

Revista Científica
Ciencias y Tecnología
Campus Guairá

N° 1 - Año 2023

Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción Campus
Universitario Guairá
ISSN 3078-5308- Villarrica, Paraguay

Revista Científica
Ciencias y Tecnología
Edición Nro. 1 - Año 2023

La revista no se hace responsable de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores o lectores que serán responsables legales de su contenido.

Queda prohibida la reproducción parcial o total sin previa autorización del coordinador de la revista.

Edición y coordinación:

- Ing. Andrea Mercado Kröll, Mag.

Equipo editorial:

- IQ. Laura Vázquez
- IQ. Laura López
- IQ. Celia Vázquez
- Dr. César Acevedo
- Dr. Luca Cernuzzi
- Ing. Andrea Mercado Kröll

Comité de ética:

- Abog. Teresa Servián
- Abog. Carlos Barreto

Diagramación: Visualmente

Ensamblado y diseño de portada: Mauricio Samudio

Fotografía de portada: Ing. Néstor Godoy

Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción

Campus Universitario Guairá

Ruta 8 Blas Garay, Lemos

cyt.guaira@uc.edu.py

revista.cyt.guaira@uc.edu.py

Villarrica del Espíritu Santo - Paraguay

» MISIÓN

Formar ingenieros altamente calificados en las áreas de la ingeniería orientadas a su aplicación en ciencias y tecnología, utilizando técnicas y disciplinas afines a su área de conocimiento, con una sólida formación en valores cristianos, éticos y sociales con el propósito de contribuir activamente al desarrollo integral de la persona y de la sociedad paraguaya.

» VISIÓN

Constituirse en un referente académico de la formación de profesionales en ingeniería a nivel nacional y regional, caracterizados por la alta calidad científica, tecnológica y humana de sus egresados

EQUIPO CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Director General de Campus: Pbro. Waldemar Sánchez

Secretario General: Abog. Julio Ramos

Vicedirección Académica: Lic. Leonor Gómez

Dirección Administrativa y Financiera: Lic. Leticia Miranda Acosta

Dirección carreras Ing. Química e Ing. Industrial: Ing. Laura Beatriz Vázquez Achar

Dirección carrera Ing. Informática: Ing. Andrea Mercado Kröll, Mag.

Coordinación Académica: Ing. Pedro David Rojas

Coordinación de pasantías y créditos académicos: Ing. Derlis Olmedo

Coordinación de extensión e investigación: Lic. Victoria Valdovinos

Secretario de Unidad Académica: Ing. Néstor Godoy

Encargada de Archivo: CPN Paola Armoa

ÍNDICE

05	Determinación de la Calidad del Agua del Río Tebicuarymí en el Distrito de Tebicuary-Guairá, durante los Meses de Marzo a Mayo del 2019.....	Ing. M. Raúl Centurió Rivas
11	Adsorción de Cromo Hexavalente en el Efluente de Curtido sobre Carbón Activado de Endocarpio de Coco Mbocayá (<i>Acrocomia aculeata</i>).....	Ing. Yanisse G. Bogado Portillo
20	Obtención de azúcares fermentables a partir de restos de frutas del Mercado Municipal N°1 de Coronel Oviedo.....	Camila Iturbe Peralta
26	Evaluación de riesgo a través de la metodología Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de Control en una planta alcoholera.....	Luis A. Oviedo Ramírez
33	ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO UX DEL CHATBOT SOS TUTORÍA UC.....	Noemi Pavón, Alethia Hume, Luca Cernuzzi
42	The diversity of personality traits and social interactions mediated by the internet: a cross-country analysis.....	Andrea Mercado, Laura Achón, Ana De Souza, Alethia Hume, Luca Cernuzzi, Daniel Gatica-Perez, Ivano Bison, Fausto Giunchiglia

“Determinación de la Calidad del Agua del Río Tebicuarymí en el Distrito de Tebicuary–Guairá, durante los Meses de Marzo a Mayo del 2019”

Determination of the Water Quality of the Tebicuarymí River in the District of Tebicuary–Guairá, during the Months of March to May of 2019

Ing. M. Raúl Centurión Rivas

Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” - Campus Guairá - Paraguay

RESUMEN

El río Tebicuarymí es un recurso hídrico considerado uno de los más importantes dentro de la cuenca del río Tebicuary, que es la más grande de la región Oriental. En ciertas partes dicho río sirve como límite natural entre los departamentos de Caaguazú y Guairá, entre Guairá y Paraguari, también como límite entre varios distritos del Departamento de Caazapá. En este trabajo se evalúa la calidad del agua de este río en la zona de Tebicuary en el Departamento de Guairá con base en la Resolución 222/02 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y del Índice de Contaminación del Agua (ICO). Se tomaron muestras de agua en un intervalo de tiempo de tres meses (marzo a mayo del 2019), una toma cada mes, en dos estaciones de muestreo, la primera ubicada río arriba de la comunidad objeto de estudio y la segunda ubicada río abajo, recogiendo en total seis muestras. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, además se calculó el ICO. Los resultados demostraron que el río Tebicuarymí presenta un indicio en el deterioro de su calidad de agua, pudiendo esta situación agravarse con el transcurrir del tiempo. Los re-

sultados de los Índices de Contaminación (ICOs) denotan principalmente contaminación por mineralización y se presenta la condición de oligotrofia; pocas sustancias nutritivas, poco fitoplancton y aguas limpias. No se registró contaminación por materia orgánica ni por sólidos suspendidos.

Palabras clave: Río Tebicuarymí, Calidad del Agua, ICO, Resolución 222/02

INTRODUCCIÓN

Con este trabajo final de grado se evalúa la calidad del agua del río Tebicuarymí, que limita los departamentos de Guairá, Caazapá, Caaguazú y Paraguari. Se utilizaron los cálculos establecidos por el Índice de Contaminación (ICO) y se realizaron determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas cuyos valores se compararon con los valores de la Clase 2 de la Resolución N° 222/02 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible del Paraguay: MADES, que establece los límites que deben ser tomados en cuenta para la clasificación y uso de los cursos de agua de nuestro país.

Durante años, los recursos naturales han sido sometidos a un proceso acelerado de degradación, tal que es difícil hoy en día considerar que Paraguay no se encuentre inmerso en esta problemática.

Las descargas de aguas residuales de origen doméstico e industrial no procesadas, son también responsables del actual deterioro de la mayoría de los cuerpos de agua.

Son varios los problemas derivados de la contaminación de masas de agua; reducción del suministro de agua dulce (Hinrichsen et al, 1998), riesgos en la salud, la inutilización del uso del agua para diversos usos, el impacto negativo sobre la vida acuática (e industria pesquera) y la desaparición del valor estético, son solo algunos de los efectos asociados a calidad de agua (Wall, 1991).

El cuidado del medio ambiente es tema de interés general, actualmente en Paraguay se está dando un mayor énfasis al tema de la contaminación del agua y a los procesos de cuidado a recursos hídricos. Es importante el estudio de las leyes y disposiciones del organismo gubernamental encargado, MADES, y el conocimiento del estado de los recursos para identificar las posibles fuentes de polución o alteración, así buscar propuestas para el mejoramiento y cumplimiento de la ley.

Como antecedentes no se disponen de estudios previos o similares de análisis de calidad de agua, se cuenta con noticias de varios periódicos nacionales, que incluyen testimonios y denuncias de pobladores afectados por la mala condición del agua y contaminación de la misma a lo largo del cauce del río Tebicuarymí, dando una imagen preocupante de la situación actual del recurso hídrico.

El Paraguay es un país con gran riqueza hídrica en aguas superficiales, pero con un gran inconveniente: no se

disponen de suficientes estudios sobre la calidad de las aguas de los ríos del interior del territorio nacional. La información en muchos casos es insuficiente y poco confiable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron y analizaron muestras de agua de este río en dos estaciones de muestreo durante los meses de marzo a mayo del 2019, a razón de una toma por mes. La primera estación en el municipio de Yataity correspondiente a la zona “río arriba”. La segunda zona, “río abajo” en el municipio de Itapé (zona antes y zona después de los efluentes) siguiendo lo recomendado por La OMS (1998) de ubicar un punto de muestreo antes de la influencia de las fuentes potenciales de contaminación y otros puntos dentro y después de la referida área o zona crítica (USDA, 1996). Y la metodología de toma de muestra, conservación y protocolos analíticos según las Normas Paraguayas del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología y del Standards Methods of Examination of Water and Wastewater, versión 21.

Los puntos de recogida se fijaron mediante una descripción detallada de cada estación de muestreo, con mapas y con la utilización de referencias. Fueron zonas de fácil acceso y reconocimiento, no presentaron dificultades para la repetitividad. El trabajo de campo se realizó a través de una estrategia de trabajo consistente en las siguientes acciones:

a) Reconocimiento del área de estudio a través de visitas de campo para la observación, verificación de antecedentes, detección y tipificación de los posibles riesgos o fuentes de contaminación que constituyen algún grado de amenaza a la fuente de agua objeto de la investigación.

Adicionalmente se consultó a pobladores conocedores de cada municipio en Tebicuary, Yataity e Itapé con la finalidad de obtener referencias históricas acerca de amenazas observadas y convivencia cotidiana con estas ocurrencias.

b) Toma de muestras, se realizaron los monitoreos a la fuente de agua en un intervalo de tiempo de tres meses (marzo a mayo del 2019), una toma cada mes, en ambas estaciones de muestreo. La primera ubicada río arriba de la comunidad objeto de estudio, zona antes de las industrias y sus vertidos industriales. La segunda, ubicada río abajo de la comunidad de Tebicuary, zona después de los vertidos.

c) Análisis fisicoquímicos y microbiológicos, las muestras recogidas se trasladaron en el mismo día de su recolección al Laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” Campus Guairá para sus respectivos análisis. Para el levantamiento de datos, toma de muestra y los análisis fisicoquímicos se siguieron las normas nacionales; Normas Paraguayas del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología y las internacionales del Standards Methods of Examination of Water and Wastewater, versión 21 (como lo establece la Resolución 222/02 en su Art. 13°).

Todos los equipos empleados para los análisis y mediciones estaban debidamente calibrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Comparación de los Valores Obtenidos Versus los Valores Máximos Permisibles para la Clase 2 según la Resolución 222/02 del MADES

Parámetros	Marzo		Abril		Mayo		Ref. MADES CLASE 2
	Yataity	Itapé	Yataity	Itapé	Yataity	Itapé	
Turbidez (ntu)	32,18	33,18	35,06	59	34,58	31,17	< 100
Nitritos (mg/l)	0	0	0	0	0	0	< 1,0
Nitratos (mg/l)	0	0	0	0	0,6	0,3	< 10
Sólidos Suspendidos (ppm)	30	20	20	20	30	30	< 0,025
Dureza Cálcica (mg CaCO ₃ /l)	1,53	1,72	1,42	1,15	2,83	2,96	< 300
Fósforo total (mg P/l)	0,05	0,06	0	0	0	0	< 0,05
Aceites y grasas (mg/l)	761,2	244	700	375	4590	553	Virtualmente Ausentes
pH	7,11	5,96	6,26	6,32	6,16	6	6,0-9,0
Oxígeno Disuelto (ppm)	7,08	7,34	8,19	7,86	8,26	8,12	> 5
DBO ₅ (mg/l)	0,34	0,28	2,12	1,3	1,99	1	< 5
Nitrógeno Total (mg/l)	0,115	0,035	0,296	0,279	0,304	0,156	< 0,6
Mercurio (mg/l)	0	0	0	0	0	0	<0,002
Coliformes Fecales (UFC/100ml)	144,5	243	234	237	12	3	<1000

Se pudo observar que los valores de sólidos suspendidos como de aceites y grasas superaron en todas las ocasiones los valores máximos permitidos por la Resolución 222/02.

Además, se obtuvieron durante el primer mes en el puesto de control de Itapé (correspondiente a la zona río abajo) valores por encima del máximo para Fósforo total.

Los datos fueron procesados para obtener para cada punto de muestreo, un índice de calidad. Estos índices se observan en la tabla siguiente.

Tabla 2. Cuadro Comparativo de los Índices Analizados y el Nivel de Contaminación

Mes / Lugar	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Marzo / Yataity	Baja	Ninguna	Ninguna	Eutrofia
Marzo / Itapé	Baja	Ninguna	Ninguna	Eutrofia
Abril / Yataity	Media	Ninguna	Ninguna	Oligotrofia
Abril / Itapé	Media	Ninguna	Ninguna	Oligotrofia
Mayo / Yataity	Alta	Ninguna	Ninguna	Oligotrofia
Mayo / Itapé	Media	Ninguna	Ninguna	Oligotrofia

Tenemos los resultados de los ICOs, que por medio de 4 índices nos presenta un panorama más conciso y claro de la situación actual del cuerpo de agua en estudio, en el caso del río Tebicuarymí, en la zona de Tebicuary, tenemos que en tres de los puntos el ICOMI entra en la categoría de Media y en uno Alta en los meses de abril y mayo; denotando contaminación por mineralización.

No se registró contaminación por materia orgánica ni por sólidos suspendidos, a través del ICOMO y del ICOSUS, respectivamente.

Para el ICOTRO, el criterio ideal de “eutrofia”, estado en el cual la cantidad de fósforo es justa para la subsistencia y equilibrio del ecosistema acuático sólo se presentó en el mes de marzo. En los siguientes; abril y mayo, se presentó la condición de oligotrofia, lo que significa pocas sustancias nutritivas, poco fitoplancton y aguas limpias.

CONCLUSIONES

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y en lo que respecta a calidad microbiológica como pH, oxígeno disuelto, turbidez, nitritos, nitratos, nitrógeno total, dureza, DBO₅, mercurio y coliformes fecales, respectivamente, de la totalidad de las muestras estudiadas fueron enmarcados dentro del rango establecido para aguas categorizadas como Clase 2.

En cuanto a los valores obtenidos para sólidos suspendidos, aceites y grasas y fósforo total superan los límites para esta clasificación.

Entonces, conforme a los resultados obtenidos, las aguas del río Tebicuarymí demostraron un indicio en el deterioro de su calidad de agua, pudiendo esta situación agravarse con el transcurrir del tiempo.

En cuanto a los Índices de Contaminación (ICOs), a partir de los cuáles pudo observarse que la contaminación por mineralización (ICOMI) es la más importante. Denotando niveles altos de sólidos disueltos, cationes de calcio y magnesio, aniones de carbonatos y bicarbonato presentes en estas aguas superficiales.

El nivel de contaminación trófica (ICOTRO) especificó que estas aguas especialmente en los meses de abril y mayo no presentan adecuada cantidad de nutrientes y en consecuencia, poco fitoplancton.

Los índices ICOMO e ICOSUS por su parte se hallan en intervalos muy bajos (por debajo de 0,2), dando imagen de no presentar contaminación debido a materia orgánica y a sólidos suspendidos, aunque este último supera los límites de la normativa vigente.

En conclusión, los resultados mostraron que los problemas de contaminación y calidad del agua se generan como consecuencia del desarrollo de actividades humanas en la zona de Tebicuary. Por tanto, es importante que se comiencen a generar estrategias y métodos para contrarrestar este impacto en el recurso hídrico debido a la importancia del agua para la vida y sostenibilidad de los ecosistemas.

REFERENCIAS

Secretaría del Ambiente. Resolución N° 222/02 de la SEAM. 2002

Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología. Norma Paraguaya NP N° 186. Toma de muestras para el análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas. oct, 1980.

Wall, J.R.D. eds. 1991. A management plan for the Acelhuate River catchment, El Salvador: soil conservation, river establishment and water pollution control. England. Land Resources Development Centre. 158 p.

Sánchez, V. 2003. Gestión ambiental participativa de microcuencas fundamentos y aplicación: el caso de la quebrada salitral Costa Rica. 289 p.

SARO, 1997 (Sistema ambiental de la región oriental): Mapa de cobertura boscosa, 1997. – Proyecto Sistema Ambiental de la Región Oriental, MAG – BGR, Asunción

SARO, 2001. Proyecto Sistema Ambiental de la Región Oriental del Paraguay – SARO. Informe técnico final. Cooperación Técnica Paraguay – Alemana. Paraguay. 142p.

Coello JR, Ormaza RM, Déley ÁR, Recalde CG, Ríos AC. 2013. Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los Ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. Rev del Instituto de Investigación (RIIGEO). FIGMMG-UNMSM. 15 (30): 66-71. URL disponible en:

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11281/10118>

Ramírez A, Restrepo R, Viña G. 1997. Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro. 1 (3): 135-53. URL disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ctyf/v1n3/v1n3a09.pdf>

Organisation for Economic Co-operation and Development, oecd, oecd Environmental Indicators: Development, Measurement and Use, 2003. [En línea].

Disponible en: <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>

<https://www.carbotecnica.info/encyclopedia/solidos-disueltos-totales-tds/>

OMS, 2003: Total dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/16).

Ing. Alberto Crespo, I. O. (2000). INFORME NACIONAL SOBRE LA GESTIÓN DEL AGUA EN PARAGUAY.

Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria [DIGESA]. (2005). Grupo Estudio Técnico Ambiental para Agua (GESTA AGUA). Abastecimiento de Poblaciones y Uso Recreacional - Parámetro a Evaluar: ORGANOLÉPTICO. Lima.

Agencia Nacional de Aguas- ANA. (18 de julio de 2010). Portal da Qualidade das Aguas. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn9

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A. (2012). Estudio de la Calidad de Fuentes Utilizadas para Consumo Humano y Plan de Mitigación por Contaminación por uso Doméstico y Agroquímicos en Apurímac y Cusco. Lima.

OMS, 2005: Mercury in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/05.08/10).

OMS. (31 de marzo de 2017). Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

OMS. (31 de marzo de 2017). Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

USDA (United State Department of Agriculture). 1996. National handbook of water quality monitoring. Part 600 National Water Quality Handbook. Washington, D.C. 1996. 228 p.

