

Universidad Católica de Santa María

Escuela de Postgrado

Maestría en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente



CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD EN ALUMNOS DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA. AREQUIPA, 2021.

Tesis presentada por la Bachiller:
Justiniani Romero, Liliana Isabel
Para optar el Grado Académico de:
**Maestro en Salud Ocupacional y
del Medio Ambiente**

Asesor:
**Dr. Medina Cabrera, Edilberto
Vicente**

Arequipa – Perú

2024

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 17 de Diciembre del 2023

Dictamen: 002080-C-EPG-2023

Visto el borrador del expediente 002080, presentado por:

2019002712 - JUSTINIANI ROMERO LILIANA ISABEL

Titulado:

CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD EN ALUMNOS DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA. AREQUIPA, 2021.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

29201360 - VILLANUEVA SALAS JOSE ANTONIO
DICTAMINADOR



29266386 - AZALGARA LAZO PATRICIO GONZALO
DICTAMINADOR



29396321 - RAMOS VERA FANY CIRALENA
DICTAMINADOR



CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD EN ALUMNOS DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA. AREQUIPA, 2021.

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Alejandra M. Diaz-Tamayo, Martha C. Vivas M. "Riesgo biológico y prácticas de bioseguridad en docencia", Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 2015 Publicación	1%



“Le dedico esto a toda mi familia, en especial a mi mamá Edelmira, a mi tía Jenny y mi hermana Rebeca y a los que a pesar de la distancia son los que están más cerca (Liliana del Roció, Carlos y especialmente a Juan Carlos Romero Neyra)”.



“Las enfermedades no nos llegan de la nada. Se desarrollan a partir de pequeños pecados diarios contra la Naturaleza. Cuando se hayan acumulado suficientes pecados, las enfermedades aparecerán de repente”.

Hipócrates



Agradecimiento

*Agradezco a Dios y a La Virgen; a mi Alma Mater
La Universidad Católica de Santa María, a mi
Escuela de Ingeniería Biotecnológica.*

*Agradezco también a mi segunda madre Luz Mabel
Romero Neyra, a mi padre Jimmy Romero Neyra, al
Dr. Edilberto Medina, al Ing. Elio Ponce Neira, y a
mi gran amiga Ximena Rosado Espinoza.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	4
OBJETIVOS.....	5
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	6
1. Marco conceptual.....	7
1.1. Historia de Bioseguridad.....	7
1.2. Historia de Biotecnología	9
1.3. Riesgos biológicos.....	15
1.4. Agentes biológicos	25
1.5. Medidas de bioseguridad.....	32
1.6. Conocimientos de bioseguridad	41
2. Antecedentes investigativos.....	53
2.1. Locales.....	53
2.2. Nacionales	55
2.3. Internacionales	58
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	61
1. Técnica e instrumentos.....	62
1.1. Técnica	62
1.2. Instrumentos.....	62
1.3. Cuadro de coherencias	63
2. Campo de verificación	66
2.1. Ubicación Espacial.....	66
2.2. Ubicación Temporal.....	66
2.3. Unidades de estudio	66

3. Estrategia de recolección de datos.....	68
3.1. Organización	68
3.2. Recursos	68
3.3. Validación del instrumento	70
3.4 Criterio para manejo de resultados	74
CAPÍTULO III.....	76
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
1. Resultados.....	77
1.1. Características de las unidades de estudio.....	77
1.2. Nivel de conocimiento de las medidas de bioseguridad	83
1.3. Aplicación de medidas de bioseguridad.....	102
1.4. Relación de conocimientos con aplicación de medidas de bioseguridad.....	118
1.5. Actitud frente a la bioseguridad	120
2. Discusión.....	122
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES.....	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS	
Anexo 1: Cuestionario de conocimiento de las normas de bioseguridad en laboratorio	
Anexo 2: Cuestionario para la aplicación de las medidas de bioseguridad	
Anexo 3: Encuesta de la actitud frente a la bioseguridad	
Anexo 4: Consentimiento informado para participantes de investigación	
Anexo 5: Cálculos estadísticos	
Anexo 6: Ubicación espacial	
Anexo 7: Cuadro de variables	
Anexo 8: Alfa de Cronbach	
Anexo 9: Fichas de evaluación de expertos	
Anexo 10: Decreto de nombramiento de asesor de tesis	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución por edad en alumnos de biotecnología	77
Tabla 2 : Distribución por sexo en alumnos de biotecnología	79
Tabla 3 : Distribución por año de estudios en alumnos de biotecnología	81
Tabla 4 : Conocimiento sobre uso de barreras de protección	83
Tabla 5: Conocimiento sobre precauciones universales y códigos de buenas prácticas	87
Tabla 6: Conocimiento sobre lavado de manos	91
Tabla 7: Conocimiento sobre manejo de material punzocortante.....	94
Tabla 8: Conocimiento sobre manejo y eliminación de residuos en laboratorio.....	97
Tabla 9: Conocimientos sobre la bioseguridad en laboratorio	100
Tabla 10: Aplicación del uso de guantes, mascarillas, mandiles o bata, gorros y lentes.....	102
Tabla 11: Aplicación de las técnicas de lavado de manos antisepsia, clínica y social	106
Tabla 12 : Aplicación de almacenamiento primario, intermedió y final	110
Tabla 13: Aplicación de medidas de bioseguridad	116
Tabla 14 : Aplicación de medidas de bioseguridad conocimientos.....	118
Tabla 15: Pruebas de chi-cuadrado.....	119
Tabla 16 : Actitud frente a la bioseguridad en alumnos	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Distribución por edad.....	78
Figura 2 : Distribución por sexo.....	80
Figura 3 : Distribución por año de estudios.....	82
Figura 4 : Conocimiento sobre uso de barreras de protección	86
Figura 5 : Conocimiento sobre precauciones universales y códigos de buenas prácticas	90
Figura 6 :Conocimiento sobre lavado de manos	93
Figura 7 : Conocimiento sobre manejo de material punzocortante	96
Figura 8 : Conocimiento sobre manejo y eliminación de residuos en laboratorio	99
Figura 9 : Conocimientos sobre la bioseguridad en laboratorio.....	101
Figura 10 : Aplicación del uso de guantes, mascarillas, mandiles o bata, gorros y lentes	105
Figura 11 : Aplicación de las técnicas de lavado de manos antisepsia, clínica y social.....	109
Figura 12 : Aplicación del almacenamiento primario, intermedio y final.....	115
Figura 13 : Aplicación de medidas de bioseguridad.....	117
Figura 14 : Relación conocimientos de bioseguridad en laboratorio y aplicación	119
Figura 15 : Actitud frente a la bioseguridad	121

LISTA DE ABREVIATURAS

SARS: *Síndrome Respiratorio Agudo Severo*

EEB: *Bovinos Encefalopatía Espongiforme*

LAI: *Infecciones Adquiridas En Laboratorio*

VHB: *Virus de La Hepatitis B*

BSL: *Niveles de Laboratorio de Bioseguridad*

BSC: *Cabinas de Seguridad Biológica de Flujo Laminar*

CDC: *Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades*

BMBL: *Organización Mundial de la Salud, Bioseguridad en Laboratorios
Microbiológicos y Médicos.*

OPS: *Organización Panamericana de la Salud*

JC: *Comisión Conjunta*

NIH: *Instituto Nacional de Salud*

CAP: *Colegio de Patólogos Americanos*

PBSA: *La Asociación de Seguridad Biológica de Pakistán*

EPP: *Equipo de protección personal*

RESUMEN

El **objetivo** de la investigación fue estudiar la relación entre el nivel de conocimiento y el de la aplicación de las medidas de bioseguridad de los alumnos de pregrado de la carrera de Ingeniería Biotecnológica, en los meses de agosto a diciembre del año 2021.

El tipo de investigación fue de campo y el nivel relacional. La población fue de 404 alumnos, de primero a quinto que cursaban el año 2021; dada la coyuntura COVID 19 y aplicando los criterios de exclusión, se obtuvo 125 sujetos de estudio representando la muestra.

La **metodología** consistió en, validar las técnicas e instrumentos por juicio de expertos y aplicarlos. Se procesaron los datos, teniendo en cuenta el carácter categórico de las variables, las cuales fueron tratadas estadísticamente mediante frecuencias numéricas y porcentuales, y verificadas mediante correlación de las pruebas estadísticas de Kolmogorov Smirnov, Chi- cuadrado y Rho de Spearman. Para los **resultados** respecto a la variable de conocimientos sobre medidas de bioseguridad muestra que el 66.40% tienen malos conocimientos; respecto a la variable aplicación de las medidas de bioseguridad muestra que el 88% a veces aplican las medidas de bioseguridad; y respecto a la actitud frente a la bioseguridad muestra que el 95.20% presenta una actitud positiva; la prueba de Chi cuadrado tiene el valor de $p=0.310$ indicando que con un nivel de significancia del 95% el nivel de conocimiento no se encuentra relacionado con la aplicación de medidas de bioseguridad. Se **concluye** que, no existe relación significativa entre el conocimiento y la aplicación de las medidas de bioseguridad, no obstante, se observa predisposición de ejecutar correctamente las medidas de bioseguridad.

