualdad y eviten la discriminación basada en género, religión, incluyendo la afiliación política. Además, es imperativo que la administración demuestre un profundo respeto por cada uno de sus colaboradores, asegurando que se les proporcione una distribución justa y equitativa de los recursos económicos y administrativos necesarios para su óptimo desempeño laboral. Reconociendo y valorando los méritos y esfuerzos individuales, se fortalece la motivación y las relaciones entre los docentes, personal administrativo, y personal de aseo.

Es crucial que los docentes y demás personal se involucren activamente en las diferentes comisiones, ya que la colaboración en equipo no solo fomenta la creación de lazos de compromiso, sino que también infunde un sentimiento de comunidad y un propósito compartido. Esto, a su vez, contribuye significativamente a mantener relaciones laborales saludables y a avanzar en los proyectos en común.

Al trabajar juntos, los miembros del equipo se sienten respaldados y se brindan apoyo mutuo para alcanzar los resultados esperados por la administración. Estas colaboraciones no solo fortalecen las relaciones laborales, sino que también impulsan la efectividad y el éxito de los proyectos colectivos. Existen docentes con falta de sentido colaborativo y no comprenden lo importante que es su ayuda en los diversos proyectos. No es correcto, que trabajen de forma aislada; pertenecen a una institución por lo que se requiere que se integren participando en las diversas comisiones, por muy poco que sea el apoyo que ofrezcan en los equipos de trabajo permitirá llevar con mayor eficiencia la tarea, incluso mejora las actitudes de los docentes cuando se ven inmerso en los equipos de trabajo, esto lo reafirma el Portal de Educación Infantil y Primaria (2018).

Los modelos de desarrollo colaborativo constituyen una metodología de trabajo que resulta de mucha utilidad para la solución de los problemas que aparecen actualmente en la práctica docente. En el pasado, la interacción personal entre colegas a menudo proporcionaba un valioso apoyo moral y emocional, pero esta práctica parece haber disminuido, quizás en parte debido al uso generalizado de dispositivos móviles que ha reducido la necesidad de visitas personales. Como resultado, la falta de interacciones cara a cara ha limitado nuestra capacidad para percibir y ofrecer apoyo emocional a los compañeros que podrían necesitarlo.

Es importante recordar que, en el entorno laboral, las emociones, tanto positivas como negativas, son omnipresentes, y si no se gestionan adecuadamente, pueden afectar negativamente las relaciones laborales. Por tanto, aprender a gestionar las emociones y comprender a nuestros compañeros es esencial para fortalecer las relaciones laborales.

Después de una jornada laboral intensa el personal merece que su labor sea reconocida públicamente, porque eso les sube la autoestima, reconoce que su trabajo es importante, necesario y que los frutos que da contribuyen finalmente a la comunidad educativa. Que el esfuerzo realizado se ve, se reconoce y se valora. Esto crea un ambiente positivo, con deseos de seguir apoyando los propósitos de la administración. Además, los pequeños gestos de agradecimiento y reconocimiento mejoran las actitudes de comunicación entre colegas. Luego de trabajar durante todo un año, celebrar las fiestas nacionales fuera de las paredes de trabajo crea un ambiente apto para sociabilizar; divertirse fomenta las relaciones entre los compañeros de trabajo.

Otro punto importante que todo docente y cualquier personal administrativo agradece es el respeto de los días y tiempos de descanso. Sí, ese tiempo que es destinado al descanso se quiere que se respete por parte de la administración, que durante ese tiempo no los llamen, no los ocupen, ya que ese tiempo también es necesario para renovar las energías, está destinado para la recreación, la relajación y cuando el personal está en ese tiempo y se le interrumpe para cuestiones de trabajo, el humor cambia... viene la frustración, la desilusión y la mala actitud por hacerle salir de su día de descanso para hacer o resolver algún problema en la institución de trabajo. Según Dionielv et al., (2011), el tiempo de descanso es para los trabajadores, el espacio de tiempo empleado en realizar lo que más les guste, haciendo uso de su tiempo a libre albedrío, para disponer y distribuirlo según más le convenga. Ignorar la relevancia que tiene el tiempo de descanso crea conflictos.