Adsorción de Cromo Hexavalente en el Efluente de Curtido sobre Carbón Activado de Endocarpio de Coco Mbocayá (*Acrocomia aculeata*)

*Hexavalent Chromium Adsorption in Tanning Effluent onto Activated Carbon of Mbocayá Coconut Endocarp (*Acrocomia aculeata*)*

Ing. Yanisse G. Bogado Portillo
Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción"
yanisse.bogado@gmail.com
+5959 83384828

RESUMEN

Se estudió la adsorción de cromo hexavalente adicionado a la muestra de efluente de curtido, sobre carbón activado (CA) de endocarpio de coco mbocayá (*Acrocomia aculeata*). Para ello, primeramente, se aplicó un diseño factorial 23 para la adsorción de cromo hexavalente en solución acuosa, siendo las variables pH, dosis de CA y granulometría. Tras el análisis del primer diseño, se seleccionó la granulometría de 30x70 como constante. Seguidamente, mediante un diseño factorial 22 aplicado a la adsorción de cromo hexavalente adicionado a la muestra de efluente de curtido, con las variables pH y dosis de CA; se determinó un máximo porcentaje de remoción del 99,98% en el rango de pH 3-3,5 y con una dosis de 650 g de CA/g de Cr (VI), cuando la máxima capacidad de adsorción de 5,1213 mg de Cr (VI)/g de CA, se dio a pH 3-3,5 y dosis de CA de 100.

INTRODUCCIÓN

Los efluentes industriales sin correcto tratamiento contaminan el medio ambiente y consecuentemente dañan la salud humana. Entre estos desechos, son especialmente contaminantes aquellos provenientes de las cur-

tiembres, que además de su alto contenido en materia orgánica, contienen elevadas cantidades de cromo (Buljan et al., 2016).

Para el curtido se emplean sales de cromo trivalente, el exceso del cual es removido de los efluentes precipitándolo en medio alcalino. Sin embargo, cierta parte del mismo puede reaccionar a cromo hexavalente (Abdulla et al., 2010; Hethnawi et al., 2020; Nigam et al., 2019), el cual es cancerígeno, presenta alta toxicidad y solubilidad en agua, pudiendo ser absorbido por distintas vías (Kimbrough et al., 1999).

Por este motivo, se han desarrollado numerosos métodos para eliminar el cromo hexavalente de los efluentes, entre los que se citan la reducción a cromo trivalente, ósmosis inversa, intercambio iónico, adsorción sobre carbón activado, entre otras (Gautam et al., 2014; Patwardhan, 2008). Destaca la adsorción sobre carbón activado (CA) por ser un método eficaz y más económico. El CA constituye un adsorbente de alta porosidad y en especial gran área superficial cuyas características dependen del precursor y las condiciones de activación (Kennedy Oubagaranadin & Murthy, 2012).

En la búsqueda de materias primas de bajo costo, se han estudiado diferentes carbones activados para la adsorción de contaminantes, en especial metales pesados. Estas materias primas suelen ser incluso residuos o subproductos de otros procesos, como precursores vegetales de cascarilla de arroz, bagazo de caña, aserrín de distintos árboles, entre otros (Rodríguez et al., 2012; Tejada Tovar et al., 2014).

Sin embargo, cabe resaltar que un mismo material vegetal activado en ciertas condiciones presenta propiedades completamente distintas si se activa por otro método. Más aún se ve esta variación comparando múltiples precursores.

En cuanto a trabajos específicos sobre el endocarpio de coco mbocayá [*Acrocomia Aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.], Duarte et al., (2017) estudiaron las alteraciones fisicoquímicas producidas por la pirolisis isotérmica del endocarpio del coco mbocayá. Sarubi Cabrera, (2014) realizó la caracterización del carbón activado del mismo, producido en un reactor de lecho fijo. No obstante, no se cuenta con estudios referentes a su capacidad de adsorción y remoción de contaminantes, ni de metales pesados, ni de cromo hexavalente.

De esta manera, se responde a la necesidad de conocer las características del carbón activado de endocarpio de coco mbocayá en casos más específicos, como la remoción de cromo hexavalente. Además, se contempla la dependencia del porcentaje de remoción y la capacidad de adsorción sobre las variables independientes pH, granulometría y dosis de carbón activado empleado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos de adsorción de cromo hexavalente fueron realizados en el Departamento del Guairá, Para-

guay, ciudad de Villarrica, en el Laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” Campus Guairá, tanto de la solución acuosa como del efluente. Los análisis del contenido de cromo hexavalente también fueron realizados en este laboratorio.

El efluente provenía de la Curtiembre San Juan ubicada en la ciudad de Carapeguá, departamento de Paraguari, Paraguay. La muestra fue de 2,5 L, del efluente procedente de la etapa del curtido, posterior al tratamiento biológico aerobio, almacenado en una pileta de tratamiento de 2.000 L de capacidad. El muestreo se llevó a cabo según la Norma Paraguaya para la Toma de muestras para el análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas (INTN, 1980).

El carbón activado se obtuvo de la empresa Oleaginosas Industrializadas Sociedad Anónima (OISA), la cual adquiere su materia prima del subproducto de sus plantas aceiteras que emplean los frutos del coco mbocayá (*Acrocomia Aculeata*). El mismo correspondía al lote del 12/12/2019, de las granulometrías 4x8 y 30x70, en unidades de la US Standard Sieve (correspondientes a 4,75x2,36 mm y 595x210 μm , respectivamente) número de yodo de 700 mg/g, dureza 96% y densidad aparente 0,40 g/mL (OISA, 2021).

La investigación fue de tipo cuantitativo, experimental, realizada en dos etapas. La primera consistió en la adsorción de cromo hexavalente en solución acuosa, manipulando tres variables independientes, denominadas factores (Hernández Sampieri et al., 2010). Así, el diseño experimental fue factorial 23, ejecutado con 2 repeticiones. La segunda etapa consistió en la adsorción de cromo hexavalente en la muestra de curtido, para la cual se manipularon dos factores en dos niveles, con un diseño

experimental factorial 22, con 3 repeticiones (Gutiérrez Pulido & Salazar, 2008). Para ambas etapas, los efectos de estas variables independientes se analizaron en dos variables dependientes.

La primera de estas variables dependientes, es el porcentaje de remoción (%R), definido según la Ec. 1, donde C_i es la concentración inicial de cromo hexavalente y C_f es la concentración final de cromo hexavalente.

$$\%R = \frac{C_i - C_f}{C_i} \text{ en } \% \quad \text{Ec. 1}$$

También se analizó la respuesta en la capacidad de adsorción (CAD), definida por la Ec. 2, donde V_i es el volumen inicial de solución y V_f es el volumen final de solución.

$$C_{Ad} = \frac{V_i \cdot C_i - V_f \cdot C_f}{m} \text{ en } \frac{mg \text{ Cr VI}}{g \text{ CA}} \quad \text{Ec. 2}$$

Adsorción de Cromo Hexavalente en Solución Acuosa. Diseño Factorial 2³

En cuanto a las variables independientes, para el diseño factorial 23, los factores de estudio fueron el pH, en el nivel menor en el rango de 3-3,5 y nivel mayor de 4,5-5; la dosis de carbón activado (DCA) se define como la masa de CA (m) por unidad de masa de cromo hexavalente presente inicialmente, como se expresa en la Ec. 3. Los niveles de DCA fueron 250 y 375, menor y mayor, respectivamente. La granulometría se estableció en 30x70 en el nivel menor y 4x8 en el nivel mayor.

$$DCA = \frac{m}{C_i \cdot V_i} \text{ en } \frac{g \text{ de CA}}{g \text{ Cr VI}} \quad [\text{Ec. 3}]$$

Se controlaron y mantuvieron constantes los parámetros de temperatura a 40 ± 3 °C, tiempo de contacto 3,5 horas, velocidad de agitación 350 rpm, concentración inicial de cromo hexavalente de 20 mg/L y volumen inicial de 100 mL de solución acuosa de cromo hexavalente.

En cuanto al procedimiento, se inició con la preparación de una solución Stock de cromo hexavalente de 500 mg/L, de la cual se preparó la solución acuosa de cromo hexavalente de 20 mg/L. Se ajustaba la temperatura de la solución a 40 ± 3 °C y el pH en el rango de 3 a 3,5 o 4,5 a 5, según lo establecido por el diseño para la correspondiente corrida.

La muestra de CA se tomaba por cuarteo al azar, de las granulometrías 30x70 o 4x8, según el diseño y se agregaba a la solución acuosa en las cantidades de 0,500 g o 0,750 g, según las dosis de carbón activado. De esta manera, se establecía el contacto entre el CA y la solución de cromo hexavalente por 3,5 horas, durante las cuales se mantenía el pH en el rango, por medio de la adición de ácido nítrico (HNO₃) al 0,2%, 0,5%, 1%, 2% o 5%, dependiendo de la variación del pH.

Posteriormente, se filtraba la solución tratada y se determinaba la concentración final de cromo hexavalente por medio de espectrofotometría con difenilcarbazida a 540 nm, según se especifica en Standard Methods 23rd ed. 3500-Cr B. Colorimetric Method American Public Health Association (APHA et al., 2017). Tras las lecturas de las absorbancias, se calculaba la concentración final de cromo hexavalente mediante la curva de calibración.

Adsorción de Cromo Hexavalente en la Muestra de Curtido. Diseño Factorial 2²

En este diseño, las variables fueron pH, en los niveles 3-3,5 y 6-6,5; y DCA en los niveles 100 y 650. Los parámetros constantes no se modificaron en relación al diseño 23, salvo la concentración inicial de cromo hexavalente de 10 mg/L y que la granulometría se tomó como constante en 30x70.

El procedimiento para la ejecución de este diseño sigue el mismo patrón que el diseño 23, salvo que, primeramente, se midió la concentración de cromo hexavalente de la muestra de curtido, como se especifica en Standard Methods 23rd ed. (2017) 3500-Cr B. Colorimetric Method. No se detectó cromo hexavalente en la muestra de curtido por este método. De modo que, para la preparación de la solución a tratar, se preparó en la concentración de 10 mg/L, con una alícuota de la solución Stock de cromo hexavalente diluida con la muestra de efluente. Además, los rangos de pH empleados son de 3-3,5 y 6-6,5 y las cantidades de CA fueron de 0,100 g o 0,650 g, de acuerdo a las condiciones especificadas por el diseño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adsorción de Cromo Hexavalente en Solución Acuosa. Diseño Factorial 23

Porcentajes de Remoción

En esta etapa, se identificó el mayor porcentaje de remoción de 99,98% en el tratamiento 3, seguido muy de cerca sin embargo por el tratamiento 1 con 99,95%; siendo que en ambos el pH fue de 3-3,5 y la granulometría de 30x70, variando solo en los niveles de DCA, 375 y 250, respectivamente. Con los menores porcentajes de remoción de 22,75% y 19,39% se encuentran los tratamientos

6 y 8, respectivamente; que tienen en común el empleo de la mayor granulometría y pH, difieren uno de otro en cuanto a DCA de 250 y 375, respectivamente.

Se realizó un primer Análisis de Varianza (ANOVA), en el cual se identificó que no existe interacción entre los factores pH y granulometría. En el Mejor ANOVA se verificó la influencia de todos los demás factores principales y de interacción.

En cuanto a los efectos principales de los factores, el efecto individual de la granulometría es el más apreciable, con un cambio del -43,17% es decir, la diferencia en el porcentaje de remoción promedio empleando mayor y menor granulometría. El signo negativo, expresa que se obtiene un mayor %R con la granulometría menor, la de 30x70. El segundo efecto más relevante es el del pH, con un valor del -35,20%, siendo también así inversamente proporcional al %R y obteniéndose mayores valores a pH 3-3,5 que a pH 4,5-5. En cuanto al efecto de la DCA, es el menor con solo 1,30%, siendo el único efecto directamente proporcional a la respuesta.

En cuanto a los efectos de interacción doble pH-DCA y DCA-granulometría, son estadísticamente significativos como se prueba en el Mejor ANOVA, sin embargo, gráficamente no se aprecia mucha interacción, debido a las pendientes similares. También la interacción triple pH-DCA-granulometría resultó estadísticamente significativa, lo que se comprobó gráficamente en los planos no paralelos de esta interacción, sin embargo, las diferencias en las pendientes de estos planos tampoco resultaron muy apreciables.

Capacidades de adsorción

La mayor capacidad de adsorción se dio con el tratamiento 1, diferenciado de los demás tratamientos, siendo sus

condiciones de pH 3-3,5, DCA 250 y la granulometría de 30x70, alcanzando un CAD=3,9585mg/g en promedio de las dos repeticiones. Los tratamientos 6 y 8 presentan las menores capacidades de adsorción en comparación, teniendo en común el empleo de la mayor granulometría y pH y difieren uno de otro en cuanto a DCA.

Se realizó un primer Análisis de Varianza (ANOVA), en el cual se identificó que no existe interacción entre los factores pH y granulometría. En el Mejor ANOVA se verificó la influencia de todos los demás factores principales y de interacción. Nuevamente se identificó a la granulometría como el factor de mayor efecto en la variable dependiente, sin embargo, con una diferencia menos pronunciada con respecto al pH y DCA que en el porcentaje de remoción. El efecto de la granulometría en la capacidad de adsorción es de -1,4055 mg/g, siendo inversamente proporcional a la respuesta y teniéndose mayores capacidades de adsorción a 30x70.

El factor pH presentó un efecto del -1,2427 mg/g, evidenciando mayor capacidad de adsorción a pH 3-3,5 y menor CAD a pH 4,5-5. En cuanto al efecto del factor DCA, resulta más apreciable en comparación al porcentaje de remoción y es inversamente proporcional a la capacidad de adsorción, teniendo un valor del -0,7462 mg/g

Entre los efectos de interacción, el efecto de interacción pH-DCA es apreciable, en especial a pH 3-3,5 donde la CAD varía alrededor de 1,1 mg/g entre los dos niveles de DCA, en comparación a pH 4,5-5, donde el cambio es solo de 0,4 mg/g aproximadamente. Respecto a los demás gráficos de interacción, no se aprecia gráficamente, las rectas aparentan ser paralelas, pese a que en el ANOVA estos efectos resultaron estadísticamente significativos. El efecto de interacción triple es por sobre todo apreciable en la mínima diferencia de 0,3668 mg/g bajo

las condiciones de los niveles mayores de pH y granulometría; mientras que a pH y granulometría menores, la mayor diferencia entre los planos es del 1,1225 mg/g.

El efecto de la granulometría ha resultado el de mayor influencia ante todos los demás factores de variación estudiados, tanto entre los efectos principales de pH y DCA como entre las interacciones dobles entre estos tres factores. Este comportamiento se da igualmente en ambas variables de respuesta, %R y CAD, por lo que se determinó emplear únicamente la granulometría 30x70 para los posteriores experimentos de remoción de cromo.

Adsorción de Cromo Hexavalente en la Muestra de Curtido. Diseño Factorial 22

Porcentajes de Remoción

En la Tabla 1 puede observarse los valores promedio de los 4 tratamientos realizados a la muestra de curtido con cromo hexavalente. Como se aprecia, el mayor porcentaje de remoción promedio se da con el tratamiento 3, muy diferenciado de los demás tratamientos, siendo sus condiciones de pH 3-3,5 y DCA 650 con un %R casi del 100%.

Tabla 1. Porcentajes de remoción promedio del diseño factorial 22

Factor	Nivel	DCA	
		100	650
pH	3-3,5	49,61%	99,98%
	6-6,5	5,39%	21,36%

Según el ANOVA, todos los efectos, principales y de interacción resultaron estadísticamente significativos, viéndose un predominio del efecto pH en la respuesta, como puede apreciarse también en el gráfico de efectos principales, Figura 1. En la recta del pH, se observa que, al cambiar del nivel inferior de pH al superior, el efecto en el porcentaje de remoción se evidencia en un cambio abrupto del 74,80% al 13,38%.

En cuanto al efecto del factor DCA, se observa menor en comparación al efecto pH, con un cambio igualmente significativo, pasando del 27,50% al 60,67%. Además, la pendiente de la recta es negativa para el efecto del pH, de modo que el %R se reduce al aumentar de nivel. Mientras que la pendiente del efecto DCA es positiva y el %R se incrementa al pasar al nivel mayor.

Figura 1. Efectos principales de los del diseño factorial %R del diseño factorial 2²

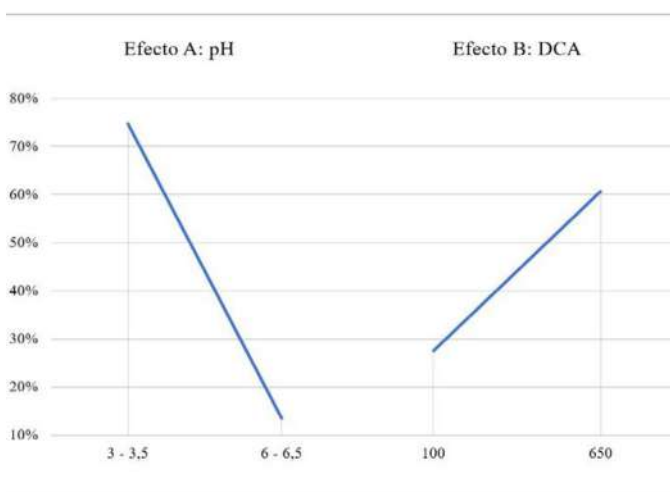
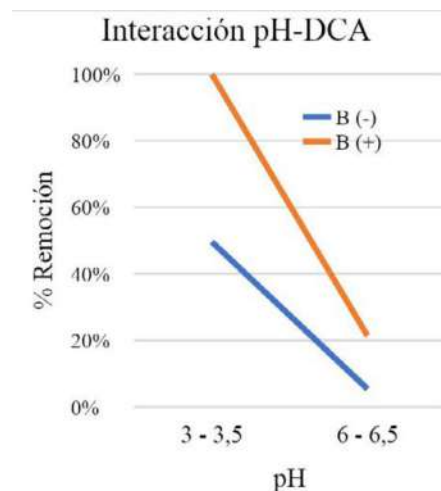


Figura 2. Interacción pH-DCA del %R del diseño factorial 2²



En cuanto a la interacción pH-DCA, se observa en la Figura 2 que las pendientes no son similares, lo que se traduce en que el efecto de interacción es pronunciado, en especial a pH 3-3,5 donde %R varía en alrededor del 50% entre los dos niveles de DCA, en comparación a pH 6-6,5, donde el cambio es solo de un 15% aproximadamente. Esto, evidencia que a pH menor, es más significativo el cambio en los niveles de DCA.