Palabras clave: Bioseguridad; Biotecnología, Microorganismos Patógenos, Barreras de Protección, Laboratorio.

ABSTRACT

The **objective** of the research was to study the relationship between the level of knowledge and the application of biosafety measures of undergraduate students of the Biotechnology Engineering career, in the months of August to December 2021.

The type of research was field and the relational level. The population was 404 students, from first to fifth grade, who were in 2021; Given the COVID 19 situation and applying the exclusion criteria, 125 study subjects were obtained representing the sample.

The **methodology** consisted of validating the techniques and instruments by expert judgment and applying them. The data were processed, taking into account the categorical nature of the variables, which were treated statistically by means of numerical and percentage frequencies, and verified by correlation of the Kolmogorov Smirnov, Chi-square and Spearman's Rho statistical tests. For the **results** regarding the knowledge variable about biosafety measures, it shows that 66.40% have poor knowledge; Regarding the variable application of biosafety measures, it shows that 88% sometimes apply biosafety measures; and regarding the attitude towards biosafety, it shows that 95.20% have a positive attitude; The Chi square test has a value of $p = 0.310$, indicating that with a significance level of 95%, the level of knowledge is not related to the application of biosafety measures. It is **concluded** that there is no significant relationship between knowledge and application of biosafety measures; however, a predisposition to correctly execute biosafety measures is observed.

Keywords: Biosafety; Biotechnology, Pathogenic Microorganisms, Protection Barriers, Laboratory.

INTRODUCCIÓN

La biotecnología es una carrera multidisciplinaria que abarca distintas ramas que involucran procesos biológicos. En tal sentido, ha demostrado ser un conjunto de tecnologías de gran capacidad que están siendo aplicadas de forma creciente en muchos de los aspectos de la sociedad moderna.

De acuerdo con ello, la biotecnología, por su propia naturaleza, representa un riesgo biológico altamente peligroso, sobre todo si hablamos de microorganismos infecciosos que pueden causar epidemia y convertirse en pandemia (consideramos el actual contexto COVID y sus predecesores). Es por ello que resulta indispensable el dominio de las herramientas en bioseguridad para biotecnología, necesarias en los cursos y prácticas profesionales de dicha carrera en las que se mantiene contacto directo con material biológico.

La razón de optar por este tema fue a raíz de la pandemia y al ver la necesidad a nivel mundial de más investigación para ejecutar soluciones, pero surgía en mí una duda: ¿Porque grandes países fracasaron al poner en práctica soluciones inmediatas?, y de ahí revise más bibliografía y viendo las noticias, es que todas las ideas convergieron en que existe la carencia de lo más básico y elemental, que hoy se considera de esta forma, a lo cual denominamos Bioseguridad. Por ello con el ánimo de aportar y dejar un precedente a la carrera de Ingeniería Biotecnológica, es que realice este trabajo de investigación, esperando que más egresados de la misma salgan ya con conocimientos necesarios para que puedan aplicarlos y sobre todo en estas épocas en las que se necesitan más profesionales diestros en el campo de la investigación con conocimientos en bioseguridad.

Es de carácter imperante para un alumno de biotecnología el dominio de los conocimientos con respecto a bioseguridad, la parte teórica es amplia pero necesaria, por lo cual se consideró evaluar la aplicación in situ de estos conocimientos, para medir cuantos conocimientos han adquirido en su trayectoria académica, con el fin de obtener profesionales más capacitados.

Se requiere que los alumnos adquieran los conocimientos necesarios respecto a la bioseguridad, en toda su trayectoria profesional de manera directa o indirecta, aplicarán permanentemente la bioseguridad como una herramienta de prevención ante un riesgo o un peligro derivado de la materia.

La presente investigación busca determinar la relación entre los conocimientos y la aplicación las medidas de bioseguridad en alumnos de biotecnología, con el objetivo de minimizar, controlar y prevenir las incidencias de accidentes con material biológico contaminante o algún reactivo dependiendo, sobre todo como un comportamiento preventivo.

Este **trabajo es de relevancia contemporánea**, debido a que la carrera de Ingeniería biotecnológica es futurista y en nuestro país se encuentra en sus inicios.

Se desarrolla este trabajo inicialmente por **interés del autor**, dada la coyuntura debido al COVID-19 y la búsqueda de nuevas alternativas de solución, la carrera de biotecnología y el expértis de los alumnos en el manejo de equipos de laboratorio salen como una alternativa, como ejemplo la toma de muestras moleculares y el procesamiento de estas, este es uno de los tantos ejemplos por los que considero necesario el dominio de las medidas de bioseguridad por los alumnos de biotecnología.

Con respecto a la **implicación práctica**, las actividades desarrolladas por los alumnos de biotecnología son la mayor parte del tiempo en laboratorio por lo que se incide en los conocimientos y la aplicación de las medidas de bioseguridad.

También cabe destacar la **prevención de accidentes**, en los laboratorios en todo momento se debe tener conocimiento sobre los reactivos con los que se va a trabajar, hacer uso adecuada de las Hojas de Seguridad, conocer el material de vidrio o de plástico, evaluar el estado de los equipos previamente a su uso, considerar siempre la asistencia del docente, hasta que pueda aplicar correctamente las normas de bioseguridad.

Relevancia **científica**; cuando hablamos de bioseguridad nos referimos a una exposición directa a algún accidente derivado de un riesgo biológico, el cual puede llegar a ser letal, para esto sabemos que la ciencia es exacta y día a día en el mundo se realizan incuantificables investigaciones, para las cuales la mayoría de ellas son llevadas a cabo en laboratorios donde se exponen a riesgos biológico y mas hoy en día dada la coyuntura, por ello en búsqueda de salvaguardar a los investigadores y por ende las investigaciones se debe garantizar la bioseguridad de los mismos.

Relevancia **institucional** es de importancia de la Universidad garantizar en todo momento la salud de sus estudiantes y velar por su bienestar, por ello la bioseguridad de los alumnos en una carrera como Biotecnología, debe formar parte de las prioridades de la introducción a la carrera como prevención de accidentes derivados de prácticas en laboratorio.

El tipo de investigación es de campo y el nivel corresponde a un estudio

relacional.

El presente trabajo de investigación está estructurado en 3 capítulos: en el Capítulo I se desarrolla el marco teórico de las variables de interés (marco conceptual y análisis de antecedentes investigativos).

En el Capítulo II se presenta la metodología. En el Capítulo III se da cuenta de los resultados y la discusión. Finalmente se presentan las conclusiones, las recomendaciones, la bibliografía y los anexos.

HIPÓTESIS

DADO QUE el conocimiento de las personas sobre aspectos relacionados con la salud suele generar cambios en la percepción que aquellas tienen sobre esta, ocasionando modificaciones favorables en sus actitudes y comportamiento.

ES PROBABLE QUE, en los alumnos de Ingeniería Biotecnológica de la Universidad Católica de Santa María, se encuentre relación positiva entre los conocimientos y la aplicación de las medidas de bioseguridad.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la relación entre el nivel de conocimiento y el de aplicación de las medidas de bioseguridad de los alumnos de pregrado de Ingeniería Biotecnológica.

Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de conocimiento de las medidas de bioseguridad en alumnos de pregrado de Ingeniería Biotecnológica.
- Evaluar el nivel de aplicación de medidas de bioseguridad en alumnos de pregrado de Ingeniería Biotecnológica.
- Evaluar la actitud de los alumnos de Ingeniería biotecnológica frente a la aplicación de las medidas de bioseguridad.



CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1. Marco conceptual

1.1. Historia de Bioseguridad

La bioseguridad es un término relativamente nuevo, utilizado por primera vez en la década de 1990 en el contexto de la prevención y el control plagas y enfermedades en la comunidad agrícola. A lo largo del siglo XX esta disciplina evolucionó, particularmente en los países más desarrollados, a partir de una actividad relacionada principalmente con el control de plagas y enfermedades endémicas que afectan la producción agrícola o la salud humana en un concepto más amplio. Este último incluye la prevención de plagas, enfermedades exóticas o foráneas, y su impacto asociado en los negocios a nivel internacional y temas relacionados con nuevas enfermedades emergentes ². Desde principios de la década de 1980, hubo una serie de amenazas emergentes de enfermedades infecciosas, incluidas las planteada por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), síndrome respiratorio agudo severo (SARS), bovinos encefalopatía espongiforme (EEB), Ébola, Hendra, Nipah y varios tipos de virus de la influenza aviar. Como término, la bioseguridad se introdujo en el sector de la seguridad internacional algún tiempo después de su adopción; dentro del sector agrícola ¹. Esto surgió de los esfuerzos para prevenir daños a la salud humana, la infraestructura y el medio ambiente de la liberación intencional y no intencional de organismos a través de vías tales como:

- ❖ Bioterrorismo, que implica la diseminación deliberada de patógenos biológicos.
- ❖ Bioseguridad de laboratorio, donde los patógenos biológicos pueden liberarse involuntariamente ².
- ❖ Biología amateur, donde las personas realizan investigaciones en biología

molecular y biología sintética fuera de arreglos y controles institucionales normales.

- ❖ Investigación de doble uso, que es una investigación biológica legítima pero donde los resultados pueden ser mal utilizados y por lo tanto plantean una amenaza biológica².