Dentro de la administración educativa en la promoción de las relaciones laborales se encuentra la variable de satisfacción, lo que quiere decir que el docente, maestro o trabajador si se encuentra satisfecho con su trabajo lo transmitirá en las relaciones interpersonales. Expresará su contentamiento o no. Esto influirá en su proceder y por efecto en su entorno educativo laboral. Los docentes que se encuentre satisfechos con su trabajo estarán mas dispuestos al trabajo y las relaciones laborales se practicarán de mejor manera.

Por otro lado, son diversas las razones por las cuales los responsables de la administración educativa tienen la tarea de preservar la armonía. Las relaciones laborales sólidas, además de la calidad de las interacciones que brindan respaldo a la administración, constituyen un apoyo positivo para las actividades que se llevan a cabo.

También es de suma importancia tener buenas relaciones laborales por salud mental. Gran parte de las incomodidades que ocurren en el trabajo están relacionadas por la manera en que se tratan entre colegas afectando así las emociones personales y por ende repercute en la salud mental. Para evitar o mejorar estas situaciones incómodas es necesario cultivar un clima laboral sano, donde prevalezcan las normas de cortesía y el desarrollo de la inteligencia emocional que ayuda a crear un clima favorable para el éxito de la labor docente. La Organización Mundial de la Salud dice que:

“El trabajo decente es bueno para la salud mental. Los entornos laborales deficientes que, por ejemplo, dan cabida a la discriminación y la

desigualdad, las cargas de trabajo excesivas, el control insuficiente del trabajo y la inseguridad laboral, representan un riesgo para la salud mental. En 2019 se estimó que el 15% de los adultos en edad de trabajar tenía un trastorno mental. A nivel mundial, se estima que cada año se pierden 12 000 millones de días de trabajo debido a la depresión y la ansiedad, a un costo de US\$ 1 billón por año en pérdida de productividad. Hay medidas efectivas que pueden prevenir los riesgos de salud mental en el trabajo, proteger y promover la salud mental en el trabajo y apoyar a los trabajadores con trastornos mentales”.

La promoción de las buenas relaciones laborales, evitan el agotamiento emocional que una mala circunstancia pueda crear. Evitando el estrés crónico, la sensación de falta de apoyo, la insatisfacción laboral. Todo esto puede afectar negativamente la salud mental de los educadores, produciendo el agotamiento.

En este sentido, es fundamental contemplar la posibilidad de buscar la orientación de un terapeuta, quien puede brindar asesoramiento a los educadores en la gestión de sus emociones y en la confrontación de desafíos personales, incluyendo los conflictos profesionales. Este recurso puede ser crucial para promover y mantener una salud mental óptima. Las relaciones laborales en ocasiones requieren también que se apliquen la resiliencia y tolerancia ayudar a los profesionales a enfrentar los desafíos con una mentalidad más positiva y a adaptada de manera más efectiva a situaciones estresantes.

Otro aspecto fundamental es el equilibrio entre el trabajo y la vida personal que es tan importante no dejar de cultivarla porque ofrece satisfacción a las necesidades personales. Un ambiente laboral que respeta y apoya las necesidades personales de los empleados puede mejorar su satisfacción general en el trabajo al proporcionarle un equilibrio saludable.

Las buenas relaciones laborales en todos los contextos llámese gubernamental, educativo o empresarial tienen en común las siguientes características:

Comunicación efectiva: Sí, para que haya una buena relación laboral la comunicación no solamente es oír por oír es escuchar con atención recibir el mensaje procesarlo y emitir tal vez una opinión, darse a entender y establecer sistemas de instrucciones claros que se puedan realizar sin dudas en los códigos del lenguaje. Que el emisor transmita su solicitud con buen tono y claro. Para que permita una adecuada coordinación y trabajo en equipo. La comunicación se hará efectiva cuando porque el mensaje es de fácil entendimiento, porque la información es concisa, clara y directa. Porque el mensaje es además relevante para la persona que lo escucha, porque se base en hechos y no en opiniones personales.