Capacidades de adsorción

Las capacidades de adsorción promedio se presentan en la Tabla 2, según las condiciones experimentales dadas por los dos factores, con tres repeticiones realizadas a cada tratamiento.

Tabla 2. Capacidades de adsorción promedio del diseño factorial 2^2

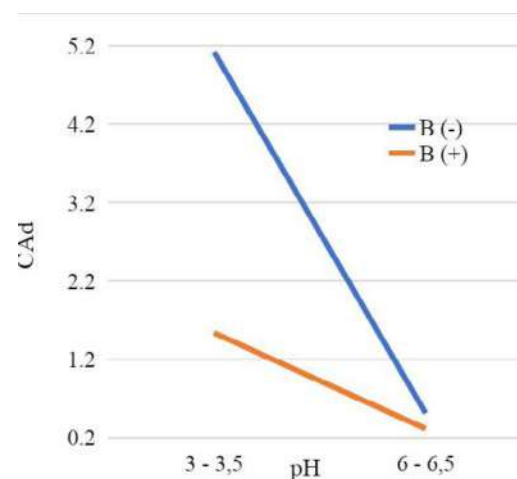
Facto r	Nivel	DCA	
		100	650
pH	3-3,5	5,12132	1,53818
	6-6,5	0,51144	0,31411

En general, puede observarse que la mayor capacidad de adsorción se da en el tratamiento 1, con $C_{Ad}=5,12132$, presentando una gran diferencia de los demás tratamientos. Mediante el ANOVA, se comprobó que los efectos principales del pH y DCA son estadísticamente significativos, igualmente el efecto de interacción doble pH-DCA.

Entre los efectos principales, el efecto del factor pH es superior al efecto individual DCA, ya que, al cambiar del nivel inferior de pH al superior, el efecto en la capacidad de adsorción se evidencia en un cambio abrupto del 3,3 a 0,4 aproximadamente. El efecto principal del segundo factor, dosis de CA, se observa menor en comparación al efecto del pH, con un cambio del 2,8 al 0,9 aproximadamente. Así, la capacidad de adsorción se presenta inversamente proporcional a ambos factores.

Con respecto a la interacción pH-DCA, como se observa en la Figura 6, las pendientes son notoriamente diferentes, lo que se traduce en que el efecto de interacción es pronunciado y el nivel en que se encuentra un factor influye claramente en la respuesta del otro factor.

Figura 6. Gráfico de interacción pH-DCA de las CAd, diseño 2^2



La influencia se observa en especial a pH 3-3,5 donde CAd varía en 3,5831 mg/g con exactitud entre los dos niveles de DCA. En comparación, a pH 6-6,5, donde el cambio es de apenas 0,1973 mg/g, siendo así, prácticamente indiferente emplear menor o mayor nivel de DCA a este nivel de pH.

DISCUSIÓN

Como se ha dado en el experimento con la solución acuosa de cromo hexavalente, el pH y la DCA son nuevamente estadísticamente significativos con los experimentos dados en la muestra de efluente con cromo hexavalente, para las dos variables dependientes. La influencia de la dosis de CA es mucho más pronunciada tanto para el porcentaje de remoción como la capacidad de adsorción en comparación al experimento con la solución acuosa. Esto puede deberse principalmente a la diferencia entre los niveles de estudio adoptados. En tanto, la relación con la respuesta continúa directamente proporcional al

porcentaje de remoción e inversamente proporcional a la capacidad de adsorción.

Los valores más elevados en las variables de respuesta, evaluados con la muestra de efluente, fueron en promedio un porcentaje de remoción del 99,98%, bajo las condiciones de pH 3-3,5 y dosis de carbón activado de 650. Sin embargo, para este tratamiento la capacidad de adsorción fue únicamente del 1,5382; cuando bajo condiciones de pH 3-3,5 y dosis de carbón activado de 100 se presentó una capacidad de adsorción promedio del 5,1213. A este tratamiento corresponde un porcentaje de remoción promedio del 49,51%.

Respecto al efecto de interacción pH-DCA, este es a su vez mucho más pronunciado para ambas variables dependientes y la diferencia se acentúa a pH 3-3,5 en ambos casos, siendo que a pH 6-6,5 la diferencia entre los %R y CAD alcanzados hace que sea casi indiferente emplear DCA 100 o 650 y más aún para la CAD.

En comparación con otros trabajos, se ha estudiado la remoción de cromo del efluente de curtiembres. Ben-dezú et al., (2005) emplearon endocarpio de coco (*Cocos nucifera*), obteniendo un %R del 90.14% con CAD del 721.38 mg Cr/g de CA, en cuanto a remoción de cromo total. Por medio de adsorción en diatomita incrustada en nanopiroxeno, se reportó una máxima capacidad de adsorción de 15 mg de cromo hexavalente por gramo de adsorbente; aplicado a una muestra de efluente de curtiembre (Hethnawi et al., 2020).

Por medio de la adsorción sobre residuos de té, Nigam et al., (2019) reportan un máximo %R de alrededor del 97% de cromo hexavalente proveniente del efluente de curtiembre, con una capacidad de adsorción máxima del 73,3 mg de cromo hexavalente/g de CA.

En el país, se ha estudiado la remoción de cromo por diversos métodos, sin incluir la adsorción. Riveros Estigarribia & Galarza Vera, (2011) determinaron un porcentaje de remoción del 65,52% de cromo hexavalente del licor final de curtido por medio del método de precipitación-redisolución. Arango, (2012) estudió la biorremediación de cromo hexavalente en solución acuosa con el hongo *Aspergillus niger*, logrando un máximo del 55% de remoción.

Otro estudio mediante fitorremediación, se desarrolló con *Eichhornia crassipes*, para la remoción de cromo trivalente en efluente de curtiembre, absorbiendo una cantidad máxima de 16 mg de cromo trivalente/L, de una concentración de 22,4 mg de cromo trivalente/L (Medina García, 2018).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” por permitir el uso del Laboratorio de Ciencias Químicas, sus instalaciones y sus recursos. A la IQ Celia Vázquez y el IQ Pablo Cogliolo, tutores en el desarrollo del presente proyecto de investigación de principio a fin. A la IQ Laura Vázquez, directora de la carrera de ingeniería química, por hacer posible la continuidad del proyecto. A Antonio y Gisselle Ardián y familia, al Sr. Arístides Zárate y al Abog. Carin Daher, quienes proveyeron información, permiso y muestras de vital importancia para el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Abdulla, H. M., Kamal, E. M., Mohamed, A. H., & El-bassuony, A. D. (2010). Chromium Removal From Tannery Wastewater Using Chemical and Biological Techniques Aiming Zero Dis-

- charge of Pollution. Proceeding of Fifth Scientific Environmental Conference, Vi, 171–183.
- APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standart Methods for Examination of Water and Wastewater* (R. B. Baird, A. D. Eaton, & E. W. Rice, Eds.; 23rd ed.). American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation.
- Arango, M. (2012). Estudio preliminar para el empleo de la cepa del hongo *asperillus niger*, aislado del Lago Ypacarai en la bioremediación de agua contaminada con Cr (VI). UNA.
- Bendezú, S., Oyague, J., Romero, A., García, R., Muñoz, Y., & Escalona, N. (2005). Chromium adsorption from tannery effluents by activated carbons prepared from coconut shells by chemical activation with KOH and ZnCl₂. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 50(IV), 677–684.
- Buljan, J., Král, I., Bosnić, M., & Daniels, R. (2016). Pollutants in tannery effluents.
- Duarte, S., Lv, P., Almeida, G., Rolón, J. C., & Perré, P. (2017). Alteration of physico-chemical characteristics of coconut endocarp — *Acrocomia aculeata* — by isothermal pyrolysis in the range 250–550 °C. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 126, 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2017.06.021>
- Gautam, R. K., Sharma, S. K., Mahiya, S., & Chattopadhyaya, M. C. (2014). Contamination of Heavy Metals in Aquatic Media: Transport, Toxicity and Technologies for Remediation. In S. K. Sharma (Ed.), *Heavy Metals In Water* (1st ed., Issue October, pp. 1–24). Royal Society of Chemistry.
- Gutiérrez Pulido, H., & Salazar, R. de la V. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (2nd ed.). McGraw Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (J. Mares Chacón, Ed.; 5th ed.). McGraw Hill.
- Hethnawi, A., Khderat, W., Hashlamoun, K., Kanan, A., & Nasar, N. N. (2020). Enhancing Chromium (VI) removal from synthetic and real tannery effluents by using diatomite-embedded nanopyroxene. *Chemosphere*.
- Norma Paraguaya: Toma de muestras para el análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas, 17 (1980).
- Kennedy Oubagaranadin, J. U., & Murthy, Z. V. P. (2012). Activated Carbons: Classifications, Properties and Applications. In J. F. Kwiatkowski (Ed.), *Activated Carbon: Classifications, Properties and Applications* (1st ed., pp. 239–266). NOVA.
- Kimbrough, D. E., Cohen, Y., Winer, A. M., Creelman, L., & Mabuni, C. (1999). A Critical Assessment of Chromium in the Environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 29(1), 1–46.
- Medina García, L. (2018). Fitorremediación de cromo en efluente de curtiembre empleando *Eichhorcia crassipes*. UNA.
- Nigam, M., Rajoriya, S., Rani Singh, S., & Kumar, P. (2019). Adsorption of Cr (VI) ion from tannery wastewater on tea waste: Kinetics, equilibrium and thermodynamics studies. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(3), 103188. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103188>
- OISA. (2021). OISA Carbón activado (p. 1). <https://www.oisa.com.py/>
- Patwardhan, A. D. (2008). *Industrial waste water treatment* (1st ed.). PHI.
- Riveros Estigarribia, A. I., & Galarza Vera, S. G. (2011). Implementación tecnológica del método precipitación-redisolución para la remoción y efluentes generados durante el proceso de curtido. UNA.
- Rodríguez, Y. M., Salinas, L. P., Ríos, C. A., & Vargas, L. (2012). Adsorbentes a base de cascarilla de arroz en la retención de cromo de efluentes de la industria de curtiembres. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustria*.
- Sarubi Cabrera, M. B. (2014). Producción y caracterización de carbón activado, en un reactor de lecho fijo, a partir de carozo de coco - *acromia aculeata* - del Paraguay. Universidad Nacional de Asunción.
- Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, A., & Ruiz Paternina, E. (2014). Remoción de Pb (II), Ni (II) y Cr (VI) en soluciones acuosas usando matrices modificadas químicamente. *Prospectiva*, 12(2), 7.

Obtención de azúcares fermentables a partir de restos de frutas del Mercado Municipal N°1 de Coronel Oviedo.

Obtaining fermentable sugars from fruit leftovers from Coronel Oviedo's Municipal Market No. 1

Camila Iturbe Peralta

Ingeniera Química egresada de la Unidad Académica de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción Campus Guairá.

RESUMEN

La acumulación de residuos orgánicos en el Mercado Municipal y una deficiente gestión de éstos, conllevan al desaprovechamiento energético de sus principales componentes. Esta investigación tiene como finalidad obtener un producto de valor agregado a partir de estos desechos, la metodología aplicada consistió en la recolección y estandarización de la materia prima, para la experimentación. Las variables de estudio fueron la temperatura en el pretratamiento y la hidrólisis enzimática de la biomasa, en un diseño factorial 2^2 . La variable de respuesta fue la concentración de azúcares medida con el refractómetro ABBÉ. El mejor tratamiento fue el sometido a autoclave a 120°C con hidrólisis enzimática, arrojando en promedio 5,5 °Brix. Las repeticiones de éste se sometieron a fermentación con una cepa de *S. Cerevisiae*. Luego de 5 días, se observó el descenso de la concentración medida en Brix, comprobándose que los azúcares degradados son fermentables, pudiéndose utilizar el sustrato en otros procesos.

Palabras claves: residuos orgánicos, restos de frutas, hidrólisis enzimática, azúcares fermentables, fermentación alcohólica.

INTRODUCCIÓN

La situación actual con respecto a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) demuestra que la disposición final de éstos, entre otros desechos orgánicos, no es una opción sostenible. Un problema muy común en los diferentes municipios de nuestro país es el confinamiento de los desechos producidos en los mercados, en botaderos sin clasificación y ningún tratamiento previo, constituyéndose en una amenaza para el ambiente, pero así también una oportunidad biotecnológica.

Paralelo a la disminución del impacto ambiental adverso de los residuos sobre el ecosistema, se aprovechan los principales componentes de los residuos (celulosa, hemicelulosa y lignina), los cuales constituyen una fuente de carbono para producir biomasa (Sánchez et al., 2010). Esta posibilidad permite dar una alternativa de tratamiento diferente a la tradicional disposición de rellenos sanitarios.

Esta investigación tiene como propósito ampliar las alternativas de solución a la problemática que surge en el mecanismo de gestión de RSU producidos en el Mercado Municipal, para darles un valor agregado mediante la hi-

drólisis del material lignocelulósico de los restos de frutas, del cual se espera obtener azúcares fermentables, insumo necesario en otras cadenas de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de la investigación fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo. Como se estudiaron 2 factores de variabilidad en 2 niveles, el arreglo experimental adecuado fue un diseño 2^2 , cuya variable de respuesta correspondía a la concentración de azúcares medidos en °Brix. Este tipo de diseño consta de 4 tratamientos y se realizaron 3 repeticiones, totalizando 12 corridas o ensayos. Ver cuadro 1.

Ensayo	Factores			
	A	B	Temperatura de Pretratamiento	Hidrólisis enzimática
1.1	-	-	110°C	Ausencia
1.2	+	-	120°C	Ausencia
1.3	-	+	110°C	Presencia
2.1	+	+	120°C	Presencia
2.2	-	-	110°C	Ausencia
2.3	+	-	120°C	Ausencia
3.1	-	+	110°C	Presencia
3.2	+	+	120°C	Presencia
3.3	-	-	110°C	Ausencia
4.1	+	-	120°C	Ausencia
4.2	-	+	110°C	Presencia
4.3	+	+	120°C	Presencia

Cuadro 1 Arreglo factorial para el diseño 2^2

Fuentes: Elaboración propia

La experimentación, que se dividió en 3 etapas, se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Católica Campus Guairá, mientras que la materia prima fue recolectada in situ del sector de frutas del Mercado Municipal N°1 de Coronel Oviedo.

Etapa 1

Esta etapa consistió en el acondicionamiento de la materia prima, (que consistía en cáscara y restos de fibra y pulpa de frutas, en mayor proporción bananas y naranjas) que fue recolectada y lavada para remover la tierra y cuerpos extraños adheridos a ella. Se pesaron en total 6 kilogramos de frutas, se redujo el tamaño y se desinfectaron los residuos con una solución de hipoclorito de sodio al 0,076% v/v, antes de iniciar la operación de secado que duró 24 horas y se realizó a 70 °C, temperatura promedio según varios autores (Alejandro Santillan & Camposano Rodríguez, 2021; Cajo & Vásquez, 2017; Camelo Alba, 2007)

Para estandarizar el tamaño de partícula de la materia prima se utilizó un tamiz con malla de 1mm y del resultado de estas operaciones se realizaron análisis físico-químicos de los principales componentes del material (humedad, cenizas, contenido de lignina, celulosa, hemicelulosa y proteína) en el laboratorio de Cetapar de la Fundación Nikkei, mientras que la parte restante fue resguardada en bolsas herméticas para las próximas etapas de la experimentación. En la figura 1 se observan las operaciones de esta etapa.



Figura 1. Flujo de procesos de la etapa 1

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2

Esta etapa resultó crucial puesto que en ésta entran en acción las variables de estudio. Se preparó una solución al 10% p/v, utilizando como soluto el material proveniente de la etapa 1 y como solvente, agua. Las mismas fueron dispuestas en frascos de ámbar con tapa, para su pretratamiento térmico en autoclave en 2 temperaturas distintas, 110°C como nivel bajo del factor y 120°C como nivel alto. Siguiendo el arreglo experimental, se separaron las soluciones que debían ser hidrolizadas, se controló el pH del mismo (que debía estar en el rango de 5-5,5) y se agregaron 0,03 gramos de celulasa, (material biológico proveído por JCM IMPORT EXPORT S.A) se homogeneizó con agitador magnético por 2 minutos y se dejaron en reposo las soluciones en estufa a 50°C, condiciones óptimas de operación según el proveedor. Se tuvo como variable de control en esta etapa al tiempo, ya que éste fue constante para ambas operaciones, 15 minutos para el pretratamiento y 2 horas para la hidrólisis. Transcurrido el tiempo, se desactivaron las enzimas sometiéndolas a baño maría durante 30 minutos a 85°C. Se enfriaron las soluciones hasta los 15°C para realizar la lectura con el refractómetro de ABBÉ. En la figura 2 se observa el esquema de esta etapa.



Figura 2 Flujo de proceso de la etapa 2

Fuente: Elaboración propia

Etapa 3

El tratamiento 4 correspondiente a los niveles altos de los factores estudiados (120°C en el pretratamiento con hidrólisis) es el que arrojó mayor respuesta en relación a los demás, con un promedio de 5,5°Brix. Se utilizaron sus 3 repeticiones para fermentar el hidrolizado y constatar que parte de esos sólidos solubles medidos con el refractómetro son azúcares digeribles en la fermentación.