En estos contextos, la bioseguridad se centra en la seguridad física de una lista designada de peligrosos patógenos, llamados "agentes selectos" en los EE. UU. Esta lista contiene enfermedades bien reconocidas como el ántrax, así como algunos con el potencial de ser utilizados como agentes de bioterrorismo. La alternancia de enfoques de marginación y mitigación está relacionada con la formación de altas olas epidémicas e indicadores de salud significativamente negativos².

La bioseguridad es un término ampliamente utilizado en varios campos diferentes, particularmente en agricultura, salud humana, investigación y seguridad nacional e internacional¹. Sin embargo, el significado puede diferir ligeramente, según el contexto. En este contexto se define "La gestión de los riesgos de las especies invasoras para la salud humana y animal, los entornos naturales y construidos y la agricultura". Esto ocurre a través de actividades de prevención, vigilancia, preparación y respuesta, respaldadas por la capacidad y capacidades adecuadas¹.

El hecho de que más mercancías, plataformas de transporte y personas se muevan por todo el mundo a velocidades cada vez mayores ofrece posibilidades imprevistas para la rápida propagación de diferentes tipos de organismos. Esto se ve agravado por los cambios en las estructuras de producción y el clima. Como resultado, tanto los beneficios como los riesgos de los cambios en el sistema alimentario cruzan las

fronteras con mayor frecuencia, lo que lleva a una mayor demanda de políticas de bioseguridad ².

-Bioseguridad en pandemia:

La pandemia de COVID-19 es un ejemplo de una infracción a la bioseguridad que ha supuesto una grave amenaza para el mundo. Desde el primer informe sobre el reconocimiento de COVID-19, varios gobiernos han tomado medidas preventivas, como; encierro, cribado y detección temprana de sospechas e implementación de la respuesta requerida para proteger la pérdida de vidas y la economía ³. Desafortunadamente, Algunas de estas medidas se han adoptado recientemente en algunos países, lo que ha contribuido significativamente a un aumento de la morbilidad y la pérdida de vidas a diario. En este trabajo de investigación, los riesgos biológicos que afectan las condiciones humanas, animales y ambientales, han sido discutidos, temas como violaciones de bioseguridad y medidas preventivas para reducir el brote y los impactos de una pandemia como COVID-19 ³.

1.2. Historia de Biotecnología

“La biotecnología es toda aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos” ⁴.

He aquí un breve resumen de la historia de la biotecnología:

- 10.000 a. C.: La domesticación de plantas y animales marca el comienzo de la biotecnología. Los primeros humanos criaron selectivamente

cultivos y animales para producir rasgos deseables ⁴.

- 6000 a. C.: Las técnicas de fermentación se desarrollan en las primeras civilizaciones para producir cerveza, vino y pan.
- 1675: Anton van Leeuwenhoek observa microorganismos por primera vez, sentando las bases de la microbiología.
- 1865: Gregor Mendel publica su investigación sobre las leyes de la herencia, que se convierte en la base de la genética moderna.
- 1919: Karl Ereky, un ingeniero húngaro, acuña el término "biotecnología".
- 1953: James Watson y Francis Crick descubren la estructura del ADN, la molécula que transporta la información genética ⁴.
- 1972: Paul Berg crea la primera molécula de ADN recombinante, que permite a los científicos manipular el material genético de una manera que antes era imposible ⁴.
- 1980: La Corte Suprema de los Estados Unidos permite patentar organismos genéticamente modificados (OGM), lo que abre la puerta a la biotecnología comercial ⁴.
- 1990: Se lanza el Proyecto Genoma Humano, cuyo objetivo es secuenciar todo el genoma humano ⁴.
- 2003: Se completa el Proyecto Genoma Humano, que proporciona una hoja de ruta para comprender la base genética de la enfermedad y desarrollar nuevos tratamientos ⁴.
- Hoy en día: la biotecnología es un campo de rápido crecimiento, con aplicaciones en medicina, agricultura, ciencias ambientales y más. Los

avances en la edición de genes, la biología sintética y otras tecnologías están abriendo nuevas posibilidades para la investigación y el desarrollo biotecnológico ⁴.

1.2.1. Biotecnología en la Salud

La biotecnología ha revolucionado la industria de la salud, con diversas aplicaciones en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades. Aquí hay algunos ejemplos:

Productos biofarmacéuticos: la biotecnología ha permitido el desarrollo de productos biofarmacéuticos, que son medicamentos elaborados a partir de fuentes biológicas como células, proteínas y genes. Los productos biofarmacéuticos se han utilizado para tratar diversas enfermedades, como el cáncer, los trastornos autoinmunes y los trastornos genéticos ⁵.

Terapia génica: la biotecnología también ha permitido el desarrollo de la terapia génica, que consiste en introducir genes en las células de un paciente para tratar o prevenir enfermedades. La terapia génica se ha mostrado prometedora en el tratamiento de trastornos genéticos hereditarios como la anemia de células falciformes y la fibrosis quística ⁵.

Medicina personalizada: la biotecnología ha hecho posible adaptar tratamientos médicos a pacientes individuales en función de su composición genética. Este enfoque, conocido como medicina personalizada, puede mejorar los resultados del tratamiento y reducir los efectos adversos ⁵.

Herramientas de diagnóstico: la biotecnología también ha llevado al

desarrollo de herramientas de diagnóstico avanzadas, como la secuenciación del ADN, que puede identificar mutaciones genéticas asociadas con enfermedades. Estas herramientas pueden ayudar con la detección y el diagnóstico tempranos, lo que lleva a un tratamiento más eficaz.

En general, la biotecnología ha tenido un impacto significativo en la atención médica y su potencial para mejorar la salud humana es inmenso⁵.

Los factores utilizados para agrupar a los microorganismos son (i) patogenicidad, (ii) dosis infectiva, (iii) modo de transmisión, (iv) rango de hospedero, (v) disponibilidad de medidas de prevención efectivas y, (vi) disponibilidad de tratamiento efectivo⁵.

Actualmente, la clasificación es la siguiente:

- Grupo de riesgo 1 (GR1): Agentes no asociados con enfermedades en humanos adultos saludables ni en animales (nulo o bajo riesgo al individuo o la comunidad). Ejemplo: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, ciertas cepas de *Escherichia coli*.⁴
- Grupo de riesgo 2 (GR2): Agentes asociados con enfermedades humanas raramente serias para las cuales siempre hay medidas preventivas y/o terapéuticas disponibles. El riesgo de diseminación de la infección es limitado (riesgo individual moderado, bajo riesgo a la comunidad). Ejemplo: *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidia*, *Toxoplasma gondii*, *Adenovirus*, *Papovavirus*.⁵

- Grupo de riesgo 3 (GR3): Agentes asociados con enfermedades humanas serias o letales para las cuales podrían estar disponibles medidas preventivas y/o terapéuticas. El contagio entre individuos infectados es poco común (alto riesgo individual, bajo riesgo a la comunidad). Ejemplo: *Coxiella burnetii*, *Mycobacterium tuberculosis*, VIH, virus de la fiebre amarilla, virus del oeste del Nilo, bacterias multirresistentes como *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA) y *Streptococcus pyogenes* resistente a eritromicina (SPRE)⁵.
- Grupo de riesgo 4 (GR4): Agentes causantes de enfermedades humanas serias o letales para las cuales no hay medidas preventivas y/o terapéuticas disponibles. El contagio entre individuos infectados se da fácilmente (tiene alto riesgo individual y alto riesgo a la comunidad). Ejemplo: virus del Ébola, Marburg, Lassa ⁵.

1.2.2. Biotecnología moderna

La biotecnología moderna se refiere al uso de organismos vivos para crear productos, procesos o servicios útiles. Implica la aplicación de técnicas avanzadas como la ingeniería genética, la biología molecular y la bioinformática para manipular sistemas biológicos con diversos fines ⁶.

Estos son algunos ejemplos de biotecnología moderna:

Ingeniería genética: la ingeniería genética implica la manipulación del ADN de un organismo para introducir nuevos rasgos o modificar los existentes. Esta tecnología se ha utilizado para crear cultivos genéticamente modificados que son más resistentes a plagas,

enfermedades y estrés ambiental.

Productos biofarmacéuticos: la biotecnología ha llevado al desarrollo de productos biofarmacéuticos, que son medicamentos elaborados a partir de fuentes biológicas como células, proteínas y genes. Estos medicamentos han revolucionado el tratamiento de diversas enfermedades como el cáncer, los trastornos autoinmunes y los trastornos genéticos.

Biología sintética: la biología sintética implica el diseño y la construcción de nuevos sistemas biológicos o la modificación de los existentes para crear productos o procesos útiles. Esta tecnología tiene el potencial de crear nuevos materiales, combustibles y medicamentos ⁶.

Edición de genes: la edición de genes implica la modificación precisa de secuencias de ADN dentro del genoma de un organismo. Esta tecnología tiene el potencial de curar enfermedades genéticas y mejorar el rendimiento de los cultivos.

La biotecnología moderna ha transformado varios sectores, incluidos la agricultura, la atención médica y la conservación del medio ambiente. Su potencial para mejorar la vida humana y abordar los desafíos globales es inmenso ⁶.