Empatía y comprensión: Sí, esa capacidad de ponerse en los zapatos del otro, parece haberse perdido este valor cuando vemos el poco importa de algunos miembros de organizaciones que no tiene esa empatía con sus subalternos o viceversa. Es necesario que entender los sentimientos y puntos de vistas opuestos, no todos tienen la obligación de pensar igual que los demás. Y eso se debe respetar.

La colaboración y el trabajo en equipo: Los entornos laborales deben promover siempre la colaboración y el trabajo en equipo inclusive no solamente dentro del mismo departamento, sino también entre los departamentos o comisiones de trabajo. Los trabajos

en equipo fortalecen las relaciones laborales porque suma capacidades, inteligencias, ideas y destrezas que comparten en común, por lo que sus miembros se ven motivados en llevarse lo mejor posible para que haya un buen ambiente laboral. Además, el buen líder, responsable de su equipo estará más abierto y descentralizado para mantener las buenas relaciones laborales en su contexto.

Veamos este punto de vista: el reconocimiento, la apreciación y el agradecimiento. Estos tres valores son muy bien recibidos tanto por los administradores como por los subalternos porque los hace sentir importantes dentro de una organización que los necesita para hacerla prosperar.

Como se mencionó anteriormente el respeto mutuo es importante y necesario en los entornos laborales para mantener buenas relaciones interpersonales y crear un entorno saludable en la institución.

Es inevitable que surjan conflictos en las relaciones laborales, ya sea entre colegas o el personal administrativo, debido a las diferencias personales que pueden surgir. Sin embargo, es esencial comprender que la presencia de conflictos no implica que no se puedan resolver de manera constructiva. La habilidad para llegar a un punto medio y abordarlos entre los afectados contribuye a que ellos mismos encuentren las soluciones que favorezca a todos. La búsqueda de soluciones y la gestión de los conflictos, en lugar de evitarlos, contribuye al fortalecimiento de las relaciones laborales tanto entre colegas como con el personal administrativo.

Conclusiones

El mantenimiento de relaciones humanas armoniosas en el ámbito laboral es esencial para crear un ambiente de trabajo agradable, saludable y altamente productivo. La capacidad de lidiar con conflictos y promover la colaboración puede marcar una gran diferencia en la calidad del entorno laboral y en la eficacia general de la organización.

Bibliografía

Organización Mundial de la Salud (2022). La salud mental en el trabajo (who.int)
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-at-work#:~:text=Respuesta%20de%20la%20OMS&text=En%202022%2C%20el%20Informe%20mundial,situaci%C3%B3n%20de%20la%20salud%20mental>.

Portal de educación infantil y primaria. (2018). Portal Educativo Infantil y de Primaria.
<https://www.educapeques.com/recursos-para-el-aula/trabajo-colaborativo-entre-docentes.html>

Miquilena Colina, D., (2011). Recreación laboral: Su efecto motivacional en los trabajadores. Observatorio Laboral Revista Venezolana, 4(8),37-51.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=219022148003>

Rivera Moreno, C. E., Cegarra Cegarra, O. J., Vergara, H. D., Matos, Y. M. (2016). Clima Organizacional en el Contexto Educativo. Revista Scientific, 1(2),316-339.
<https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2016.1.2.18.316-339>

UNIVERSIDAD
IBEROAMERICANA
DE PANAMÁ

HONESTIDAD

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA DE PANAMÁ

FICHA TÉCNICA
PÁGINA: 86
DISTRIBUCIÓN GRATUITA
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN POR YG MARKETING
DERECHOS RESERVADOS POR LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON EL MEDIO



Revista Investigación, Innovación y Desarrollo

☎ 6781-3393 ☎ 730-1570
📧 @uniberopa 📧 info@unibero.ac.pa