Primeramente se desinfectaron los materiales a utilizar en esta etapa con alcohol al 70% para garantizar que no se formen colonias de microorganismos que interfieran en el proceso, por su parte, el pretratamiento en autoclave de la solución sirvió de esterilizador para ésta. Se controló que el pH estuviera en el rango de 3,5 – 6 antes de agregar la levadura *Sacharomyces cerevisiae* activada, para fermentar las soluciones en la estufa incubadora a 29°C durante 5 días. Tanto el rango de pH, la dosis y la temperatura del proceso correspondían a las condiciones de operación óptima del microorganismo según indicaciones de la industria PARALEVA, que fue la proveedora de la misma. En la figura 3 se observa el flujograma de esta etapa.



Figura 3. Flujo de procesos de la etapa 3

Fuentes: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se ilustra los resultados del trabajo, ordenados según el diseño experimental.

	Temperatura de Pretratamiento*	Hidrólisis Enzimática**	°Brix
Tratamiento 1	110°C	Sin	4,5
	110°C	Sin	4,8
	110°C	Sin	4,85
Tratamiento 2	120°C	Sin	5,1
	120°C	Sin	4,8
	120°C	Sin	4,8
Tratamiento 3	110 °C	Con	5,2
	110 °C	Con	5,4
	110 °C	Con	5,45
Tratamiento 4	120°C	Con	5,5
	120°C	Con	5,5
	120°C	Con	5,5

Cuadro 2. Concentración de azúcares medidas en °Brix

(*) El valor –p obtenido es mayor que la significancia prefijada de 0,05 por lo que este factor no es estadísticamente significativo.

(**)El valor –p obtenido es menor que la significancia prefijada de 0,05 por lo que este factor es estadísticamente significativo.

Fuentes: Elaboración propia

Entre los factores de estudio y la interacción entre ellos, el único que resultó estadísticamente significativo es el factor B correspondiente a la hidrólisis enzimática, se estima una causa para que el factor A no resulte estadísticamente significativo podría radicar en la metodología aplicada para la cuantificación de azúcares, la misma se realizó por °Brix (una propiedad física que mide la refracción de la luz), cuya tendencia no varía en grandes proporciones por el cambio de temperatura, pero sí por la relación sustrato-solvente y el agregado de otros reactivos. Es por eso que, para la valoración de la temperatura en la liberación de azúcares reductores es fundamental realizar las determinaciones químicas pertinentes.

El resultado estadísticamente significativo del factor B resultado fue esperado ya que, según varios autores, los desechos orgánicos son materiales cuya composición en su mayor parte la constituyen tejidos lignocelulósicos, y para producir compuestos de alto valor agregado a partir de ellos, necesitan someterse previamente a tratamientos de hidrólisis, de esa forma se degradan dichas paredes a glucosa, fructosa, manosa, xilosa, entre otros compuestos susceptibles de fermentación (Mejía Giraldo et al., 2007).

Además, éste se puede justificar por la especificidad de las enzimas, que en la hidrólisis desdoblan a la celulosa en unidades de D-glucosa, monómeros de azúcares susceptibles a fermentación (Alejandro Santillan & Camposano Rodríguez, 2021; Jiménez Ávila, 2015).

Como se mencionó anteriormente, se seleccionaron las repeticiones del tratamiento 4 para realizar la comparación de la concentración de azúcares antes y después de la fermentación. Con el cuadro 3 se comprueba que alrededor del 40% de los sólidos solubles medidos en °Brix con el refractómetro en la solución pretratada e hidrolizada, son azúcares susceptibles a ser digeridos por la le-

vadura en la fermentación, dato que resulta interesante en esta investigación.-

°Brix			
Tratamiento 4		Antes de la Fermentación	Después de la fermentación
	R 1	5,5	3,25
	R 2	5,5	3,10
	R 3	5,5	3,5

Cuadro 3. Comparación de concentración de azúcares antes y después de la fermentación

Fuentes: Elaboración propia

Además se realizó una comparación entre los resultados obtenidos en este trabajo y los de otros investigadores. Ver cuadro 4.

Autor	Materia Prima	Técnica	Resultado
Chiluisa (2015)	Plátano maduro	Alfa-amilasas, amiloglucosidas	74°Brix
Decheco (2018)	Cáscara de piña	Celulasas al 1,5% p/v por 30 h	20,3 °Brix y 14,5 % de AR
Reddy et al. (2011)	Cáscara de mango	Pectinasa al 1% v/v durante 5 horas	40 °Brix y 20 % de AR

Cuadro 4. Cuadro comparativo con otras investigaciones

Fuentes: Elaboración propia

Los valores obtenidos en esta investigación fueron muchos menores que la resultante de las otras investigaciones, estimándose que la liberación de azúcares, cuantificados por ° Brix, fue limitada por el bajo contenido de hemicelulosa (4%) y la mayor proporción de lignina en la muestra (15,25 %), ya que esto es causante de inhibición en la hidrólisis enzimática (Raud et al., 2015).

Sin embargo, el contenido de proteína (7,83 % en base seca) y minerales (8,44 % en base seca) lo hace un material con características favorables para ser utilizado en fermentaciones microbianas. Además, es un sustrato potencial para la extracción de metabolitos fermentables para obtener etanol u otro tipo de productos por vía fermentativa, ya que posee aproximadamente 18% de celulosa en base seca.

En base a los resultados y con la metodología aplicada en esta investigación, la temperatura en el pretratamiento térmico no resulta estadísticamente significativa entre los tratamientos, es por ello que se selecciona como mejor, el nivel bajo del factor de estudio, 110°C, ya que es el que demanda menor consumo de energía.

En cambio, se pudo comprobar que la aplicación de hidrólisis enzimática si influye en la concentración de azúcares. La relación entre la eficiencia de la hidrólisis es directamente proporcional al contenido final de azúcares. Además, el proceso de sacarificación por este método presenta ventajas tecnológicas y de operación en cuanto a que la temperatura (50°C) y el pH (5,5) de la actividad de la enzima no implican dificultades técnicas y costos de operación muy elevados.

La concentración de la solución acuosa disminuyó conforme avanzó la fermentación, tal efecto verifica que los azúcares desdoblados son metabolitos fermentables.

Por lo tanto, a partir del resto de frutas es posible obtener azúcares fermentables mediante un acondicionamiento de la materia prima y posterior proceso de hidrólisis enzimática. Se debe tener en cuenta que los residuos son materiales de bajo costo y de gran disponibilidad, por tal efecto debería seguir siendo estudiado como sustrato en la producción de bioetanol, variando otros factores en investigaciones futuras.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración y apoyo de los docentes de la Unidad Académica de CyT que estuvieron acompañando esta investigación.

REFERENCIAS

Alejandro Santillan, J. L., & Camposano Rodríguez, Y. (2021). Efecto del pH , temperatura y celulasa en la obtención de glucosa por hidrólisis enzimática de residuos orgánicos. Universidad Nacional del Centro de Perú.

Cajo & Vásquez. (2017). Obtención de azúcares fermentables por hidrólisis enzimática a partir de los residuos de mango (*Mangifera Indica* L.) (Vol. 0, Issue 13).

Camelo Alba, A. (2007). Estudio preliminar de la hidrólisis enzimática con pretratamiento ácido de residuos orgánicos municipales para la obtención de azúcares fermentables [Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/9756>

Jiménez Ávila, M. L. (2015). Obtención de bioetanol de segunda generación a partir del pericarpio de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Universidad de Cuenca.

Mejía Giraldo, L. F., Martínez Correa, H. A., Betancourt Gutiérrez, J. E., & Castrillón Castaño, C. E. (2007). Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. *Ingeniería y Ciencia - Ing.Cienc.*, 3(6), 41–62. <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/440>

Raud, M., Tutt, M., Olt, J., & Kikas, T. (2015). Effect of lignin content of lignocellulosic material on hydrolysis efficiency. 13(2), 405–412.

Sánchez, A., Gutiérrez, A., Muñoz, J., & Rivera, C. (2010). Bioethanol production from agroindustrial lignocellulosic byproducts. *Tumbaga*, 5, 61–91. <http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/194/163>

Evaluación de riesgo a través de la metodología Matriz de Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de Control en una planta alcohólica.

Risk assessment through the Hazard Identification, Risk Assessment and Control Measures matrix methodology in an alcohol plant.

Luis A. Oviedo Ramírez

Ingeniero Industrial egresado de la Unidad Académica de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción Campus Guairá.

RESUMEN

Las plantas alcohólicas manejan una gran cantidad de productos volátiles e inflamables, por lo tanto, existe un alto riesgo de incendio y/o explosión debido a las características del proceso utilizado, pudiendo ocasionar accidentes graves de tipo material y laboral. Para estudiar dicha problemática en este tipo de industria se ha propuesto el análisis y la evaluación de los riesgos a través de la matriz IPERC. La investigación tiene como objetivo identificar la situación actual de la planta alcohólica en la identificación de riesgos y el nivel de conocimiento de los trabajadores en materia de seguridad industrial, demostrando la influencia significativa de los mismos en la disminución de peligros en el ambiente de trabajo. Se utilizó la matriz IPERC como metodología para identificar el nivel de riesgo (R) en cada sector de la planta, cuyos datos fueron recabados por medio de planillas estructuradas en el relevamiento observacional de peligros para el factor consecuencia (C), así como también de cuestionarios para el nivel de conocimiento en materia de seguridad industrial de los trabajadores, asumido como el factor probabilidad (P). Los resultados obtenidos lograron determinar los riesgos operacionales involucrados al

proceso fabril, identificando puntos críticos en cuanto al desconocimiento de los trabajadores en ciertas normas de seguridad, así como también zonas con grandes números de riesgos en el relevamiento observacional, determinando una estrecha relación entre los hallazgos de ambos factores.

Palabras claves: Seguridad Industrial, accidente, calidad de vida laboral, enfermedad profesional, evaluación de riesgo, medidas de seguridad, reducción del riesgo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se conoce a la evaluación de riesgo como la base para la gestión activa de la seguridad y salud del trabajador, dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo información que ayude al empresario en la toma de decisiones con el fin de adoptar medidas preventivas apoyadas en normativas internacionales para su aplicación y ejecución (Universal, 2017).

Identificar y evaluar los riesgos es de suma importancia en las industrias alcohólicas ya que las mismas presentan zonas muy volátiles, manejo de material inflamable, sustancias tóxicas, etc. En este aspecto, la evaluación de

riesgos identifica los factores que establecen peligros en el ambiente de trabajo mediante el análisis de parámetros calificativos que implementen medidas correctivas para mitigar los riesgos (Muñoz, 2016).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) en su informe del año 2009 sobre Seguridad y Salud de los trabajadores, estima que cada año se producen 2,78 millones de muertes relacionadas con el trabajo y unos 330 millones de accidentes laborales. Estos datos expresan y dimensionan la problemática de la seguridad e higiene en el trabajo actualmente, lo que ha llevado al gobierno actual a exigir a las industrias el cumplimiento de la seguridad del trabajador en base a normas estandarizadas (OIT, 2009).

La evaluación de riesgo a través de la Matriz IPERC (Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control) dará lugar a las medidas preventivas y controles adecuados que se deberá implementar con el fin de actuar antes de que se generen enfermedades ocupacionales o accidentes de trabajo en el lugar de trabajo, reduciendo pérdidas económicas para la empresa en cuando a indemnizaciones y jornadas laborales perdidas. (OIT, 2019).

La presente investigación tiene como objetivo general medir la magnitud de los riesgos en el ambiente de trabajo mediante la identificación y evaluación de una situación actual en materia de seguridad y salud ocupacional por medio de la matriz IPERC, centrándonos precisamente en una planta procesadora de combustible.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en la empresa Petróleos Paraguayos (PETROPAR) ubicada en la ciudad de Mauricio José Troche, departamento del Guairá, Paraguay.

La metodología de la misma fue de tipo descriptiva, no experimental, con un enfoque mixto, ya que la misma involucro un método sistemático de factores cualitativos y cuantitativos en un solo estudio. La investigación tuvo como variables al factor probabilidad de riesgo “P” evaluado por medio de cuestionarios a los colaboradores de la empresa en cuanto a nivel de conocimiento sobre seguridad industrial (ver Figura 1) y al factor consecuencia del daño “C” evaluado por medio del relevamiento observacional de peligros con planillas tipo “Checklist” como se aprecia en el Cuadro 1.

• Marque con una X el caso que corresponda según su parecer

1- Conoce sobre Seguridad Industrial?
SI () NO () NA ()

2- Posee señalización de uso obligatorio de EPP en su lugar de trabajo?
SI () NO () NA ()

3- Posee señalización de advertencia a peligros en su lugar de trabajo?
SI () NO () NA ()

4- Posee señalización de prohibición en su lugar de trabajo?
SI () NO () NA ()

5- Posee señalización de auxilio y salidas de emergencia en su lugar de trabajo?
SI () NO () NA ()

6- Posee señalización de medidas y equipos de lucha contra incendios?
SI () NO () NA ()

7- Conoce la ubicación del punto de encuentro en caso de emergencia?
SI () NO () NA ()

8- Se visualiza correctamente las señales de seguridad en caso de baja iluminación?
SI () NO () NA ()

9- Esta señalizado el camino seguro para la circulación de funcionarios dentro de la planta?
SI () NO () NA ()

10- Cuenta con señalización de áreas restringidas en su lugar de trabajo?
SI () NO () NA ()

11- Cuenta con señales para la zona de circulación de vehículos?
SI () NO () NA ()

Figura 1. Modelo de cuestionario aplicado

Fuente: Elaboración propia.

Sector	Actividad realizada
Recepción de MP	Recepción y pesaje de caña de azúcar.
Molino	Molienda de caña de azúcar para extracción de zumo mediante compresión.
Caldera	Generación de Vapor mediante un proceso de combustión.
Destilería	Extracción de Alcohol mediante torres de destilación.
Control de Cantidad	Control de volumen de producto.
Control de Calidad	Control de parámetros para medir estándares de calidad en el producto.
Tratamiento de Agua	Control de calidad del agua utilizada en el proceso de producción.
Tratamiento de Efluentes	Eliminación de Residuos Tóxicos mediante análisis laboratoriales.
Taller Mecánico	Mantenimiento de maquinarias, vehículos y transporte.
Taller de Soldadura	Mantenimiento con trabajos en soldadura.
Taller Metalúrgico	Mantenimiento con trabajos en acero forjado y tornería
Taller Electricidad	Mantenimiento eléctrico de motores y en general
Almacenes	Deposito logístico de repuestas, herramientas y utensilios
Administración	Labores de oficina

Cuadro 1. Sectores de trabajo analizados en el relevamiento observacional.

Fuente: Elaboración propia.

La investigación fue segmentada en 3 etapas correspondientes para dar cumplimiento al objetivo de la misma, como se puede ver en la Figura 2.



Figura 2. Esquema de procedimiento aplicado según cronología de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 1.A: Se procedió a la aplicación de los cuestionarios para evaluar la situación actual de la empresa en materia de seguridad industrial. En el cual se asumió el factor probabilidad (P), se identificó el nivel de conocimiento de los trabajadores sobre señalizaciones de seguridad adecuadas a su sección y área de trabajo. Los cuestionarios constaron de 11 preguntas con una escala nominal (SI, NO) para cada ítem mostrado en la Figura 1.

Se incorporó a los cuestionarios requisitos para la identificación de las características sociodemográficas del personal, dichas características fueron: Edad, Sexo, Nivel académico y Sección de trabajo. La evaluación fue aplicada de forma grupal a todos los funcionarios de un mismo sector y la información fue resguardada en la base de datos mediante la planilla inteligente formulada por Microsoft Excel.

Etapa 1.B: Se identificaron los tipos de riesgos con sus respectivos niveles de consecuencia por área de trabajo con planillas estructuradas tipo “Checklist”, la identificación y asignación del nivel de consecuencia (C) fue evaluada en base al tipo de actividad realizada en cada sector de trabajo como se puede apreciar en el Cuadro 1. Los datos registrados fueron resguardados en una planilla Microsoft Excel por cada área de trabajo correspondiente.

Etapa 2: Con la ayuda del software Microsoft Excel se realizó el tratamiento estadístico para cada uno de los sub procesos (probabilidad y consecuencia) realizados en la investigación. Primeramente, para el factor probabilidad (P) se realizó la sumatoria total de los cuestionarios aplicado en la Etapa 1 en base a la asignación aritmética de las respuestas del cuestionario, obteniendo así la columna de calificaciones promedio (Yp) por cada sector de trabajo.

A partir de esto se obtuvieron los valores del nivel de conocimiento asociado al factor probabilidad de riesgo (P), la cual se clasificó en un rango de valores por cada sección de trabajo aplicando el tratamiento estadístico mediante los métodos de tendencia central, dispersión y distorsión en la identificación de peligros correspondiente al proceso IPERC.

Se realizó el promedio del nivel de consecuencia total (Xc) por cada sección de trabajo mediante las planillas segmentadas en la Etapa 1 y con la valoración aritmética, los promedios fueron asignados en un rango aritmético y mediante esto se obtuvo la consecuencia de riesgo promedio por cada área de trabajo en la planta alcoholera, asociada al factor consecuencia de riesgo (C).

Etapa 3: Una vez obtenido los valores para los factores de probabilidad (P) y consecuencia (C) mediante el proceso explicado en la Etapa 2, se desarrolló el proceso IPERC mediante la matriz de riesgo elaborada en Microsoft Excel la cual se presenta en la Figura 2. La matriz fue elaborada en base a los vectores de probabilidad (P) y consecuencia del riesgo (C), estos formaron el vector resultante del nivel de riesgo (R) en cada área mediante la fórmula general de riesgo expresada en la Ecuación 1. Con el nivel de riesgo (R) asignado para cada sector se determinó la aceptabilidad del peligro existente en la planta alcoholera.

		CONSECUENCIA		
		Ligeramente Daño LD	Daño D	Extremadamente Daño ED
PROBABILIDAD	Baja B	Tolerable T	Tolerable T	Moderado MO
	Media M	Tolerable T	Moderado MO	Intolerable IN
	Alta A	Moderado MO	Intolerable IN	Intolerable IN

Figura 2. Matriz de riesgo IPERC.