Se cubre el trabajo de una conferencia científica internacional celebrada en el Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de Rusia en noviembre de 2020 como parte de las XX Lecturas en memoria del académico Iván Timofeevich Frolov (1929-1999) ⁶. La conferencia estuvo

dedicada a los cambios globales en la realidad socio-antropológica asociados con el uso de la última biotecnología y las consecuencias de la pandemia del coronavirus COVID-19 en el mundo moderno. En la conferencia se discutieron los siguientes temas: la interacción del ser humano y las tecnologías, la renovación de la estructura económica del mundo en las condiciones de la etapa biotecnológica de la revolución científica y tecnológica, los desafíos antropogénicos al ecosistema global, las consecuencias y lecciones de la pandemia del coronavirus, los problemas bioéticos de los experimentos en humanos y la edición del genoma humano, los desafíos éticos de las tecnologías genéticas en la práctica clínica, los problemas del estado del embrión humano en embriología y genética, el estado del mundo en la era del desequilibrio global, la responsabilidad del hombre moderno con el futuro del planeta y la raza humana ⁷.

1.3. Riesgos biológicos

a) Armas biológicas

En las últimas 2 décadas, los sucesivos brotes causados por patógenos nuevos, recientemente reconocidos y resurgentes, y el riesgo de que los patógenos de altas consecuencias puedan usarse como agentes de bioterrorismo demostraron ampliamente la necesidad de mejorar la capacidad en el manejo clínico y de salud pública de las enfermedades altamente infecciosas.

La epidemia de SARS en 2002-2003, con más de 8000 casos en 29 países, ilustró cómo una nueva infección dada la velocidad y el alcance de los viajes aéreos

internacionales puede propagarse globalmente en unas semanas. La transmisión fue amplificada dentro de los hospitales, ya que los primeros casos fueron atendidos sin medidas efectivas de control de infecciones; 22% de los casos de SARS en Hong Kong y casi la mitad (43%). Los casos de SARS en Toronto y Singapur (41%) ocurrieron en trabajadores de la salud. En general, el 20% de los pacientes hospitalizados requirió ventilación mecánica, y el 15% de los casos murieron. El coronavirus del SARS, aunque es un virus emergente, se transmitió de la misma manera que las infecciones respiratorias más comunes, principalmente por gotículas respiratorias. La propagación y la epidemia de SARS fue controlada por la aplicación eficiente de la salud pública reconocida desde hace mucho tiempo⁸.

Las medidas de control: identificación rápida y aislamiento temprano de casos y estricto cumplimiento de las precauciones para el control de infecciones. En Canadá, donde el SARS *"paralizó al Gran Sistema de salud del área de Toronto durante semanas, y el departamento de salud pública de Toronto investigó 2132 casos potenciales de SARS, identificó más de 23,000 contactos como requiere cuarentena y registró más de 316.000 llamadas en su línea directa sobre el SARS, una comisión nacional de revisión identificó deficiencias sistémicas en la capacidad de respuesta, incluidas "deficiencias en los protocolos institucionales de gestión de brotes, control de infecciones y enfermedades infecciosas de vigilancia, y descubrió que estas deficiencias resultaban al menos en parte por no implementar las lecciones aprendidas de emergencias de salud pública anteriores⁸.*

b) Bioseguridad hospitalaria:

En diciembre de 2019, la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), detectada por primera vez en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, República Popular de China, se propagó rápidamente a muchas provincias y ciudades de todo el país. A las 00:00 horas del 21 de abril de 2020, la Comisión Nacional de Salud reportó un total de 82.788 casos confirmados de COVID-19, incluyendo 4.632 muertes y 77.151 casos curados de 31 provincias (regiones autónomas y municipios); sólo en la provincia de Hubei, se notificaron 68.128 casos confirmados, 4.512 muertes y 68.128 casos curados. En contraste con el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) y el subtipo del virus de la influenza A H1N1 (H1N1), las infecciones que ocurrieron en 2003 y 2009, respectivamente, en la República Popular China, el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2), causante de COVID-19, es un nuevo patógeno que se caracteriza por las siguientes características: origen animal desconocido, fuerte transmisibilidad, alta susceptibilidad de la población general y tasas de mortalidad inciertas en poblaciones de alto riesgo⁹.

La falta de un tratamiento eficaz para el COVID-19 grave ha sido perjudicial tanto para la sociedad como para la economía. Además, la epidemia ha puesto de manifiesto graves deficiencias en la gobernanza de la bioseguridad. Una preocupación mayor es que la lenta alerta temprana de la epidemia ha socavado gravemente no solo la eficacia de las medidas preventivas y de control, sino también el tratamiento en las últimas etapas de la infección. Por lo tanto, para garantizar la salud pública, salvaguardar la seguridad nacional y mantener la estabilidad nacional a largo plazo, es fundamental incorporar la bioseguridad en el sistema de

seguridad nacional, planificar sistemáticamente la construcción de un sistema nacional de control de riesgos y gobernanza de la bioseguridad y mejorar de manera integral la capacidad nacional de gobernanza de la bioseguridad ¹⁰.

c) Tecnología y bioseguridad

Las preocupaciones por la salud y la seguridad mundiales no podrían ser más relevantes, los desafíos que trajo esta pandemia y las futuras desafían nuestra comprensión de cómo aplicar los principios y prácticas de bioseguridad. A diferencia del campo bien establecido de la seguridad biológica (es decir, la bioseguridad), sigue habiendo una falta de programas de acreditación para definir un "profesional de la bioseguridad". Para agregar aún más complejidad a la definición, están los rápidos avances en las tecnologías que desafían nuestra comprensión de cómo aplicar los principios y prácticas de bioseguridad ¹¹. En conjunto, nuestro mundo moderno es impulsado por la tecnología, se necesita redefinir lo que significa la bioseguridad y cómo se practica ¹¹. Antes se creía que era ciencia ficción, ahora está cambiando para convertirse en la tecnología emergente real de hoy. Un aspecto fundamental de este desarrollo de nuevas tecnologías es la convergencia de disciplinas que antes eran dicotómicas, como la informática, la biología celular, la biología molecular, la ingeniería mecánica y las disciplinas técnicas. En la intersección de la biotecnología y la tecnología están surgiendo consideraciones de bioseguridad que vale la pena explorar en el contexto de la innovación, el diseño biológico, la fabricación, la automatización y la inteligencia artificial ¹¹. También existen consideraciones de bioseguridad relacionadas con las personas y el desarrollo de nuevos conjuntos de habilidades como resultado del progreso tecnológico y biotecnológico. Un ejemplo

del uso de tecnología es el “biotecnólogo de pila completa”, un experto polivalente con una miríada de capacidades y nuevas consideraciones para los potenciales de riesgo y amenaza. A medida que la tecnología y la innovación avanzan a nuevas alturas y capacidades, da paso a una obra maestra del avance de la tecnología dictada por la Ley de Moore siendo su impacto en dar lugar a su reemplazo potencial a la biotecnología ¹².

d) Bioseguridad Laboral

La bioseguridad del laboratorio se refiere a las medidas implementadas para proteger a los trabajadores del laboratorio, el medio ambiente y la comunidad de agentes biológicos que pueden causar daño. Estas medidas son fundamentales para garantizar la manipulación, el almacenamiento y la eliminación seguros de los materiales biológicos utilizados en la investigación, las pruebas clínicas y el diagnóstico ¹³.

Estos son algunos componentes clave de la bioseguridad en el laboratorio:

Evaluación de riesgos: Los laboratorios deben evaluar los riesgos asociados a los agentes biológicos con los que trabajan e implementar las medidas de seguridad adecuadas. Esto incluye la identificación de peligros, la evaluación de la probabilidad de exposición y la determinación de las posibles consecuencias de la exposición ¹³.

Diseño de instalaciones y contención: Los laboratorios deben contar con instalaciones y equipos adecuados para garantizar la manipulación segura de los agentes biológicos. Esto incluye el uso de gabinetes de bioseguridad, equipos de

protección personal y el diseño de laboratorios para evitar la liberación de agentes biológicos¹³.

Capacitación y educación: todo el personal de laboratorio debe recibir capacitación adecuada sobre el manejo seguro de agentes biológicos. Esto incluye comprender los riesgos asociados con diferentes agentes, cómo manejarlos de manera segura y cómo responder a accidentes o incidentes. Seguridad y control de acceso: Los laboratorios deben implementar las medidas de seguridad adecuadas para evitar el acceso no autorizado a los agentes biológicos. Esto incluye controlar el acceso a los laboratorios, monitorear el inventario e implementar las medidas de seguridad física apropiadas¹⁴.