Fuente: Elaboración propia.

$$R = PXC. \rightarrow \text{Ec.1}$$

Ecuación 2. Formula general del nivel de riesgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, se exponen los resultados correspondientes de los factores probabilidad (P) y consecuencia (C) del riesgo correspondiente por cada sector de trabajo evaluado en la planta alcoholera.

SECTOR	Probabilidad (P)	Consecuencia (C)
Recepción de MP	2	1
Molino	2	3
Caldera	2	3
Destilería	2	3
Control de Cantidad	2	2
Control de Calidad	2	2
Tratamiento de Agua	2	2
Tratamiento de Efluentes	2	2
Taller Mecánico	1	2
Taller de Soldadura	2	2
Taller Metalúrgico	2	2
Taller de Electricidad	2	1
Almacenes	1	2
Administración	1	1

Cuadro 2. Factor probabilidad (P) y consecuencia (C) en cada sector.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 3 se expone los resultados obtenidos en la investigación correspondiente al proceso IPERC, con la cuantificación y colorimetría correspondiente al nivel de riesgo mediante la Ecuación 1.

Sector	$R = PXC$	Aceptabilidad	Acción
Recepción de MP	2	Tolerable	Riesgo controlado
Molino	6	Intolerable	Acción inmediata para controlar el riesgo
Caldera	6	Intolerable	Acción inmediata para controlar el riesgo
Destilería	6	Intolerable	Acción inmediata para controlar el riesgo
Control de Cantidad	4	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo en un periodo determinado
Control de Calidad	4	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo en un periodo determinado
Tratamiento de Agua	4	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo en un periodo determinado
Tratamiento de Efluentes	4	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo en un periodo determinado
Taller Mecánico	2	Tolerable	Riesgo controlado
Taller de Soldadura	4	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo en un periodo determinado
Taller Metalúrgico	4	Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo en un periodo determinado
Taller de Electricidad	2	Tolerable	Riesgo controlado
Almacenes	2	Tolerable	Riesgo controlado
Administración	1	Tolerable	Riesgo controlado

Cuadro 3. Nivel de Riesgo (R) por sector resultante del proceso IPERC.

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados de la evaluación de riesgo en la planta alcoholera, mediante la matriz IPERC determinó que los sectores con mayor nivel de riesgo son los sectores de producción (Destilería, Molino y Caldera) como se puede ver en el Cuadro 3, lo que coincide con las investigaciones de (Cerdan, 2019; Paguay García, 2016) en plantas de petróleo y sus derivados, donde la mayoría de accidentes industriales tienen potencial de ocurrencia en destilería y caldera. Los niveles altos de riesgo se debieron en gran parte a las consecuencias más críticas identificadas en el relevamiento observacional para el factor consecuencia (C).

La evaluación observacional determinó riesgos potenciales de incendio y explosión por derrame o fugas de material inflamable como peligro de mayor proporción, el mismo requiere características de corrección inmediata con el debido resguardo y señalización de material inflamable para cada tipo de trabajo realizado, así como la implementación de prácticas de limpieza constante de bagazo seco en los sectores de trabajo. Por otro lado, se enfatizó la falta de EPP adecuado en los sectores de destilería y tratamiento de efluentes en el manejo de agentes químicos tóxicos.

En la evaluación del factor probabilidad (P) a través del nivel de conocimiento se encontró una calificación promedio de 8 puntos en la muestra encuestada, lo que dio una calificación promedio del 73% con nivel de conocimiento bueno. Sin embargo, aplicando el análisis de

distorsión se demostró que dichos datos estaban siendo subestimados con respecto al valor real de la percepción de riesgo a través del estadístico de curtosis ($\hat{g} = 0.354$) debido a la gran desviación de los puntos atípicos de la encuesta.

El análisis de puntos atípicos de la encuesta fueron similares a la evaluación del nivel de conocimiento de (Carmacho Cueva & Zuñiga Ibañez, 2018) donde el mismo expuso un 55,8% de actitud negativa por parte de los trabajadores hacia la evaluación de Seguridad Industrial y que los mismos presentaban un inadecuado nivel de conocimiento (51,9%) en base a la percepción de riesgo.

Los resultados expuestos demuestran la estrecha relación existente entre los hallazgos encontrados en los resultados obtenidos de las encuestas sobre seguridad industrial, que define la situación actual de la planta, con los resultados encontrados en las evaluaciones de riesgo. La misma podría ofrecer un panorama amplio de como el nivel de conocimiento de los trabajadores, la escasa señalización y exigencia del mismo pueden impactar en los valores de evaluación de riesgo de manera a obtener conclusiones bastante preocupantes en cuanto a la probable materialización de los peligros

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al cuerpo académico de docentes de la Facultad de Ciencias y Tecnología, por el acompañamiento en realizar dicha investigación.

REFERENCIAS

Camacho Cueva, A. J., & Zuñiga Ibañez, L. A. (2018). Nivel de conocimiento y actitud hacia la seguridad en salud ocupacional de los trabajadores de la Empresa Sider Perú. Chimbote 2016. In Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3212>

Cerdan, C. M. V. (2019). Determinacion de riesgos de accidentes mayores a traves del analisis de peligros y operatividad (HAZOP) en el area de destilacion de una planta de alcohol. In Universidad Espíritu Santo Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional.

Muñoz, J. A. C. (2016). Identificacion y evaluacion de riesgos laborales para el area de produccion de la empresa ROBOT S.A e implementacion de mejoras. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5973/1/UDLA-EC-TTPI-2016-18.pdf>

OIT. (2009). Normas de la OIT sobre seguridad y salud en el trabajo. In Normas de la OIT sobre Seguridad y Salud en el trabajo (Vol. 1981).

Organización Internacional del Trabajo. (2019). Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo. Aprovechar 100 años de experiencia. In Sistema de Gestión. http://training.italo.it/actrav_cdrom2/es/osh/kemi/pest/pesti2.htm

Paguay García, M. V. (2016). "Prevención de Riesgos Laborales en la Producción de Alcohol Destilado de la Caña de Azúcar en Ecuador." <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76848/PAGUAY - EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL DESTILADO DE LA CAÑA DE AZÚ....pdf?sequence=3>

Universal, M. (2017). Evaluación de Riesgos, Prevencion de Riesgos laborales para PYMES.

ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO UX DEL CHATBOT SOS TUTORÍA UC

Noemi Pavón (CYT-UCCampusGuairá)

Alethia Hume (DEI-UC)

Luca Cernuzzi (DEI-UC)

RESUMEN

WeNet es un proyecto multidisciplinario que propone un paradigma de relaciones sociales mediado por computadoras conectadas mediante internet y teniendo a la diversidad como el punto focal. Para el efecto, se está desarrollando una plataforma en línea capaz de potenciar interacciones sociales más ricas y profundas conscientes de la diversidad y aplicaciones específicas para responder a necesidades puntuales. Este trabajo describe y analiza la evaluación de la percepción del usuario al utilizar SOS TUTORÍA UC, así como su estado de UX, a fin de proponer mejoras. En el estudio participaron 17 usuarios, se utilizaron los cuestionarios SEQ, SUS, UEQ+ y una entrevista con preguntas abiertas. Los resultados han sido alentadores y sugieren que los principales factores que inciden en una buena UX son la facilidad de comprensión, la utilidad, el uso intuitivo y la eficacia. Finalmente, se recolectaron propuestas de mejoras tomando en cuenta los factores que influyen en la experiencia de usuario y las recomendaciones dadas por los participantes.

I. INTRODUCCION

Las interacciones sociales mediadas por computadoras están adquiriendo cada vez más vigencia, más aún después de las restricciones impuestas por la pandemia del Covid19. WeNet - Internet of Us¹ (en adelante WeNet) tiene como principal objetivo el desarrollo de una plataforma computacional que mejore las interacciones, conscientes de la diversidad, entre personas. El concepto de diversidad es muy amplio y a veces ambiguo. En WeNet, además de aspectos comunes de la diversidad como ser el lugar de residencia con su cultura, los gustos personales (música, comida, etc.), el género, los rasgos de personalidad y otros factores, se consideran también las diferencias entre las personas en términos de sus competencias, conocimientos y prácticas sociales. La plataforma está diseñada para permitir que las personas se apoyen mutuamente aprovechando su diversidad. Por ende, se busca aprovechar los diversos factores que caracterizan a la diversidad de las personas para facilitar la interacción entre aquellas que puedan ayudarse en responder a determinadas necesidades o simplemente que compartan intereses comunes.

1 <https://www.internetofus.eu/> proyecto multidisciplinario con un consorcio de 15 instituciones de varios países y

Como primera aproximación de las varias funcionalidades y servicios que contempla ofrecer la plataforma WeNet se han realizado experiencias piloto basadas en varios chatbot en línea. Estos pilotos han sido llevados a cabo en diversos países (Paraguay, Dinamarca, México, India, Reino Unido, Italia, Mongolia y China), donde están presentes instituciones integrantes del consorcio WeNet, y siempre con estudiantes universitarios. En particular, el presente estudio se enfoca en la experiencia realizada en Paraguay por el grupo de investigación de la Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” (en adelante UC).

Dentro del equipo surge un nuevo piloto denominado “SOS TUTORÍA UC”, que permite a estudiantes universitarios solicitar o brindar ayuda en forma de tutoría en diferentes materias y/o temas puntuales de su formación universitaria y su enfoque principal es brindar un espacio de encuentro entre estudiantes, por lo que con esta tecnología se busca facilitar la interacción entre estudiantes de la misma universidad, en este caso la UC, pudiendo ser o no de la misma carrera y posiblemente de diferentes sedes de la UC. La orientación a una comunidad amplia de estudiantes pero todos de la misma institución tiende a facilitar la percepción de seguridad y de confianza, lo que es muy importante para este tipo de aplicaciones. Así, SOS TUTORÍA UC es una interesante aplicación que cumple con los objetivos de WeNet, promoviendo la interacción social teniendo en cuenta la diversidad en términos de competencia y de otros factores, mejorando las relaciones interpersonales y respondiendo a las necesidades de los estudiantes.

A partir del grupo de discusión sobre la experiencia de Ask for Help Paraguay, un chatbot que forma parte del WeNet, se ha destacado la Experiencia de Usuario (UX) como uno de los aspectos relevantes a tener en cuenta

para futuras aplicaciones. En efecto, más allá de las funcionalidades principales de la aplicación que podrían responder a necesidades relevantes de los estudiantes, la alta calidad de UX es crítico para la aceptación y uso de la aplicación [1]. Por ende, es fundamental evaluar la experiencia del usuario que depende del contexto, es subjetiva y dinámica a lo largo del tiempo.

Es por esto que el objetivo principal de este estudio es analizar la Experiencia de Usuario (UX) del chatbot SOS TUTORÍA UC para sugerir mejoras al sistema. La evaluación de UX se basa en pruebas con estudiantes de las diferentes carreras de ingenierías de Ciencia y Tecnología (CyT) de las sedes Asunción y Guairá. En particular se pretende responder a la pregunta de investigación; ¿Cuál es la percepción de los usuarios potenciales del chatbot SOS TUTORÍA UC sobre la experiencia de usuario que ofrece?

II. T RABAJOS RELACIONADOS

Con los avances de la tecnología educativa, en sustitución de las interacciones cara a cara han surgido varios sistemas de tutoría electrónica (E-Mentoring System) [2]. Un estudio reciente [3] analiza la eficacia de la tutoría electrónica y su gestión. Además, [4] identifican algunas de las aplicaciones más utilizadas en las universidades para conectar a mentores y alumnos y abogan por el diseño de aplicaciones móviles de mentoría. Sin embargo, el enfoque principal de SOS TUTORÍA UC se centra en ser un espacio de encuentro entre estudiantes que necesitan tutoría y otros estudiantes que puedan realizarla.

En este sentido, además de la interacción entre estudiantes y profesores, se reconoce el valor de las tutorías entre pares, es decir entre estudiantes, como oportunidad para reducir el aislamiento entre estudiantes, creando

sentido de comunidad y logrando la integración del estudiante [5]. En esta misma dirección surge la propuesta de SOS TUTORÍA UC.

Existe una extensa literatura acerca de la evaluación de los sistemas de recomendación considerando varios criterios algunos de los cuales están vinculados con el usuario y su percepción del sistema [6]-[7]-[8]-[9]-[10]-[11]. Sin embargo, no hemos encontrado estudios específicos que enfocan la evaluación de la UX de los sistemas de recomendación de personas con determinados perfiles.

Por último, la evaluación de la UX es una tarea ardua y que tiene que considerar múltiples dimensiones en la UX. En los últimos años, se han desarrollado varias formas de aplicar métodos y técnicas de evaluación de la UX incluyendo a qué tipo de aplicación va orientado y cuales métricas se adoptan [12]. Según [13] los cuestionarios de usabilidad son las técnicas más utilizadas, seguidas por las entrevistas. Los autores [14] expresan que cada uno de ellos (SUS, SUMI, UEQ, etc.) tienen enfoques específicos y por sí solos ninguno pueden estudiar todos los aspectos de la UX, por lo que es necesario combinar varios para obtener informaciones más completas. También sugieren que el evaluador cree su propio cuestionario a fin de que se ajuste a sus preguntas de investigación y para ello recomiendan utilizar UEQ+. Varias de estas recomendaciones y buenas prácticas son tenidas en cuenta a la hora de evaluar a UX de SOS TUTORÍA UC.

III. SOS TUTORIA UC

Como ya se ha mencionado, en el marco del proyecto WeNet se desarrolló SOS TUTORÍA UC. La aplicación facilita un bot en Telegram, que tiene como fin conectar a estudiantes para ayudarse mutuamente en el proceso de aprendizaje, mediante pedidos y ofrecimientos de tutoría en determinadas materias a través de la tecnología, conscientes de la diversidad entre personas, y obtener un

beneficio en la colaboración mutua. La misma responde a una necesidad planteada por los propios estudiantes, y se caracteriza principalmente por ser multiplataforma, segura, y fácil de integrar.

Los estudiantes en principio deberían ser de la misma casa de estudio, en este caso la (UC), aunque pueden estar cursando sus respectivas carreras en diferentes campus de las 16 sedes que cubren el territorio nacional.

Para obtener acceso a la aplicación, se provee una página web de registro para los estudiantes universitarios de la UC. El usuario debe registrarse con una dirección de correo y clave únicas, y luego se enviará un enlace para ingresar al chatbot de Telegram a la dirección de correo registrada. Un usuario puede tener el rol de Alumno (que solicita tutoría en una o más materias o tópicos específicos) o de Tutor (que ofrece ayuda en una o más materias o tópicos). Cabe señalar que el mismo usuario puede tener ambos roles en diferentes materias y momentos. Una vez registrado, el usuario podrá acceder a las distintas funcionalidades a través de Telegram y, según su rol actual, recibirá distintos mensajes de bienvenida y podrá utilizar comandos específicos.

En la Figura a se puede observar los mensajes de bienvenida y el menú de opciones que permite a un estudiante en el rol de Alumno solicitar una nueva tutoría, acceder al estado de las tutorías una vez enviada una solicitud (Figura c), solicitar ayuda y acceder al chat grupal. Al solicitar una nueva tutoría (Figura b) se despliega la lista de materias disponibles.

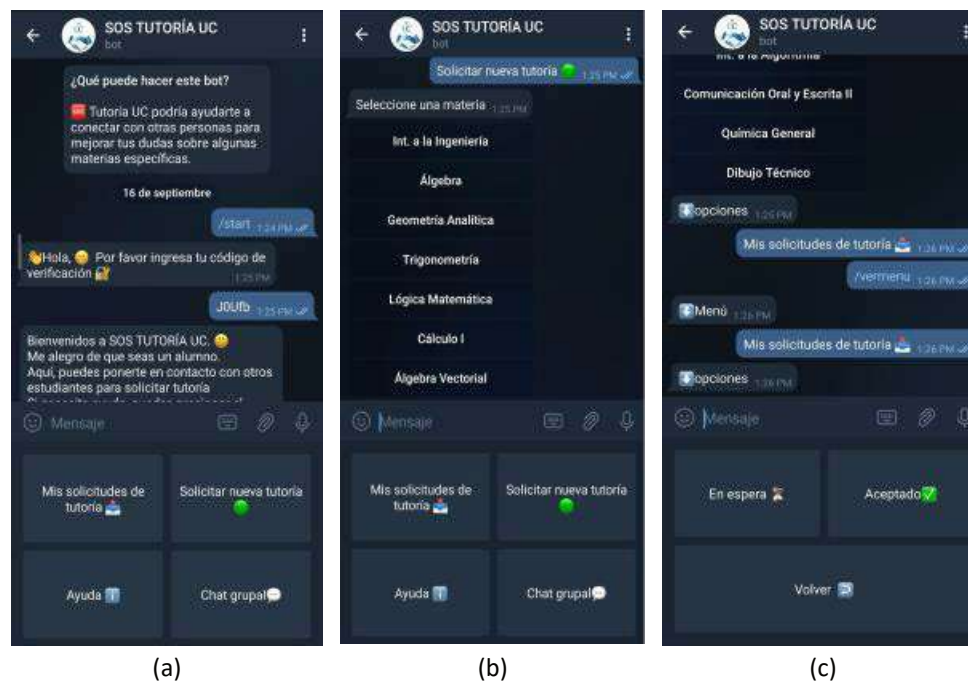


Fig. 1. – Captura de pantalla de la aplicación SOS TUTORÍA UC en el rol de Alumno. (a) Primera vista usuario, (b) Solicitar tutoría, (c) Estados de tutorías

IV. METODOLOGÍA

A modo de comprobar la viabilidad del proyecto, se realizó un estudio piloto de SOS TUTORÍA UC que precede a este trabajo. El estudio piloto se llevó a cabo en la UC, sedes Asunción y Guairá, desde el 06 de julio hasta mediados de agosto del 2021, en colaboración con alumnos de las diferentes carreras de ingenierías de las respectivas Facultades de Ciencias y Tecnología. Al grupo de participantes en esta experiencia previa lo denominamos G1. El actual estudio sigue un diseño de dos grupos: un grupo con experiencia previa (G1; participantes del estudio piloto) y otro sin experiencia previa (G2). Los grupos lo conforman usuarios de ambos roles, Alumno y Tutor. La idea es obtener una evaluación y retroalimentación

acerca de SOS TUTORÍA UC tanto de usuarios que puedan ya estar familiarizados con la aplicación como de usuarios que la usan por primera vez.