Gestión de incidentes: Los laboratorios deben contar con procedimientos adecuados para gestionar incidentes que involucren agentes biológicos. Esto incluye responder a derrames o liberaciones, descontaminar equipos e instalaciones y reportar incidentes a las autoridades correspondientes. En general, la bioseguridad del laboratorio es fundamental para proteger al personal del laboratorio y a la comunidad de los riesgos asociados con el trabajo con agentes biológicos. Los laboratorios deben implementar las medidas adecuadas para garantizar la manipulación, el almacenamiento y la eliminación seguros de los materiales biológicos utilizados en la investigación y las pruebas¹⁴.

d.1) Bioseguridad y salud ocupacional en laboratorios biomédicos

La bioseguridad y la salud ocupacional son componentes críticos de los laboratorios biomédicos para garantizar la seguridad y el bienestar del personal de laboratorio, el medio ambiente y la comunidad. Estas medidas son esenciales para

prevenir infecciones adquiridas en el laboratorio, exposiciones químicas y otros peligros asociados con el trabajo en un entorno de laboratorio ¹⁴. Estos son algunos componentes clave de la bioseguridad y la salud ocupacional en los laboratorios biomédicos:

Evaluación de riesgos: Los laboratorios biomédicos deben evaluar los riesgos asociados a los agentes biológicos y químicos con los que trabajan e implementar las medidas de seguridad adecuadas. Esto incluye la identificación de peligros, la evaluación de la probabilidad de exposición y la determinación de las posibles consecuencias de la exposición ¹⁵.

Equipo de protección personal (EPP): El personal del laboratorio debe usar el EPP adecuado, incluidos guantes, batas de laboratorio y protección respiratoria, para evitar la exposición a agentes biológicos y químicos. Controles de ingeniería: los laboratorios deben implementar controles de ingeniería apropiados, como campanas extractoras y gabinetes de bioseguridad, para evitar la liberación de agentes biológicos y químicos en el entorno del laboratorio.

Capacitación y educación: todo el personal de laboratorio debe recibir capacitación adecuada sobre el manejo seguro de agentes biológicos y químicos. Esto incluye comprender los riesgos asociados con diferentes agentes, cómo manejarlos de manera segura y cómo responder a accidentes o incidentes. Vigilancia médica: El personal del laboratorio debe someterse a vigilancia médica para monitorear posibles exposiciones a agentes biológicos y químicos. Gestión de residuos: Los laboratorios deben implementar procedimientos adecuados de gestión de residuos para garantizar la eliminación segura de residuos biológicos y químicos. En

general, la bioseguridad y la salud ocupacional son componentes críticos de los laboratorios biomédicos para garantizar la seguridad y el bienestar del personal del laboratorio y la comunidad. Los laboratorios deben implementar medidas apropiadas para prevenir infecciones adquiridas en el laboratorio, exposiciones químicas y otros peligros asociados con el trabajo en un entorno de laboratorio¹⁵.

e) Bioseguridad en laboratorio

La carrera de Biotecnología lleva cursos prácticos que implican el contacto directo con presuntos patógenos y agentes infecciosos, además en las prácticas preprofesionales tienen la opción de hacer prácticas en el Hospital de Policía en el laboratorio de Microbiología para lo cual se necesita saber los siguientes conceptos:

La bioseguridad en el laboratorio se refiere a las medidas y prácticas que se implementan para garantizar la seguridad de los trabajadores del laboratorio y del público frente a la posible exposición a peligros biológicos, como agentes infecciosos u organismos genéticamente modificados. La bioseguridad es una consideración importante en cualquier laboratorio que manipule materiales biológicos, incluidos los laboratorios de investigación, los laboratorios de diagnóstico médico y los laboratorios industriales¹⁶.

Estos son algunos principios clave de bioseguridad en el laboratorio:

Evaluación de riesgos: Realice una evaluación de riesgos para identificar y evaluar los peligros potenciales asociados con los materiales y procedimientos utilizados en el laboratorio. Equipo de protección personal (PPE): use PPE apropiado, como guantes, batas de laboratorio y gafas protectoras, para proteger a los trabajadores

de la exposición a peligros biológicos. Controles de ingeniería: instale controles de ingeniería apropiados, como cabinas de seguridad biológica, para evitar la liberación de materiales biológicos en el entorno del laboratorio.

Procedimientos operativos estándar (SOP): Desarrollar e implementar SOP para el manejo y eliminación de materiales biológicos ¹⁷.

Capacitación: brindar capacitación a los trabajadores de laboratorio sobre el manejo y la eliminación seguros de materiales biológicos y procedimientos de emergencia.

Descontaminación: Establecer procedimientos para descontaminar superficies, equipos y desechos que puedan haber sido contaminados con materiales biológicos.

Vigilancia médica: Brindar vigilancia médica a los trabajadores de laboratorio que puedan estar expuestos a peligros biológicos¹⁷. Al seguir estos principios de bioseguridad, los trabajadores de laboratorio pueden minimizar el riesgo de exposición a peligros biológicos y ayudar a garantizar un entorno de trabajo seguro.

f) Bioseguridad basada en leyes aplicadas en China

La *Ley de Bioseguridad de la República Popular China* entró en vigor el 15 de abril de 2021, marcando el comienzo de una nueva fase de gobernanza de la bioseguridad basada en la ley de China. En 2020, debido al brote repentino de COVID-19, un extraño concepto de "bioseguridad" se hizo conocido por más personas, convirtiéndose así en un tema candente. En el contexto de la lucha

nacional contra COVID-19, China planea incluir la bioseguridad en la construcción del sistema de seguridad nacional, acelerando en gran medida el progreso legislativo de la ley de bioseguridad. La ley fue adoptada por el Comité Permanente del Decimotercer Congreso Nacional Popular de la República Popular China el 17 de octubre de 2020 ¹⁸.

Es una ley fundamental, integral, sistemática y rectora en bioseguridad, que se enfoca en problemas cruciales como enfermedades infecciosas nuevas y repentinas importantes, brotes epidémicos entre animales o plantas, desarrollo y aplicación de biotecnología, bioseguridad de laboratorios que trabajan con microorganismos patógenos, seguridad de recursos genéticos humanos y recursos biológicos, especies invasoras, ataques terroristas biológicos y amenaza de armas biológicas, y demás relacionados ¹⁸. La ley específica, que el mantenimiento de la bioseguridad nacional es un requisito, sistema y política general, y define las tareas y responsabilidades legales de los departamentos y el personal pertinentes. Ayudará a formar un sistema integral de prevención y control de riesgos de bioseguridad que incluya estrategias, leyes y políticas nacionales de bioseguridad, proteger la vida y la salud de las personas, mantener la seguridad nacional. En el futuro, China se centrará en el estudio, la publicidad y la implementación de la ley para garantizar su aplicación plena y efectiva ¹⁸. En primer lugar, las autoridades formarán e implementarán plenamente los principales sistemas estipulados en la ley, acelerarán el establecimiento de un sistema de monitoreo y alerta temprana y tomarán medidas de prevención y control legales basadas en disposiciones claras. En segundo lugar, los gobiernos cumplirán con sus responsabilidades y funciones

legales como líder, regulador y ejecutor para crear esfuerzos conjuntos y maximizar el efecto de aplicación. En tercer lugar, las autoridades fortalecerán de manera integral la aplicación de la ley y la administración de justicia para mejorar la rigidez y la autoridad de las leyes, y utilizarán el poder coercitivo del estado para asegurar una implementación efectiva¹⁹.

1.4. Agentes biológicos

Los agentes biológicos son microorganismos, virus, toxinas u otras sustancias biológicas que tienen el potencial de causar daño a humanos, animales o plantas. Pueden ser naturales o producidos intencionalmente, y pueden usarse con fines de investigación, terapéuticos o dañinos. Los ejemplos de agentes biológicos incluyen:

Bacterias: como *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Bacillus anthracis* (ántrax) y *Mycobacterium tuberculosis*¹⁹.

Virus: como la influenza, el VIH, el ébola y el SARS-CoV-2 (el virus que causa el COVID- 19). Toxinas: como la ricina, la toxina botulínica y las aflatoxinas.

Hongos: como *Aspergillus*, *Cryptococcus* y *Candida*. Parásitos: como malaria, toxoplasmosis y leishmaniasis. Priones: como la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y la enfermedad de las vacas locas. Los agentes biológicos pueden causar una variedad de efectos en la salud, desde síntomas leves hasta enfermedades graves y la muerte. Se pueden transmitir a través de varias rutas, incluida la inhalación, la ingestión, la inyección o el contacto con superficies o materiales contaminados²⁰.