Este trabajo divide las pruebas en 3 fases [15]: la primera, de diseño y planificación de las experiencias; la segunda consiste en ejecutar las sesiones de prueba, y la última fase consiste en el post test, realizando grupos de discusión. En esta sección, después de describir el proceso de reclutamiento de los participantes, se describe en detalle la fase de diseño y planificación de las experiencias. La aplicación de las pruebas con sus respectivos instrumentos, así como el análisis de los resultados obtenidos se describen en la sección 5.

A. Reclutamiento

Para el primer grupo (G1) se contactó a los usuarios que ya utilizaron la aplicación SOS TUTORÍA UC, durante el estudio piloto realizado meses anteriores, invitándolos a esta prueba de UX. Se envió un correo electrónico con los detalles de la reunión y un cuestionario para categorizar a los participantes según su rol, carrera y campus.

En paralelo, se empezó a reclutar a personas que no utilizaron previamente el sistema (G2) a través de grupos de WhatsApp de estudiantes y presentaciones acerca del proyecto en clases virtuales, invitando a la participación. Todos los interesados llenaron un formulario para capturar su información de contacto y poder así remitirles una invitación formal. El link del formulario fue enviado a los grupos de WhatsApp que tienen los estudiantes. A posteriori se invitó al grupo de interesados, que habían respondido el cuestionario de contacto, por correo para crear un perfil preguntando su sede y el rol (tutor o alumno) que desearía tener durante las pruebas. Luego de obtener esta información se envió un segundo correo, similar a aquel enviado al grupo G1, con información de usuario y cuenta para utilizar SOS TUTORÍA UC, información del día y la hora para participar en las pruebas, y el agradecimiento por su tiempo.

Finalmente, la aplicación fue evaluada por 17 participantes voluntarios, del Campus Guaira y sede Santa Librada

B. Diseño y Planificación de las experiencias

Se han planificado dos sesiones de prueba, una para cada grupo de usuarios: G1 (participantes del estudio piloto ya familiarizados con SOS TUTORÍA UC) y G2 (usuarios sin experiencia previa). Para cada participante se prepara una lista de tareas significativas, algunas generales y otras relevantes según su rol (ver Tabla 1).

Para cada sesión fueron invitados todos los participantes de un mismo grupo (G1 o G2). Al inicio de la sesión se realizó una presentación del chatbot SOS TUTORÍA UC, incluyendo una explicación de los objetivos de la prueba

y especificaciones de cómo se realizará la sesión. Evidentemente, para el grupo G1 la presentación ha sido extremadamente breve debido al conocimiento previo de los participantes. Luego se presentó a los participantes la lista de tareas, pidiendo que cada uno las complete individualmente y sin asistencia. Para las pruebas, se administraron tres cuestionarios estándar que utilizan la escala de Likert para capturar las respuestas: SEQ [16] SUS [17] y UEQ+ [18].

El SEQ (Single Ease Question) se utiliza para evaluar la satisfacción a nivel de tareas, así como su grado de dificultad, y se aplica al finalizar cada una de las tareas.

Una vez finalizadas todas las tareas, se aplica el cuestionario SUS (System Usability Scale) para medir la satisfacción a nivel del sistema, la usabilidad y experiencia con el mismo.

TABLA 1. TAREAS REALIZADAS POR LOS ALUMNOS Y TUTORES

Tareas Alumno	Tareas Tutor
TA1. Solicitar tutoría	TT1. Verificar estado de solicitudes de tutoría, Aceptar
TA2. Verificar estado de tutoría, reenviar o cancelar solicitud	TT2. Comunicarse con el alumno
TA3. Comunicarse con el tutor	TT3. Cambiar estado de visibilidad
TA4. Cancelar Tutoría	TT4. Cancelar Tutoría
TA5. Solicitar ayuda a Soporte.	TT5. Solicitar ayuda a Soporte.
TA6. Reportar mal comportamiento	TT6. Reportar mal comportamiento
TA7. Comunicarse en el chat grupal	TT7. Comunicarse en el chat grupal

El cuestionario presenta 10 preguntas divididas en afirmaciones positivas (preguntas impares) y negativas (preguntas pares). Las positivas indican la facilidad de uso y si el sistema fue diseñado adecuadamente, en cambio las

negativas indican que el sistema puede ser inconsistente y complejo.

Por último, se administra el cuestionario UEQ+ (User Experience Questionnaire +), que permite al investigador crear cuestionarios que se ajusten a sus objetivos. Actualmente tiene 20 escalas² para medir la experiencia de usuario, con valores que van de -3 (muy negativo) a 3 (valor más alto). Cada escala cuenta con una afirmación y una subescala de adjetivo opuestos, ejemplo la escala de estimulación dice; “El empleo del producto me parece” y los calificativos son nada interesante-interesante, aburrido-entretenido, poco valioso-valioso, soporífero-entretenido. En este estudio se optó por 8 escalas, las cuales se adaptan a los objetivos de la investigación y se consideran fundamentales para conocer la percepción general de los usuarios al utilizar el sistema. Las escalas adoptadas son las de: eficiencia, facilidad de comprensión, estimulación, confianza, adaptabilidad, utilidad, valor, y uso intuitivo.

En la Tabla 2 se puede observar el tiempo, las actividades y en qué fase de la reunión se realizó.

TABLE 2. TIEMPOS SEGÚN SU FASE

Tiempo	Actividad	Fase
15-20 min	Introducción	pre test
55 min	tareas, SEQ; SUS; UEQ+	test
20 min	Discusión; agradecimiento	post test

En particular, con UEQ+, la primera escala que medimos es la eficiencia, que nos permite conocer la impresión del usuario y si el sistema requiere de mucho esfuerzo para realizar tareas típicas como: solicitar, aceptar, cancelar, enviar un tutorial. También pensamos en la facilidad de comprensión ya que podemos saber si la curva de aprendizaje fue alta o baja. Además de que nos pareció interesante saber si el sistema era divertido y motivador

² <https://ueqplus.ueq-research.org/>

para el usuario, por lo que decidimos medir el estímulo

La actividad final de la sesión fue un grupo de discusión entre todos los participantes de la videollamada. Ésta consiste en 6 preguntas abiertas sobre SOS TUTORÍA UC en general, que permiten obtener información cualitativa complementaria para verificar y consolidar los resultados, y al mismo tiempo ofrece la oportunidad de que los participantes sugieran más explícitamente aspectos para mejorar la experiencia de usuario.

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Un aspecto particularmente significativo de este estudio fue la participación de los estudiantes, porque nos permitió obtener resultados de usuarios en el entorno donde se espera utilizar efectivamente el chatbot SOS TUTORÍA UC.

Como se pudo apreciar, el diseño del plan de prueba ha contemplado varios instrumentos de evaluación para cubrir tanto aspectos cuantitativos como cualitativos de la percepción de calidad de UX por parte de usuarios de la aplicación en un contexto real. El diseño del protocolo de validación de la experiencia de usuario se realizó en base a recomendaciones de varios expertos en el área, incluyendo buenas prácticas propuestas por [18] con el propósito de determinar la interacción con el sistema, la satisfacción y los aspectos importantes del sistema para el usuario. La prueba ha contemplado dos grupos de usuarios, uno compuesto por estudiantes que habían tenido un uso previo de SOS TUTORÍA UC (G1) y el otro grupo (G2) que solo tuvieron contacto con la aplicación al momento de la evaluación. La interpretación de los datos se realizó una vez concluida la reunión con los dos grupos, ya que permitió realizar un mejor análisis de los resultados entendiendo las causas de determinadas valoraciones. Se utilizaron métodos de interpretación específicos para cada cuestionario y se complementaron con los resultados cualitativos de las entrevistas. Cabe

señalar que el diseño y planificación ha ayudado a guiar las pruebas en un contexto donde lo más difícil fue ajustar los tiempos para realizar las evaluaciones de manera remota debido a las restricciones impuestas por el COVID-19.

En términos generales el sistema ha tenido muy buena aceptación. Tomando en cuenta los resultados de los cuestionarios aplicados la evaluación ha sido positiva, mientras que las puntuaciones más bajas se dieron en tareas específicas, lo que nos permite cumplir con el fin de identificar aspectos a mejorar.

El cuestionario SEQ tuvo como resultado que de los 17 participantes 6 fueron alumnos, dando una media general de 5,6. Por lo estimado en la figura 3, esta puntuación ubica al sistema dentro del promedio de aceptación, con una tasa de finalización entre el 71 % y 80 %. El tiempo para cada tarea se estima de 2,0 a 2,1 minutos, lo que es considerado un tiempo razonable por el tipo de tarea requerida.

En particular, como ya se ha señalado en la prueba SEQ, en las tareas TA3 (Comunicarse con el tutor) y TA4 (Cancelar tutoría), los usuarios U5 y U7 no pudieron realizarlas porque sus solicitudes no fueron aceptadas por falta de tutores en las materias solicitadas. Por ende, a pesar de no presentar un problema funcional el sistema, las puntuaciones de estas tareas se vieron disminuidas por dicha falta de disponibilidad de tutores. A pesar de esto, el promedio general del SEQ se mantiene en el rango de niveles promedio.

También se puede reconocer que, conforme los resultados obtenidos, los factores que inciden en una buena experiencia de usuario son la facilidad de comprensión (curva de aprendizaje baja), la utilidad (aporta una solución efectiva a sus necesidades), el uso intuitivo (sin necesidad de un manual) y la eficacia (terminar con éxito una tarea). Otro punto a destacar es que los usuarios preferirían evitar realizar muchos pasos para utilizar una función, lo cual sugiere la necesidad de cambios para una

nueva versión de la aplicación. Al mismo tiempo, cabe señalar que SOS TUTORÍA UC responde a una necesidad real a los problemas de estudios de los alumnos, pero para su adopción es muy importante que el uso intuitivo y la facilidad de comprensión puedan seguir mejorando. Un punto importante según los usuarios es que al principio el sistema era confuso, pero se fueron adaptando rápidamente. Los resultados indican que la mayoría recomendaría SOS TUTORÍA UC y que encuentran valiosa la posibilidad de conectar, solicitar y brindar ayuda a otros alumnos de la misma casa de estudio, además de que les parece seguro el sistema.

Esto es muy importante ya que se evidencia que SOS TUTORÍA UC tiene el potencial de ser un instrumento digital útil para conectar a los estudiantes, lo cual encaja plenamente con los fines de WeNet.

Uno de los principales hallazgos que se desprende de los datos es la necesidad de una interfaz alternativa, que podría ser por ejemplo una página web que pueda adaptarse a dispositivos móviles. Esto debido a las muchas limitaciones que un chatbot en Telegram tiene al momento de crear funcionalidades específicas, por ejemplo, cargar disponibilidad y especificar detalles de la materia.

Aunque la facilidad de uso fue positiva en los resultados, se debe reconocer que las funcionalidades más importantes como la de comunicación entre los tutores y alumnos, cancelar tutoría y reportar a un usuario, fueron las más bajas tanto en el caso de los tutores como de los alumnos, por las limitaciones de Telegram.

Con base en los hallazgos, las siguientes recomendaciones de mejora al sistema deberían ser consideradas para mejorar la experiencia de usuario en futuras versiones de SOS TUTORÍA UC:

- Mantener al mínimo el número de clics necesarios para acceder a cualquier funcionalidad, como en el caso de la comunicación entre alumnos y tutores.
- Agregar una forma eficaz de cancelar una tutoría.

- Crear una funcionalidad específica para reportar un mal comportamiento.

VI. CONCLUSIÓN

En este trabajo se analizó la Experiencia de Usuario (UX) del chatbot SOS TUTORÍA UC con los estudiantes de la Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”, sedes Asunción y Campus Guairá, y se sugirió mejoras al sistema. Un aspecto particularmente significativo del estudio fue la participación de los estudiantes, porque nos permitió obtener resultados de usuarios en el entorno real donde se espera utilizar efectivamente SOS TUTORÍA UC.

De los resultados de los varios instrumentos y entrevistas aplicadas con los usuarios, obtuvimos que la opinión general de los estudiantes sobre SOS TUTORÍA UC es positiva. Aunque se constata una diferenciación entre los usuarios que han usado el sistema antes (grupo G1) y los usuarios que no lo habían usado previamente al momento de la evaluación (grupo G2), los resultados de satisfacción en ambos casos han resultado altos.

Es así que la mayoría de los participantes en las pruebas recomendaría SOS TUTORÍA UC destacando el valor de ayuda entre pares de la misma casa de estudio en un espacio de interacción que tiene en cuenta la diversidad y la seguridad. Estas consideraciones son muy importantes en el marco del proyecto WeNet.

A partir de las pruebas y los grupos de discusión se desprenden mejoras tomando en cuenta los factores que influyen en la experiencia de usuario y las recomendaciones dadas por los participantes. Como trabajos futuros se requiere implementar las sugerencias de mejoras presentadas en la sección V. Específicamente mejorar las funcionalidades de comunicación entre los tutores, cancelar tutorías y reportar a un usuario por mal comportamiento. Finalmente, sería de gran valor realizar nuevamente estudios de la experiencia de usuario para verificar si existen diferencias entre la versión actual y

una nueva versión mejorada de la aplicación. Y, en forma complementaria, una vez en uso SOS TUTORÍA UC, poder realizar estudios longitudinales sobre su eficacia.

REFERENCIAS

- [1] Norman, J., y Nielsen, J. (2003). User experience our definition. Nielsen Norman Group Ed. Owens, M. (2006). The definitive guide to sqlite. Apress.
- [2] Farheen, J., & Dixit, S. (2018, August). E-mentoring system application. In 2018 2nd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC) I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC), 2018 2nd International Conference on (pp. 750-754). IEEE.
- [3] Iqbal, H. (2020). E-mentoring: an effective platform for distance learning. *e-mentor*, 84(2), 54-61.
- [4] Tinoco-Giraldo, H., Torrecilla, E.M., García, F. (2020). Developing a design phase for a mentoring mobile app. *TEEM'20: Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, October 2020, Pages 273–282 <https://doi.org/10.1145/3434780.3436543>
- [5] Riskey, A. (2014). La mentoría electrónica entre pares para la transición a la universidad: una revisión teórica. *REOP - Revista Española De Orientación Y Psicopedagogía*, 22(3), 232–239. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.22.num.3.2011.11278>
- [6] Pu, P., Chen, L., & Hu, R. (2011, October). A user-centric evaluation framework for recommender systems. In *Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems* (pp. 157-164).
- [7] Knijnenburg, B.P., Willemsen, M.C., Gantner, Z. et al. (2012). Explaining the user experience of recommender systems. *User Model User-Adap Inter* 22, pp. 441–504. <https://doi.org/10.1007/s11257-011-9118-4>
- [8] Huang, Z. (2019). Developing Usability Heuristics for Recommendation Systems Within the Mobile Context. In: Marcus, A., Wang, W. (eds) *Design, User Experience, and Usability. Practice and Case Studies. HCI 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11586. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23535-2_10

- [9] Champiri, Z. D., Mujtaba, G., Salim, S. S., & Chong, C. Y. (2019, January). User experience and recommender systems. In 2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET) (pp. 1-5). IEEE.
- [10] Munawar, Z., Suryana, N., Sa'aya, Z. B., & Herdiana, Y. (2020, November). Framework With An Approach To The User As An Evaluation For The Recommender Systems. In 2020 Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC) (pp. 1-5). IEEE.
- [11] Gunawardana, A., Shani, G., & Yogev, S. (2022). Evaluating recommender systems. In *Recommender systems handbook* (pp. 547-601). Springer, New York, NY.
- [12] Inan Nur, A., Santoso, H.B., Hadi Putra, P.O. (2021). The Method and Metric of User Experience Evaluation: A Systematic Literature Review. ICSCA 2021: 2021 10th International Conference on Software and Computer Applications, February 2021, pp. 307–317, <https://doi.org/10.1145/3457784.3457832>
- [13] Ren, R., Castro, J. W., Acuña, S. T., & de Lara, J. (2019). Evaluation techniques for chatbot usability: A systematic mapping study. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 29(11n12), 1673-1702.
- [14] Følstad, A., y Brandtzaeg, P. B. (2020). Users' experiences with chatbots: findings from a questionnaire study. *Quality and User Experience*, 5(1), 1–14.
- [15] Hertzum, M. (2020). Usability testing: A practitioner's guide to evaluating the user experience. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 13(1), i–105.
- [16] Sauro, J., & Lewis, J. R. (2016). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research*, 2nd ed. Cambridge, MA: Morgan-Kaufmann.
- [17] Brooke, J., y cols. (1996). Sus-a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), pp. 4–7.
- [18] Laugwitz, B., Held, T., y Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. En *Symposium of the austrian hci and*

The diversity of personality traits and social interactions mediated by the internet: a cross-country analysis

Andrea Mercado, Laura Achón, Ana De Souza, Alethia Hume, Luca Cernuzzi

Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción Asunción, Paraguay ORCID: 0000-0002-4950-1012, 0000-0003-3632-5985, 0000-0003-1914-4496, 0000-0002-1874-1419, 0000-0001-7803-1067

Daniel Gatica-Perez

IDIAP - EPFL Martigny, Suiza gatica@idiap.ch

Ivano Bison, Fausto Giunchiglia

Universidad de Trento Trento, Italia ivano.bison@unitn.it, fausto.giunchiglia@unitn.it

Abstract—The goal of WeNet: Internet of us project is to harness the diversity of people in internet-mediated social interactions. The possible relationship between personality aspects and social interactions mediated by digital platforms is the object of analysis of this paper, for which the Big Five (extraversion, agreeableness, responsibility, emotional stability and openness to experience) were taken into account. The relationship between these traits and behavior was established, obtained through a questionnaire and the experience of using a chatbot, in students from 4 universities: University of Trento (Italy), the National University of Mongolia, the School of Economics of London (United Kingdom) and the Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay).