La manipulación, el almacenamiento y la eliminación seguros de los agentes

biológicos son fundamentales para prevenir infecciones adquiridas en el laboratorio, brotes y otros efectos adversos para la salud asociados con la exposición a estos agentes. Los laboratorios deben implementar medidas de bioseguridad y bioprotección apropiadas para proteger al personal de laboratorio, el medio ambiente y la comunidad de los riesgos asociados con el trabajo con agentes biológicos²⁰.

a) **Brucelosis adquirida en laboratorio y estrategias de prevención**

La brucelosis ha sido reconocida como una de las causas más importantes de LAI. Los informes han demostrado que muchas de las infecciones se adquieren cuando los trabajadores desconocen la existencia de cultivos microbianos contaminados. De 1979 a 2015. Se ha informado que el 80% de la *Brucella*-asociado a LAI, siendo *Brucella melitensis* se encontró que era el agente principal de infecciones. En su estudio, el grupo Traxler reveló que entre los 167 trabajadores expuestos a *Brucella*, 71 desarrollaron brucelosis por LAI. Siendo un factor el uso inadecuado de los gabinetes de seguridad biológica, así como la falta de bioseguridad respecto a la *Brucella spp.* (pertenecientes al grupo de riesgo de Nivel 3) fue la conclusión a la que llegaron los trabajadores, implicando también las causas importantes de los brotes de brucelosis⁷. Por otro lado, la aparición de brucelosis adquirida en laboratorio no siempre está relacionada con el accidente laboral, pero puede ocurrir por contacto directo, la contaminación de la piel por estar expuesta, pinchazos de aguja y salpicaduras en la conjuntiva o membranas mucosas. Se han notificado algunos casos de infecciones por brucelosis que se produjeron después de comer o beber cerca de un banco de trabajo de procesamiento de cultivos, y de medidas

preventivas individuales inadecuadas al tratar el material contaminado. La falta de conocimiento adecuado para *Brucella* spp. La patogenicidad y la insuficiencia relacionada con la manipulación de materiales de riesgo biológico también podrían ser una fuente causante de nuevas infecciones ²¹.

b) Tuberculosis adquirida en laboratorio y estrategias de prevención

Las inspecciones iniciales de la tuberculosis adquirida en el laboratorio documentaron la prevalencia de *Mycobacterium tuberculosis* patógeno de tres a nueve veces mayor entre los empleados de laboratorio en comparación con la población general. No obstante, la tuberculosis asociada al laboratorio es extremadamente difícil de reconocer debido a la amplia diseminación ambiental de estos microorganismos y la cronicidad de la infección. La amenaza extrema de LAI para el personal de laboratorio que manipula *M. tuberculosis* está relacionada con la generación de aerosoles ²¹. Además, el estudio de la literatura reveló que algunos casos de *M. tuberculosis* se produjeron debido a técnicas de aislamiento inadecuadas y a la alta capacidad de las muestras manipuladas. Es importante manejar *micobacterias* en clase II o III BSC para evitar su posible LAI asociada.

Recientemente se realizó una encuesta respecto a las infecciones adquiridas en laboratorio en todo el mundo en laboratorios BSL-3 y BSL-4. De 23 laboratorios, solo cuatro notificaron alrededor de quince casos de LAI causados por cuatro cultivos patógenos diferentes. Se han clasificado como bacterias BSL-3 y pertenecen a las especies (1) *Mycobacterium tuberculosis* (diez casos), (2) *Coxiella burnetii* (dos casos) y (3) *Brucella melitensis* (dos casos), mientras que otros casos reportados fueron causados por un virus BSL-2. La distribución

porcentual de la mayoría de los LAI (73%) que ocurrieron en un laboratorio BSL-3 fue la siguiente: actividades de microbiología (42%), seguidas de microscopía (22%) y cultivo celular (22%). Además, el personal del laboratorio debe someterse a una prueba cutánea anual de derivado proteico purificado de Mantoux o un ensayo de liberación de interferón- γ para demostrar la conversión. Las personas con resultados positivos en las pruebas deben ser investigadas más a fondo para detectar tuberculosis activa mediante una radiografía de tórax²².

c) LAI asociadas a virus y estrategias de prevención

En los últimos años, la investigación de virus está asociada con aplicaciones generalizadas en sectores biotecnológicos, como enfermedades virales, desarrollo de nuevas vacunas u OGM. A pesar de la escasa investigación sobre las IAL asociadas a virus, en la bibliografía se han descrito infecciones patógenas por el virus hemorrágico de la inmunodeficiencia humana, el virus del Nilo Occidental, el dengue o el virus de Marburg. Los agentes virales transmitidos a través de la sangre y los fluidos corporales son responsables de la mayoría de los LAI entre los empleados sanitarios en los laboratorios de diagnóstico²². A pesar de eso, las fiebres hemorrágicas virales provocan el mayor temor, estos virus son causas raras de infección de laboratorio. Entre los virus comunes asociados a la sangre, el VHB es la principal causa de LAI, y entre todos los trabajadores de la salud, la incidencia de infección por VHB en los Estados Unidos se aproxima a 3,5-4,6 infecciones por 1000 trabajadores. Es alentador que entre el personal de laboratorio no se hayan notificado casos de infección por VHB en las dos inspecciones más recientes de LAI en el Reino Unido. Estos hallazgos enfatizaron

la implementación de precauciones universales al manipular muestras de sangre, los desarrollos en dispositivos sin aguja y la vacunación adecuada. Durante 2005–2006, se notificaron 802 casos confirmados de VHC (Virus de la Hepatitis C) a los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, con cinco exposiciones ocupacionales a la sangre. Sin embargo, se encontraron muy pocos datos sobre la aparición de VHC entre los empleados de laboratorio con un solo caso en los EE. UU. y el Reino Unido. La infección por VIH relacionada con la exposición a sangre o fluidos corporales contaminados tiene como consecuencia la principal preocupación. De 1981 a 1992, los informes sobre el VIH revelaron un total de 32 trabajadores de la salud en los EE. UU. Con infección por el VIH adquirida en el trabajo. Entre ellos, se observó que el 25% del personal sanitario eran trabajadores de laboratorio. Por lo tanto, deben adoptarse procedimientos correctos de bioseguridad y enfoques de control inmunológico, educación y capacitación, e instalaciones de laboratorio especializadas para reducir el riesgo potencial de infecciones virales o enfermedades asociadas a virus²³.

d) IAL asociadas a parásitos y estrategias de prevención

Los LAI asociados a parásitos son poco frecuentes en los laboratorios de microbiología de diagnóstico. Entre las infecciones parasitarias, se ha encontrado que las IAL causadas por leishmaniasis, fascioliasis, paludismo, toxoplasmosis, tripanosomiasis o esquistosomiasis son las formas más adversas. Se han informado casi 313 casos de LAI, con una variedad de protozoos sanguíneos e intestinales²⁴. Muchos de estos casos ocurrieron en laboratorios de referencia e investigación. Entre el personal de laboratorio y el personal sanitario, se han notificado un total de 52 casos de malaria, con 34 casos revisados por Herwaldt. De estos, 10, 9 y 15 casos fueron causados por *Plasmodium cynomolgi*, *P. vivax* y *P. falciparum*, respectivamente. El contacto directo o la exposición a parásitos en el laboratorio probablemente aumenta el riesgo potencial de contraer infecciones parasitarias. Varias causas, incluidas las lesiones por pinchazos de agujas, el trabajo con las manos desnudas en el campo abierto son los medios comunes asociados con las LAI parasitarias. Dado que las enfermedades parasitarias se caracterizan comúnmente por un período asintomático prolongado, se recomienda a los empleados de laboratorio que trabajen con parásitos que se realicen pruebas de forma intermitente. Además, debe prestarse una atención excepcional a las mujeres en edad fértil debido a la transmisión hereditaria de algunos protozoos parásitos²⁴.

e) LAI asociados a hongos y estrategias de prevención

Los hongos dimórficos, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides immitis* e *Histoplasma capsulatum* son los principales agentes causales de la mayoría de

las IAL asociadas a hongos en los EE. UU. Aunque se notifican infecciones cutáneas debido a la inoculación accidental, la mayoría de los LAI se produjeron debido a la inhalación de conidios infecciosos que provocaron una infección pulmonar. El riesgo de infección por hongos es probablemente menor en los laboratorios de micología, porque la manipulación de las muestras se realiza en cabinas de seguridad biológica de flujo laminar (BSC) y las placas de cultivo también están selladas para evitar una apertura accidental. Sin embargo, es probable que aumente el riesgo de infección en el banco de cultivo aeróbico, porque las colonias de *B. dermatitidis* y *C. immitis* pueden crecer en medios de cultivo convencionales en 2-3 días. Por lo tanto, los médicos que sospechen de infecciones dismórficas asociadas a hongos deben alertar inmediatamente al laboratorio de microbiología ²⁵.

f) Contaminantes Biológicos

Los contaminantes biológicos son microorganismos, toxinas u otros agentes biológicos que pueden causar daño a los humanos u otros organismos vivos. Estos contaminantes se pueden encontrar en una variedad de entornos, incluso en el aire que respiramos, los alimentos que comemos y el agua que bebemos ²⁶.

Algunos ejemplos de contaminantes biológicos incluyen:

Bacterias: estos son organismos unicelulares que pueden causar infecciones y enfermedades, como faringitis estreptocócica, neumonía e intoxicación alimentaria ²⁶.

Virus: estos son pequeños agentes infecciosos que pueden causar una variedad de enfermedades, desde el resfriado común hasta el VIH y el COVID-19.

Hongos: estos son organismos que incluyen moho y hongos, que pueden causar reacciones alérgicas y problemas respiratorios ²⁶.

Parásitos: estos son organismos que viven sobre o dentro de otro organismo, como piojos, garrapatas y tenías, que pueden causar una variedad de enfermedades.

Toxinas: Son sustancias venenosas producidas por ciertas bacterias y otros organismos, como la toxina botulínica, que pueden causar botulismo.

Los contaminantes biológicos se pueden controlar a través de una variedad de medidas, que incluyen buenas prácticas de higiene, saneamiento adecuado y uso de equipo de protección personal. En entornos de laboratorio, se utilizan prácticas y procedimientos de bioseguridad para evitar la exposición a contaminantes biológicos. En los edificios, los sistemas adecuados de ventilación y filtración de aire también pueden ayudar a controlar la propagación de contaminantes en el aire ²⁷.