Keywords —*diversity, social interactions, personality, Big - Five, conversational bot*

I. INTRODUCCION

La diversidad de las personas es un valioso recurso en las interacciones sociales ya que permite complementar aspectos del otro, por ejemplo, estudiantes con mayores competencias en una determinada disciplina pueden ayudar a otros, o bien, como la diversidad es propia de las interacciones sociales, toda persona, según sus rasgos de personalidad, puede interactuar para responder a necesidades puntuales de otras.

El proyecto *WeNet: Internet of us*¹ hace uso de la informática, la ingeniería y la sociología con el propósito de aprovechar la diversidad de las personas para mejorar su bienestar y la calidad de las interacciones [2]. En el marco del proyecto, la diversidad se define como las diferen-

¹ <https://www.internetofus.eu/> ; Proyecto internacional y multidisciplinario financiado por la Unión Europea en el marco del programa Horizon 2020 con la participación de 15 Universidades y Centros de investigación de varios países.

cias entre las personas en razón de sus prácticas sociales. Para el estudio se han realizado varias experiencias piloto, con estudiantes universitarios, que se llevaron a cabo en paralelo en Italia, Reino Unido, Mongolia y Paraguay. La primera experiencia se ha enfocado en una encuesta para comenzar a analizar y modelar la diversidad entre estudiantes en base a sus prácticas sociales, entendidas como la suma de información demográfica, competencias, conocimientos y motivaciones. La segunda ha estado centrada en las interacciones sociales en torno a preguntas/pedidos de ayuda y las respectivas respuestas utilizando como medio de comunicación una aplicación de chatbot.

En particular, una de las dimensiones de la encuesta se enfocó en los rasgos de la personalidad. Para el efecto, se ha adoptado el modelo ampliamente utilizado y conocido como Big-five [3] ya que caracteriza la personalidad conforme a cinco grandes rasgos: Extraversión, Amabilidad, Escrupulosidad, Estabilidad emocional y Apertura a la experiencia. En esta misma línea, se establece como objetivo principal de la investigación analizar el rol que juega la personalidad, modelada conforme los cinco rasgos, en la interacción social en el contexto de una experiencia como el uso de un chatbot.

Un análisis previo ha sido realizado utilizando los datos obtenidos en la primera y segunda experiencia piloto con un grupo de estudiantes de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay [1]. Se ha explorado qué tipo de correlación es posible identificar entre el perfil de la personalidad de las personas y algunas características de los mensajes brindados por las mismas en las interacciones sociales mediadas por internet. El presente estudio extiende el análisis incluyendo datos de experiencias pilotos similares que se han llevado a cabo en la Universidad de Trento (Italia), la Universidad Nacio-

nal de Mongolia y la Escuela de Economía de la Universidad de Londres (Reino Unido), comparándolos con el análisis de los datos de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Paraguay).

El presente estudio enfoca el análisis en dos aspectos: 1) la participación del grupo en términos de cantidad de preguntas y respuestas; 2) la diversidad de preguntas y respuestas en términos de su longitud. Asimismo, para el análisis se realiza una discriminación de la población participante por sexo. Estamos conscientes de que la longitud per se de los mensajes no implica necesariamente calidad de la participación, sin embargo, sigue siendo un indicador de una participación significativa o no.

El resto del trabajo se estructura como sigue. En la sección II se presentan los trabajos relacionados con énfasis tanto en la identificación de correlaciones entre el perfil de la personalidad (representado en términos de los “Big-Five”) con respecto al uso de tecnologías específicas, como en el uso de un chatbot para mediar y fomentar la interacción social. La sección III describe con mayores detalles ambas experiencias piloto realizadas en el marco del proyecto WeNet. En la sección IV se presentan los resultados del análisis de las correlaciones entre la personalidad y el uso del chatbot para realizar preguntas, pedidos de ayuda y responder a los demás participantes.

Finalmente, el estudio culmina con una discusión y algunas posibles líneas de investigaciones futuras.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sociedad actual, caracterizada por la globalidad de las informaciones, la rapidez en las comunicaciones ha generado una revolución cultural profunda, que

cambia todos los modos y patrones de nuestras vidas y en este contexto se impone el uso de las tecnologías volviéndose indispensables. Es así que para el presente trabajo resultan de interés las investigaciones referidas a los rasgos de personalidad y sus posibles correlaciones con el uso de las tecnologías. En este sentido es importante mencionar la teoría unificada de aceptación y uso de tecnología (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT) que constituye un modelo de aceptación de tecnología formulado por [4], cuyo objetivo es explicar las intenciones de los usuarios para utilizar un sistema de información y su comportamiento en el uso subsiguiente.

Si bien existen varios tipos de indicadores de los rasgos de personalidad, el modelo de los Big-five es uno de los más aceptados y utilizados para la realización de pesquisas sobre la utilidad de aplicaciones como los chatbots, tomando en cuenta las interacciones de los usuarios, así como su diseño para dar respuesta a los intereses del público objetivo. Es de destacar, entonces, la importancia de la relación establecida entre la personalidad del chatbot y la del usuario.

El uso frecuente de esta aplicación ha impuesto la realización de varios estudios de entre los cuales se mencionan algunos como la percepción de los usuarios respecto a la personalidad del agente de chatbot, usando el modelo de Big-five, así también indagar si la personalidad percibida de un chatbot basado en texto afecta la experiencia del usuario (citado por [1]). Otro estudio se aboca a determinar de qué manera la extraversión/introversión percibida de un agente afectaba la experiencia del usuario en una tarea de discusión; así también, descubrieron que los usuarios prefieren la consistencia entre las señales de personalidad tanto verbales como no verbales y una personalidad complementaria a la suya, en lugar de

completamente similar. Sin embargo, ante esta afirmación se trae a colación lo mencionado en [7], que afirma establecerse una mejor relación entre personas con características de personalidad homogéneas para la cual se propone un algoritmo que permite al chatbot adaptar su personalidad en tiempo real durante el interactuar entre los usuarios.

Si bien no se puede obviar la existencia de varios ámbitos de interacción en donde son usadas la aplicación de los chatbots, como por ejemplo el ámbito educativo, comercial, de salud, y de servicios [8], es dable entender que la interacción se halla sujeta a responder de la misma manera a todos los usuarios, lo que no sucede en el ámbito del proyecto WeNet puesto que en este se pretende ayudar a los participantes mediante sugerencias e informaciones para dar respuestas a sus interrogantes en forma particular.

En esta misma línea, un análisis previo ha sido realizado utilizando los datos obtenidos de una primera experiencia piloto con un grupo de estudiantes de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay [1] denotando que, efectivamente, existen indicios de una correlación entre los rasgos de personalidad Amabilidad, Escrupulosidad y Estabilidad emocional y diversos aspectos relacionados a la interacción social por medio del uso de una aplicación de chatbot: Ask for help – Paraguay. Más específicamente, el análisis deja en evidencia que la personalidad puede influir en el tipo de contribución (longitud de preguntas / pedidos de ayuda y respuestas).

III. EXPERIENCIAS PILOTOS

Internet es un espacio preparado para estimular la intercomunicación lo cual posibilita la relación entre personas, e incluso dar respuesta a inquietudes y cuestionamientos entre las mismas. Es así que se crea el proyecto

WeNet cuyo propósito es aprovechar esta oportunidad para incentivar, en forma consciente de la diversidad, la relación entre personas para dar respuesta a sus necesidades. Particularmente, esta pesquisa contrasta las experiencias llevadas a cabo en la Universidad de Trento en Italia (UNITN), la Universidad Nacional de Mongolia (NUM), la Escuela de Economía de la Universidad de Londres en Reino Unido (LSE) y la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción en Paraguay (UC) con el propósito de analizar el rol de los rasgos relacionados a la personalidad con respecto al uso de tecnologías como medio para pedir y/u ofrecer algún tipo de ayuda.

Para las experiencias piloto de los diversos países, se han utilizado las mismas herramientas y se ha optado por llevarlas en paralelo, las cuales han requerido de tareas de traducción y localización de tal manera a que se adapten a las competencias sociolingüísticas de cada sitio. A continuación se describen con más detalles las dos experiencias realizadas.

A. Modelo de Diversidad

Para la construcción del modelo de diversidad se ha aplicado una encuesta dirigida a estudiantes de los diferentes sitios donde se han llevado a cabo las experiencias. El reclutamiento de participantes se realizó principalmente a través de invitaciones enviadas por medio de correos electrónicos dirigidas a la mayor población posible de estudiantes de diferentes programas y niveles académicos. Adicionalmente se utilizaron otros canales de promoción, de acuerdo a las posibilidades de cada sitio, como por ejemplo, presentaciones en clase, contacto con profesores o instructores puntuales, redes sociales y contacto con asociación de estudiantes.

Se ha utilizado un cuestionario cerrado estándar [10], originalmente escrito en inglés y traducido, manteniendo

sin embargo el mismo orden de las preguntas sin perder el propósito consistente en recoger información sobre: (i) Los hábitos vinculados a la gestión de la rutina universitaria, la relación con los compañeros y el uso de los espacios universitarios; (ii) La elección de vivienda, movilidad urbana y extraurbana así como algunos comportamientos eco-sostenibles; (iii) Los estilos de vida, incluidos los estilos de alimentación, el cuidado corporal y la actividad física; (iv) La gestión del tiempo libre durante el curso académico; (v) El consumo cultural; y (vi) Los principales rasgos psico-sociales.

A objeto de una mejor presentación del cuestionario para facilitar su lectura y completamiento, se dividió en tres partes o sub-cuestionarios: (i) Aspectos sociodemográficos; (ii) Perfil psico-social; (iii) Relaciones sociales y actividades culturales.

La aplicación de la encuesta se realizó por medio de la plataforma LimeSurvey² a la población objetivo. Los resultados obtenidos incluyen más de 13 mil respuestas a la encuesta de donde se identifican cerca de 8 mil perfiles psicosociales completos. Estos perfiles constituyen la base de usuarios objetivos para las siguientes experiencias.

B. Chatbot Ask for Help

La aplicación utilizada en el segundo experimento fue un chatbot corriendo sobre la aplicación Telegram junto con una sala de chat y un bot mediador. El conjunto de la plataforma tecnológica se ha denominado Chatbot Ask for Help, como tecnología para proporcionar a los usuarios un medio de interacción social a través de mensajes de texto. Estos mensajes representan pedidos y ofrecimientos de ayuda implementados como preguntas y respuestas en la aplicación.

² <https://www.limesurvey.org/es/>

Los datos recolectados por la aplicación refieren el comportamiento de los usuarios en relación a la utilización de la tecnología para pedir y ofrecer ayuda. Para el reclutamiento fueron invitados a participar todos los estudiantes que completaron satisfactoriamente la encuesta de diversidad y manifestaron su interés en participar de futuros estudios relacionados.

Como requisito para la participación debían registrarse en la plataforma WeNet y utilizar el chatbot por medio de la aplicación de mensajería instantánea Telegram. En este caso, era necesario que los estudiantes instalen la última versión de la aplicación disponible para Android, además de la posibilidad de utilizarla en su versión de escritorio.

Durante la experiencia con el uso del chatbot los usuarios generaban tanto preguntas como respuestas ante las consultas mediante la interacción con otros estudiantes de la institución e incluso, brindar sugerencias sobre algún tema de interés o simplemente comentarios. Esta participación era totalmente voluntaria sujeta a la disponibilidad e intereses de los usuarios.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se exponen los hallazgos de esta investigación en relación a la experiencia de la aplicación chatbot Ask for Help en las siguientes instituciones educativas: UNITN (Italia), NUM (Mongolia), LSE (Reino Unido) y UC (Paraguay). Los datos de 142 estudiantes de las diferentes instituciones fueron incluidos, según se puede ver en la Tabla I.

TABLA I. CANTIDAD DE PARTICIPANTES POR INSTITUCIÓN

Sexo	Instituciones			
	UNITN	LSE	NUM	UC
Hombre	14	5	8	10
Mujer	28	38	29	10
Total	42	43	37	20

Los datos obtenidos durante la experiencia, fueron analizados en relación a los rasgos de la personalidad de los usuarios del chatbot conforme al Big five tomando en cuenta: (i) La cantidad de preguntas y respuestas formuladas por los participantes; (ii) La longitud, medida en cantidad de caracteres, de las preguntas y respuestas traducidas todas al idioma inglés para una normalización de los valores.

Considerando que en el trabajo realizado previamente [1] se ha utilizado la prueba de correlación de rangos de Spearman, en estos análisis se hará uso del mismo coeficiente.

TABLA II. CANTIDAD DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS

Sexo	Instituciones							
	UNITN		LSE		NUM		UC	
	Preguntas	Respuestas	Preguntas	Respuestas	Preguntas	Respuestas	Preguntas	Respuestas
Hombre	78	443	15	117	56	432	85	234
Mujer	265	593	233	608	497	2481	119	310
Total	343	1036	248	725	553	2913	204	544

Es importante recordar que el objetivo de este análisis es identificar posibles correlaciones entre la participación en la experiencia del chatbot, usando como indicador ciertas características de las preguntas y respuestas de los participantes, con respecto al modelo de los cinco grandes rasgos de personalidad que a partir de este punto, se podrán identificar ya sea por su nombre o por sus siglas en inglés: Extraversión (E), Agreeableness (A), Conscientiousness (C), Neuroticism (N) y Openness (O). De igual forma según el sexo como Hombre (H) o Mujer (M).

Del total de mensajes generados durante el experimento, fueron filtrados y excluidos los correspondientes a notificaciones o comandos de la aplicación. En la Tabla II se contempla la cantidad de preguntas y respuestas distintas, por cada institución según el sexo de los participantes, que fueron incluidas en el análisis. En la UC se tuvo una participación mayor de mujeres tanto al hacer preguntas como para responder. Este fenómeno se replica en los demás sitios, incluso al menos duplicando o triplicando la interacción con respecto a los hombres.

A. Cantidad de preguntas y respuestas discriminadas por sexo

Realizado el análisis de la población masculina de la Tabla III, se aprecia que en NUM se ha identificado una correlación lineal estadísticamente significativa negativa fuerte entre la amabilidad y la cantidad de preguntas. Del mismo modo, en UNITN se detecta una correlación negativa moderada entre la escrupulosidad y la cantidad de respuestas.

Si bien se ha contado con limitada cantidad de evidencias, se pudo identificar algunas correlaciones con el valor de p mayor al nivel de significancia ($p > 0,05$). Estos casos se dieron en las siguientes instituciones:

a) NUM: resalta una correlación positiva fuerte entre la estabilidad emocional y la cantidad de respuestas.

b) UC: Se percibe una correlación negativa moderada entre la escrupulosidad y la cantidad de preguntas.

En la población femenina se puede afirmar la existencia de una sola correlación negativa débil entre la extraversión y la cantidad de preguntas observada en la LSE.

TABLA III. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LA CANTIDAD DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS REALIZADAS Y LOS RASGOS DE PERSONALIDAD, DISCRIMINADO POR SEXO.

		Instituciones								
Sexo		Rasgo de personalidad	UNITN		LSE		NUM		UC	
			Correlaci3n	p-valor	Correlaci3n	p-valor	Correlaci3n	p-valor	Correlaci3n	p-valor
Hombre	Preguntas	E	-0,1496	0,6257	-0,4596	0,4361	-0,2361	0,5735	-0,0426	0,9134
		A	-0,1020	0,7403	-0,4714	0,4228	-0,7144	0,0465	-0,1345	0,7302
		C	-0,2591	0,3926	0,0811	0,8968	-0,5433	0,1641	-0,6303	0,0688
		N	0,1292	0,6741	0,4722	0,4219	0,1779	0,6734	0,0669	0,8641
		O	-0,2399	0,4299	0,2500	0,6850	-0,1864	0,6586	0,1277	0,7434
	Respuestas	E	-0,3363	0,2398	0,1316	0,8330	-0,1964	0,6411	0,0063	0,9863
		A	-0,0422	0,8860	-0,3441	0,5707	-0,4788	0,2301	0,1672	0,6443
		C	-0,6058	0,0217	0,5789	0,3064	-0,5367	0,1702	-0,0859	0,8135
		N	-0,0398	0,8925	-0,1081	0,8626	0,6668	0,0709	0,1376	0,7046
		O	-0,0178	0,9518	0,7300	0,1614	0,2823	0,4981	0,3808	0,2776
Mujer	Preguntas	E	0,0125	0,9548	-0,4630	0,0045	-0,0548	0,7947	0,2263	0,5295
		A	0,2429	0,2641	0,3021	0,0734	0,2184	0,2942	-0,0710	0,8455
		C	0,0869	0,6934	0,0978	0,5705	-0,0547	0,7951	0,5233	0,1206
		N	-0,2382	0,2738	0,0743	0,6668	0,2227	0,2846	0,0679	0,8521
		O	0,1690	0,4407	0,1604	0,3502	0,2221	0,2861	0,1331	0,7139
	Respuestas	E	0,3079	0,1260	-0,0787	0,6385	0,0430	0,8280	0,3110	0,3818
		A	0,2215	0,2769	0,2159	0,1930	0,0933	0,6369	0,3077	0,3870
		C	0,1407	0,4931	-0,0517	0,7577	0,1439	0,4650	0,4013	0,2504
		N	-0,3429	0,0864	-0,1034	0,5369	-0,1368	0,4875	-0,0492	0,8926
		O	0,1117	0,5868	0,1129	0,4996	0,1055	0,5930	-0,1420	0,6956

En referencia a los demás rasgos en las instituciones, como se cuenta con poca significancia estadística, las siguientes correlaciones presentan cierta fragilidad:

a) UNITN: Se percibe una relación positiva escasa entre la amabilidad y la cantidad de preguntas y una correlación negativa débil entre la estabilidad emocional y la cantidad de respuestas, con un p-valor mayor al nivel de significancia ($p = 0,0864$).

b) LSE: Pareciera existir una correlación positiva escasa entre la amabilidad y la cantidad de preguntas.