1.5. Medidas de bioseguridad

a) Uso de guantes y lavado de manos

El uso de guantes y el lavado de manos son prácticas imprescindibles en los laboratorios biomédicos y entornos sanitarios para evitar la propagación de infecciones y otras sustancias nocivas. Ambas prácticas ayudan a minimizar el riesgo de contaminación y transmisión de microorganismos y otros agentes biológicos. Los guantes son un componente esencial del equipo de protección personal (EPP) utilizado en laboratorios y entornos de atención médica. Se usan para proteger las manos y evitar la contaminación de la piel con agentes

biológicos, químicos y otras sustancias peligrosas. Se deben usar guantes al manipular agentes biológicos o materiales contaminados, y se deben cambiar con frecuencia, especialmente al moverse entre diferentes tareas, muestras o áreas. Es importante tener en cuenta que los guantes no reemplazan el lavado de manos y no brindan una protección completa contra todo tipo de peligros ²⁸.

El lavado de manos es otra práctica fundamental en los laboratorios biomédicos y los entornos sanitarios. La higiene adecuada de las manos implica lavarse las manos con frecuencia con agua y jabón o usar un desinfectante para manos a base de alcohol. Se debe lavar las manos antes y después de manipular las muestras, después de quitarse los guantes, después de ir al baño y siempre que las manos estén visiblemente sucias. Lavarse las manos es eficaz para eliminar los microorganismos y otros contaminantes de la piel y ayuda a prevenir la propagación de infecciones. En resumen, el uso de guantes y el lavado de manos son prácticas imprescindibles en laboratorios biomédicos y entornos sanitarios. Son fundamentales para prevenir la propagación de infecciones y otras sustancias nocivas y todo el personal debe realizarlas de manera constante y adecuada ²⁸.

Higiene de manos: Procedimiento por el cual se remueve o destruye la flora transitoria de la piel.

- ❖ Lavado de manos higiénico o social: El lavado de manos higiénico y el lavado de manos social son dos tipos diferentes de lavado de manos que tienen diferentes propósitos.
- ❖ El lavado de manos higiénico es un tipo de lavado de manos que se realiza

para prevenir la propagación de infecciones, particularmente en entornos de atención médica o en situaciones en las que las personas corren un mayor riesgo de enfermarse. El lavado de manos higiénico implica el uso de agua y jabón para limpiar las manos a fondo, prestando especial atención a las áreas entre los dedos y debajo de las uñas. Las manos deben lavarse durante al menos 20 segundos y secarse con una toalla limpia o un secador de aire. El lavado de manos higiénico es importante para prevenir la propagación de bacterias y virus que pueden causar enfermedades, como resfriados, gripe y gastroenteritis ²⁹.

- ❖ El lavado de manos social, por otro lado, es un tipo de lavado de manos menos riguroso que se realiza para mantener la higiene y limpieza general, particularmente en situaciones sociales. El lavado social de manos puede implicar el uso de agua y jabón o desinfectante para manos para lavarse las manos y, a menudo, se realiza antes o después de las comidas, después de ir al baño o después de manipular dinero u otros objetos que pueden estar sucios o contaminados. El lavado de manos social puede no ser tan completo como el lavado de manos higiénico, pero aun así puede ayudar a reducir la propagación de gérmenes y prevenir la transmisión de enfermedades.
- ❖ Antisepsia de manos: se refiere al proceso de limpieza y desinfección de manos para reducir la cantidad de microorganismos presentes en la piel. Esta es una medida importante para prevenir la propagación de enfermedades infecciosas, especialmente en entornos de atención médica donde existe un alto riesgo de transmisión. Lavado de manos quirúrgico: Se usa una

preparación antimicrobiana, de amplio espectro, de acción rápida, no irritante, que reduce significativamente el número de microorganismos incluyendo gran parte de la flora residente, de la piel intacta. La técnica adecuada de antisepsia de manos consiste en frotar el desinfectante o el jabón en todas las superficies de las manos, incluidas las yemas de los dedos, las uñas y entre los dedos, durante al menos 20 segundos. Es importante asegurarse de que las manos estén completamente secas antes de tocar cualquier superficie para evitar la contaminación ²⁹.

- ❖ El lavado de manos quirúrgico es una limpieza minuciosa y sistemática de las manos y los antebrazos con una solución antiséptica antes de participar en un procedimiento quirúrgico. Es un componente crítico del control de infecciones y es esencial para prevenir la transmisión de agentes infecciosos de los profesionales de la salud a los pacientes durante la cirugía. El propósito del lavado de manos quirúrgico es eliminar la suciedad, la grasa y los microorganismos transitorios de la piel, así como reducir la cantidad de microorganismos residentes presentes en la piel. El procedimiento consta de varios pasos, incluidos los siguientes:

El lavado de manos quirúrgico es una práctica esencial en los entornos de atención médica, y es crucial que los profesionales de la salud sigan los protocolos de higiene de manos adecuados para prevenir la propagación de infecciones ³⁰.

- ❖ Lavado de manos con jabón antiséptico: los jabones antisépticos están formulados para matar o inhibir el crecimiento de microorganismos en la

piel, incluidas bacterias, virus y hongos. Remueve y destruye o inhibe el desarrollo de gérmenes a través de jabones antisépticos. En general, lavarse las manos con jabón antiséptico puede ser una forma eficaz de ayudar a prevenir la propagación de infecciones, especialmente en entornos donde la higiene de las manos es particularmente importante.

- ❖ Lavado de manos con soluciones alcohólicas: Lavarse las manos con soluciones a base de alcohol, como los desinfectantes para manos, es un método rápido y conveniente para limpiar las manos y desinfectarlas de microorganismos dañinos. Las soluciones de alcohol suelen contener al menos un 60 % de alcohol, como etanol o alcohol isopropílico, que han demostrado ser eficaces para matar muchos tipos de bacterias y virus ³⁰.

b) Barreras de Protección:

Barreras para evitar la infección

Son un medio eficaz para evitar la exposición o reducir el riesgo de exposición.

Fluidos o materiales potencialmente infectados.

-Barreras físicas: Guantes, máscaras, gafas, batas y otros equipos de protección personal.

-Barreras químicas: Esto incluye desinfectantes y agentes de limpieza como: hipoclorito de Sodio (cloro, lejía), glutaraldehído (cidex), povidona yodada (isodine), gluconato, clorhexidina, gel antibacterial ³¹.

-Barreras biológicas: vacunación contra la hepatitis B, vacunación contra el tétanos y riesgo, contra fiebre amarilla, entre otros.

-Precauciones generales y códigos de buenas prácticas: un conjunto de técnicas y Procedimientos diseñados para prevenir infecciones que pueden ocurrir durante la infección.

-Contacto con fluidos o tejidos corporales. Se deben tomar medidas de higiene, y salud de materiales y fluidos en producción y almacenamiento para reducir el riesgo asociado con la exposición.

b.1) Barreras primarias

En general, las barreras de protección primaria son fundamentales para prevenir la propagación de enfermedades o patógenos y proteger a las personas y las poblaciones de la infección. se refieren a la primera línea de defensa para prevenir la propagación de enfermedades o patógenos. Estas barreras están diseñadas para evitar el contacto inicial con el patógeno y se pueden usar en una variedad de entornos, incluidos hogares, lugares de trabajo y espacios públicos ³².

b.2) Barreras secundarias

se refieren a las medidas implementadas para brindar protección a las personas que corren un mayor riesgo de exposición a una enfermedad o patógeno, o para limitar la propagación de la enfermedad dentro de una población. son medidas importantes para limitar la propagación de enfermedades o patógenos dentro de una población y proteger a las personas que corren un mayor riesgo de exposición ³².

c) Normas de bioseguridad

1. Las actividades dentro del establecimiento sanitario se llevarán a cabo precautelando la salud de todo el personal que trabaja en la misma, así como la de los pacientes y

- demás usuarios o personas que visiten las instalaciones.
2. He de asegurar que el espacio de trabajo se encuentre en las mejores condiciones posibles.
 3. No fumar, beber o comer en ninguno de los espacios internos que conforman la institución sanitaria.
 4. No guardar comida o cualquier tipo de alimentos en equipos de refrigeración destinados al almacenamiento de muestras o sustancias.
 5. Las precauciones estándar se aplicarán a todos alumnos de pregrados sin excepción alguna, considerándolos como potencialmente infectados, independientemente del diagnóstico ³³.
 6. El lavado de manos se hará de manera cuidadosa, antes y después de cada procedimiento o inmediatamente después del contacto con material patógeno potencialmente infeccioso.
 7. Utilizar guantes limpios en procedimientos que conlleven manipulación de elementos biológicos/o cuando maneje instrumental o equipo contaminado ³³.
 8. Cada vez que se realice una nueva práctica se usará un par de guantes nuevos.
 9. Evitar exponerse directamente, si el alumno en la práctica presenta lesiones exudativas o dermatitis serosa.
 10. Es obligatorio el uso de mascarillas y gafas protectoras durante procedimientos que puedan generar salpicaduras o gólicas - aerosoles de sangre u otros líquidos corporales.