B. Longitud de preguntas y respuestas discriminadas por sexo

Se presenta en la Tabla IV el coeficiente de correlación entre la longitud de preguntas y respuestas realizadas y los rasgos de personalidad, por cada institución donde se han llevado a cabo los experimentos. Analizados los datos para la población masculina se han encontrado las siguientes correlaciones:

a) UNITN: se presenta una correlación positiva débil entre la longitud de preguntas y la escrupulosidad con suficiente significancia estadística para afirmar existencia, indicando así una inclinación a la responsabilidad a mayor longitud de pregunta.

También se aprecia una correlación positiva escasa con poca significancia con el neuroticismo. Ya en el conjunto de respuestas se vislumbra dos correlaciones con bastante significancia; correlación positiva débil con la extraversión y correlación negativa escasa con la apertura a la experiencia.

b) LSE: en el conjunto de preguntas se tienen dos correlaciones moderadas: una correlación positiva entre la

longitud de preguntas y la amabilidad y una correlación negativa con el neuroticismo. Estas correlaciones indican una inclinación a la amabilidad a mayor elaboración de pregunta y una tendencia a menores niveles de neuroticismo a mayor elaboración de la pregunta. Para las respuestas se presenta una correlación negativa débil con la extraversión y una correlación positiva débil con la escrupulosidad, ambas con suficiente significancia para afirmar su existencia.

c) NUM: se presenta una correlación con poca significancia entre la longitud de preguntas y la amabilidad, ya para las respuestas se presentan: correlación negativa escasa con la extraversión, correlación negativa débil con la amabilidad, correlación negativa escasa con la escrupulosidad y correlación positiva escasa con el neuroticismo, todas con suficiente significancia estadística para confirmar su existencia ($p < 0,05$).

d) UC: En esta institución se presenta una correlación negativa débil entre la longitud de preguntas y la amabilidad, correlación negativa débil entre la longitud de preguntas y el neuroticismo. También se vislumbra una correlación negativa débil con la apertura a experiencia con poca significancia estadística ($p > 0,05$). Para las respuestas: tres correlaciones escasas: una positiva con la extraversión, otra positiva con la escrupulosidad y otra correlación negativa con el neuroticismo. Además se puede resaltar una correlación positiva escasa con la apertura a la experiencia con poca significancia estadística.

Siguiendo el análisis para la población femenina se perciben las siguientes correlaciones:

a) UNITN: en esta institución se presenta una correlación negativa escasa entre la longitud de preguntas y el neuroticismo. Para las respuestas se pueden resaltar las siguientes correlaciones: positiva escasa con la extraversión, positiva escasa con la escrupulosidad, positiva escasa con la apertura a la experiencia y finalmente una correlación negativa escasa con el neuroticismo. Todas con $p < 0,05$ pudiendo así afirmar la existencia de las mismas.

TABLA IV. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LA LONGITUD DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS REALIZADAS Y LOS RASGOS DE PERSONALIDAD, DISCRIMINADO POR SEXO.

		Instituciones								
Sexo		Rasgo de personalidad	UNITN		LSE		NUM		UC	
			Correlación	p-valor	Correlación	p-valor	Correlación	p-valor	Correlación	p-valor
Hombre	Preguntas	E	-0,0270	0,8142	0,0980	0,7283	-0,0846	0,5276	0,1368	0,2111
		A	0,0837	0,4661	0,6676	0,0065	-0,2433	0,0658	-0,4489	0,0000
		C	0,3436	0,0021	0,3910	0,1495	-0,1586	0,2344	-0,1395	0,2030
		N	0,2072	0,0687	-0,6059	0,0167	0,1173	0,3804	-0,3280	0,0022
		O	-0,1529	0,1814	0,3399	0,2152	-0,0395	0,7683	-0,1932	0,0765
	Respuestas	E	0,3668	0,0000	-0,2623	0,0033	-0,1844	0,0001	0,2572	0,0000
		A	-0,0007	0,9866	0,1537	0,0884	-0,3122	0,0000	0,1002	0,1075
		C	0,0242	0,5831	0,2683	0,0026	-0,1023	0,0263	0,1925	0,0019
		N	-0,0509	0,2476	0,0616	0,4971	0,2318	0,0000	-0,2033	0,0010
		O	-0,1432	0,0011	0,1211	0,1803	0,0792	0,0855	0,1106	0,0756
Mujer	Preguntas	E	0,0468	0,4453	-0,1149	0,0757	0,0466	0,2963	-0,0757	0,4093
		A	-0,0444	0,4689	-0,0578	0,3729	0,0524	0,2407	-0,1792	0,0492
		C	0,0496	0,4191	0,0550	0,3964	0,0220	0,6227	-0,0915	0,3180
		N	-0,1827	0,0027	-0,0158	0,8074	-0,1458	0,0010	-0,1835	0,0439
		O	-0,0653	0,2868	-0,0222	0,7319	-0,0018	0,9675	0,1804	0,0477
	Respuestas	E	0,0781	0,0398	0,0246	0,5388	0,0229	0,2182	-0,0091	0,8667
		A	0,0331	0,3845	0,1385	0,0005	0,0411	0,0271	0,0227	0,6766
		C	0,0903	0,0174	-0,0003	0,9949	-0,0133	0,4741	0,0048	0,9300
		N	-0,0775	0,0413	-0,0489	0,2217	-0,0745	0,0001	-0,0550	0,3127
		O	0,1561	0,0000	0,0081	0,8403	0,0589	0,0015	-0,0436	0,4237

b) LSE: a pesar de presentarse una correlación negativa escasa entre la longitud de preguntas y la extraversión, la misma posee poca significancia estadística ya que $p > 0,05$. Para las respuestas sí podemos contemplar una correlación positiva con la amabilidad, pese a que sea escasa posee suficiente significancia estadística siendo posible afirmar su existencia.

c) NUM: se vislumbra una correlación negativa escasa entre la longitud de preguntas y el neuroticismo. Para las respuestas las correlaciones halladas son las siguientes: positiva escasa con la amabilidad, negativa escasa con el neuroticismo y positiva escasa con la apertura a la experiencia. Toda con suficiente significancia estadística ($p < 0,05$).

d) UC: se presentan dos correlaciones negativas escasas entre la longitud de preguntas y la amabilidad y el neuroticismo. También se encontró una correlación positiva escasa entre la longitud de preguntas y la apertura a la experiencia. Para las correlaciones halladas entre la longitud de respuestas y los 5 grandes rasgos de personalidad, no se presentan relaciones significativas.

C. Discusión

El análisis realizado a partir de la cantidad de preguntas y respuestas generadas por los estudiantes de la Universidad de Trento (UNITN), la Universidad Nacional de Mongolia (NUM), la Escuela de Economía de Londres (LSE) y la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (UC) en la aplicación de chatbot con respecto a los rasgos de personalidad conocidos como Big Five ha arrojado resultados bastante disímiles. La población en cada institución ha sido discriminada por sexo.

Se vislumbra en la población masculina de NUM dos correlaciones: una negativa fuerte entre la amabilidad y la

cantidad de preguntas y otra positiva moderada entre la estabilidad emocional y la cantidad de respuestas. Esto indica que los varones de esta institución cuanto más amables son, menos preguntas formularon en la aplicación y viceversa, y además, podemos mencionar que poseen una estabilidad emocional acorde a la cantidad de respuestas que ofrecieron durante la experiencia.

Se trae a colación que en UNITN, entre los usuarios varones, se ha encontrado una correlación negativa entre el rasgo de personalidad escrupulosidad y la cantidad de respuestas, a pesar de su rango moderado. Este rasgo de personalidad se correlaciona también con la cantidad de preguntas realizadas por los usuarios varones de la UC, pues se observa que existe una correlación negativa moderada con la cantidad de preguntas, lo que nos indica que cuanto más escrupulosos son estos alumnos, menos preguntas formularon durante la experiencia, demostrando de esta manera una participación relativamente baja.

Siguiendo con el análisis en la población femenina se percibe actitudes en la LSE pues la débil correlación negativa hallada entre el rasgo de personalidad extraversión y la cantidad de preguntas así como también la correlación positiva escasa entre la amabilidad y la cantidad de preguntas nos indica que en esta institución, cuanto más extrovertidas son las estudiantes, menos preguntas formulan en la aplicación y a su vez, estas preguntas están asociadas directamente con la amabilidad de las participantes.

Realizada la comparación de los hallazgos obtenidos entre la UC y las demás instituciones y teniendo en cuenta la población masculina se infiere que existen correlaciones negativas con la escrupulosidad tanto en la UC (con la cantidad de preguntas) como en la UNITN (con la can-

tidad de respuestas). Esto nos indica que estos grupos de usuarios poseen una característica en común en lo que a la actividad en la aplicación se refiere.

En el análisis realizado entre longitud de preguntas/respuestas y los cinco grandes rasgos de personalidad para las diferentes instituciones, para la población masculina se puede destacar una similitud entre la UC y la LSE en relación al neuroticismo, ambas instituciones poseen una inclinación a la estabilidad emocional a mayor elaboración de la pregunta. También se da una desemejanza entre estos sitios, en cuanto que LSE tiene a mayor elaboración de pregunta, una tendencia a la amabilidad, UC tiene una tendencia a menos amabilidad. Así mismo se puede señalar, pese a que las correlaciones encontradas para NUM poseen poca significancia estadística ($p > 0,05$) una similitud de la UC con NUM en cuanto a la amabilidad, indicando propensión a menos amabilidad a mayor elaboración de pregunta para estos dos sitios, y una desemejanza con respecto al neuroticismo, NUM tiende a más neuroticismo a mayor elaboración de la pregunta.

Siguiendo con el público masculino podemos resaltar una similitud entre la UC con UNITN en relación a la extraversión con la longitud de respuestas y también una divergencia con los sitios de LSE y NUM para ese mismo rasgo. Otra similitud con la UC que se puede resaltar es con la escrupulosidad para el sitio de LSE, ambos poseen una relación positiva entre la longitud de respuestas y la escrupulosidad, así mismo, se aprecia una desemejanza con el sitio de NUM para ese mismo rasgo (correlación negativa). Continuando con NUM, se vislumbra otra divergencia con la UC, en tanto que UC tiene una inclinación a menos neuroticismo a mayor elaboración de respuestas, NUM tiende a más neuroticismo. También se

puede destacar una semejanza poco significativa entre estos dos sitios en cuanto a la apertura a la experiencia; ambos disponen de correlación positiva escasa pero con $p > 0,05$. Con ese mismo rasgo, se observa una diferencia de UC con UNITN; para la UNITN se tiene una correlación negativa escasa con $p < 0,05$ entre la longitud de respuestas y la apertura a la experiencia, reflejando una inclinación negativa a ese rasgo a mayor elaboración de respuesta.

Para la población femenina se puede subrayar una similitud de los sitios UNITN y NUM con la UC, todos disponen una correlación negativa entre la longitud de preguntas y el neuroticismo, indicando así una menor tendencia al mismo a mayor elaboración de la pregunta. Siguiendo con la longitud de respuestas se puede destacar que UC no presenta correlaciones significativas, ya que $p > 0,1$, sin embargo se pueden observar las similitudes y diferencias entre las demás instituciones: LSE y NUM disponen de una similitud en relación a la amabilidad con una correlación positiva escasa, indicando una tendencia a la amabilidad a mayor elaboración de la respuesta. También se puede apreciar una similitud entre UNITN y NUM con el neuroticismo, con una correlación negativa y también una similitud con la apertura a la experiencia con una correlación positiva, apuntando así a una mayor propensión a la estabilidad emocional y a la apertura a la experiencia para estos sitios.

V. CONCLUSIONES

WeNet: Internet of us (<https://www.internetofus.eu/>) es un proyecto multidisciplinar financiado por la Unión Europea (UE) cuyo objetivo principal es potenciar las interacciones humanas conscientes de la diversidad mediada por una plataforma tecnológica utilizada para solicitar ayuda o dar respuesta a alguna necesidad, brindar

sugerencias o simplemente comentar sobre algún tema de interés.

En el marco de las actividades del proyecto se ha llevado a cabo un análisis previo de los datos obtenidos en la primera y segunda experiencia piloto con un grupo de estudiantes de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay [1]. Este trabajo pretende extender el mencionado análisis haciendo uso de las mismas pruebas llevadas a cabo paralelamente en Italia, Reino Unido y Mongolia. El objeto de estudio es el rol que juega la personalidad, modelada conforme los cinco rasgos (extraversión, amabilidad, escrupulosidad, estabilidad emocional y apertura a la experiencia) en las interacciones entre personas diversas por medio de una aplicación de chatbot para realizar preguntas y/o pedidos de ayuda y ofrecer respuestas.

Sin perder de vista este objetivo principal, se puede concluir que, efectivamente, existen relaciones entre rasgos de personalidad como la extroversión, estabilidad emocional y apertura a la experiencia y ciertos aspectos relacionados a la interacción social, es decir, la personalidad de los usuarios influye de cierta manera en la forma en que solicitan ayuda y/o contribuyen con otros usuarios. Esta forma puede estar determinada por los niveles de participación en estas contribuciones así como el tipo de contribución en sí. Esta afirmación fortalece la conclusión del estudio previo [1] pues también deja en evidencia que la personalidad del usuario es relevante para diseñar algoritmos de matching que busquen aparear usuarios con mayor potencial de ayudarse entre sí, además de aportar información sobre rasgos específicos a tener en cuenta. También nos muestra que los rasgos relevantes de la personalidad pueden variar en diferentes contextos culturales.

Estas peculiaridades favorecen el modelo de diversidad que se pretende construir en el proyecto WeNet para responder a las necesidades de los distintos tipos y grupos de usuarios, aprovechando en todo momento la diversidad de los mismos para el beneficio de todos.

Como trabajo futuro se identifica la importancia de extender el análisis a otros aspectos como las competencias de los participantes en relación al tipo de contribución que pueden aportar así como su incidencia en la formación de una comunidad más estable, en términos de interacciones, a lo largo de las experiencias. Además se podría considerar análisis enfocados al contenido de los textos, es decir, minería de textos sobre las preguntas y respuestas y las relaciones estadísticas entre los resultados del modelador de grupos y temas con algunas variables sociodemográficas y rasgos de personalidad Big Five. Más específicamente, análisis de conglomerados, análisis de modelado de temas (asignación de Dirichlet latente o LDA), entre otros.

RECONOCIMIENTOS

Esta investigación ha recibido fondos de la European Union's Horizon 2020 FET proyecto proactivo "WeNet: Internet of us", Grant Agreement No: 823783.

REFERENCIAS

- [1] J. L. Zarza, A. Hume, L. Cernuzzi, D. Gatica-Perez y I. Bison, "The impact of personality in using technology to ask and offer help: The experience of the Chatbot "UC - Paraguay", 2021 XLVII Latin American Computing Conference (CLEI), 2021, pp. 1-10, doi: 10.1109/CLEI53233.2021.9640147.
- [2] R. C.-A. Nardine Osman (CSIC), Carles Sierra (CSIC), B. R. (UNITN), Qiang Shen (UNITN), Fausto Giunchiglia (UNITN), T. (CSIC), Athina Georgara (CSIC), Juan Antonio Rodriguez (CSIC), and M. S. C. Frei-

tas (CSIC), "WENET'S DIVERSITY-AWARE INTERACTIONS I," WeNet Consortium, Tech. Rep., 2020. Disponible en: <https://www.internetofus.eu/wp-content/uploads/sites/38/2020/06/D5.1.pdf>

[3] O. P. John, S. Srivastava, et al., The Big-Five trait taxonomy: History, measurement and theoretical perspectives. University of California Berkeley, 1999, vol. 2.

[4] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis y F. D. Davis. User acceptance of information technology: Toward a unified view. 2003. MIS quarterly, 425-478.

[5] P. A. Rosen y D. H. Kluemper. The impact of the big five personality traits on the acceptance of social networking websites. AMCIS 2008 proceedings, page 274, 2008.

[6] V. Özbek, Ü. Alniaçık, F. Koc, M. E. Akkılıç, y E. Kas, "The impact of personality on technology acceptance: A study on smartphone users," Procedia-Social and Behavioral Sciences, vol. 150, pp. 541-551, 2014.

[7] A. Yorita, S. Egerton, J. Oakman, C. Chan y N. Kubota. Self-adapting chatbot personalities for better peer support. In 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), pages 4094-4100. IEEE, 2019.

[8] Patrick Bii. Chatbot technology: A possible means of unlocking student potential to learn how to learn. Educational Research, 4(2), 218-221, 2013. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/291813780_Chatbot_technology_A_possible_means_of_unlocking_student_potential_to_learn_how_to_learn

[9] M Brent Donnellan, Frederick L Oswald, Brendan M Baird, and Richard E Lucas. The mini-ipp scales: tiny-yet-effective measures of the big five factors of personality. Psychological assessment, 18(2):192, 2006.

[10] I. Bison, M. Busso, R. Abente Chenu, M. Cvajner, G. Gaske-ll, M.D. Rodas Britez, G. Sciortino, S. Stares, G. A. Veltri,, "D1.4 Final Model of Diversity : The Research Protocol of The Diversity Pilot Study," WeNet Consortium, Tech. Rep., 2021. Disponible en <https://www.internetofus.eu/wp-content/uploads/sites/38/2022/01/D1.4-Final-model-of-diversity-V0.6-revised-V2.pdf>



—  —
Universidad —
— **Católica** —
Nuestra Señora de la Asunción
CAMPUS GUAIRÁ