11. El personal tiene estrictamente prohibido “pipetear” cualquier sustancia con la boca, en lugar de ello empleará peras de plástico o pipetas automáticos ³³.
12. El personal deberá en lo posible mantener su cabello corto, y en general deberá mantener su cabello recogido.
13. Usar batas o cubiertas plásticas en procedimientos donde exista riesgo de salpicaduras de material sanguíneo u otros líquidos.
14. Los elementos de protección personal deberán mantenerse en óptimas condiciones de aseo, en un lugar seguro y de fácil acceso.
15. Mantener actualizado el esquema de vacunación contra hepatitis (HB), influenza, difteria, tétanos.
16. La realización de procedimientos se hará considerando las técnicas más seguras.
17. El manejo de elementos cortopunzantes se hará con estricta precaución.
18. Al manipular y transportar muestras de un lugar a otro, estas deberán ser contenidas en recipientes seguros con tapas y rotulados.
19. Restringir el ingreso de personas no autenticadas a áreas restringidas del laboratorio y en el caso del personal, solo podrán hacerlo si cuentan con todos los implementos de bioseguridad adecuados.
20. La vestimenta (de forma completa y no parcial) que deberán usar los trabajadores durante la jornada laboral será acorde a las actividades desempeñadas, de acuerdo con las especificaciones técnicas del establecimiento de salud ³².
21. El uso de ropa de trabajo es exclusivo dentro de la institución sanitaria de acuerdo

con el área de trabajo.

22. Evitar que los equipos y aparatos necesarios para el trabajo, obstaculicen el paso.

23. Evitar que aparatos que se conecten a tomas eléctricas sean expuestos a humedad.

24. Señalizar todas las fuentes de calor: calentadores, termo bloques, etc. para evitar quemaduras accidentales.

25. Cuando se haga uso de máquinas centrífugas cuidar que los tubos siempre vayan bien tapados.

26. No detener manualmente la centrífuga ni destaparla antes de que pare de gira.

27. Evitar colocar sobre la mesa de trabajo, libros o cualquier otro material de escritorio, puesto que pueden causar accidentes y además materiales como el papel contaminado son de difícil desinfección.

28. Todo accidente en mayor o menor gravedad deberá ser comunicado al responsable del laboratorio quien dispondrá de la mejor solución

29. La limpieza y desinfección de superficies de trabajo se harán tanto al inicio como al finalizar la jornada laboral ³³.

d) Principios de bioseguridad

- ❖ Los principios esenciales de la bioseguridad no quedan siempre claros y/o explícitos, por lo que el establecimiento de una matriz por niveles, desde lo general a lo particular, es una tarea muy compleja.
- ❖ No existe una clasificación adecuada de los principios: por ejemplo, la defensa en profundidad está formulada en varios de los temas estudiados con una única precisión

en la frase “uso de barreras”, la que resulta incompleta pues no enfatiza en el desarrollo de niveles ni en la protección de las barreras, las prácticas de eficacia comprobada se mezclan en varios de los aspectos de bioseguridad estudiados ³⁴, por ejemplo códigos de práctica, procedimiento de tratamiento de derrames y manejo de productos peligrosos.

- ❖ Algunos aspectos entre los previstos en los principios de seguridad de la industria no se consideran, o se estudian de manera parcial, por ejemplo: metas de fiabilidad, fallos dependientes, límites y condiciones operativas, instalaciones de emergencia, evaluación de la seguridad, separación de funciones de emergencia y explotación norma y cualificación de equipos ³⁴.
- ❖ Las cuestiones de protección física y universalidad están más explícitas entre los principios esenciales de la bioseguridad.
- ❖ Algunos temas particulares para las instalaciones con peligro biológico como la importancia de la ventilación y los equipos especiales de bioseguridad deben especificarse entre los principios de la bioseguridad.

1.6. Conocimientos de bioseguridad

El entorno académico, ya sea en el laboratorio de docencia o investigación o en el hospital u otras instalaciones médicas, es un lugar de aprendizaje constante para ambos profesores y estudiantes. Estar en armonía con el entorno laboral es fundamental. La prevención o reducción del riesgo de enfermedad ocupacional a través de la exposición a varios agentes, presente en el entorno del laboratorio académico, se puede lograr mediante seguros de prácticas y medidas que buscan

preservar la salud y el medio ambiente. Las instituciones de investigación deben fortalecer la publicidad y popularización de las leyes y regulaciones de bioseguridad, así como el conocimiento relacionado con la bioseguridad, fortalecer el cultivo de la bioseguridad y la conciencia ética de estudiantes e investigadores³⁵.

1.6.1. Gestión eficaz del conocimiento sobre bioseguridad

La bioseguridad cubre una amplia gama de temas, desde la identificación y el combate de amenazas a nivel internacional, hasta la protección fronteriza y post-fronteriza, hasta la identificación y control de plagas en la granja, la cadena alimentaria y los niveles de exportación³⁵. La eficacia de un sistema de bioseguridad depende de su capacidad para convocar, compartir y discutir información sensible, actual y en tiempo real sobre posibles amenazas lo antes posible. Sin embargo, en Australia, a nivel de la frontera estatal, la mayoría de los datos relacionados con las ventas interestatales se recopilan en sistemas basados en papel y se distribuyen en varias formas. Esto dificulta enormemente el proceso de acceso efectivo a la información y toma de decisiones. La procedencia describe el historial de resultados, incluidas las personas, los procesos y los datos de origen. Al capturar, integrar y analizar información de procedencia digitalizada con conocimiento de dominio. Los sistemas de información de bioseguridad podrían proporcionar mejores capacidades para acceder y analizar la información para una adecuada toma de decisiones³⁵.

1.6.2. Gestión de riesgos de bioseguridad

A pesar de la considerable atención prestada durante la última década, la gestión de riesgos en bioseguridad todavía está fragmentada y no estandarizada a nivel operativo. La fragmentación es a menudo el resultado de la implementación

selectiva de varios componentes básicos, que en conjunto constituirían un marco integral de gestión de riesgos de bioseguridad. Por ejemplo, si bien la mayoría de los países han adoptado medidas de control de las exportaciones de materiales sensibles a la bioseguridad, a menudo no se abordan elementos clave adicionales de un marco tan completo, como la seguridad del personal y la seguridad de la información. Además, la percepción del riesgo varía entre las partes interesadas y falta un acuerdo internacional sobre el nivel adecuado de gestión del riesgo (y en ocasiones incluso sobre la necesidad de hacerlo), lo que contribuye a la heterogeneidad de los estándares que se aplican actualmente a la investigación sensible a la bioseguridad. Por ejemplo, algunos países como los EE. UU. han optado por una estricta legislación independiente sobre bioseguridad que también cubre la investigación, mientras que otros países como Alemania ponen en práctica la bioseguridad principalmente a través de la integración en marcos de gestión de riesgos de bioseguridad. Además, a la luz de la orientación legal inconsistente, incompleta o faltante, la comunidad científica ha propuesto marcos de gestión de riesgos individuales y colectivos basados en la responsabilidad ³⁶. Estos intentos de autogobierno por parte de la comunidad científica han dado como resultado una plétora de enfoques diferentes que van desde simples conceptos de sensibilización hasta la autocensura individual de las publicaciones de investigación, mientras que otros países como Alemania operacionalizan la bioseguridad principalmente a través de la integración en marcos de gestión de riesgos de bioseguridad. Además, a la luz de la orientación legal inconsistente, incompleta o faltante, la comunidad científica ha propuesto marcos de gestión de riesgos individuales y colectivos basados en la

responsabilidad ³⁷.

-Seguridad biológica en la preservación y el transporte de muestras biológicas

Para mantener la integridad de las muestras se deberán diseñar desde el principio los procedimientos de obtención, transporte, subproductos que se obtendrán, condiciones de conservación, destino final y bioseguridad, así como disponer de una supervisión adecuada de los equipos. El control de todas estas condiciones proporcionará valor añadido a las muestras, ya que permitirá asegurar su calidad y trazabilidad ³⁸.

Por ejemplo, los resultados de la encuesta del Reino Unido durante el período 1988-1989 registraron una incidencia de infección de 82,7 casos por 100.000 personas-año, en contraste con una frecuencia de 16,2 casos por 100.000 personas-año durante el período 1994-1995. Estos hallazgos indican sin lugar a duda una mayor conciencia de las amenazas de trabajar con agentes infecciosos y la implementación de una mayor seguridad en el laboratorio ³⁸.

1.6.3. Método socrático utilizado en Pakistán para enseñar bioseguridad

Numerosos laboratorios de diagnóstico, investigación, académicos, de salud pública y de referencia funcionan a nivel mundial, lo que contribuye a la mejora de la atención médica. Al hacerlo, investigadores, estudiantes, técnicos y patólogos que trabajan en estos laboratorios están expuestos a agentes potencialmente biopeligrosos y tienen un mayor riesgo de contraer infecciones asociadas al laboratorio (LAI). Los informes iniciales de LAI surgieron ya a principios del siglo

XX, causando más de 4.000 LAI y más de 160 muertes entre 1930 y 1978. Al igual que en los laboratorios de diagnóstico, se han informado preocupaciones relacionadas con LAI en laboratorios académicos y de investigación. Un informe publicado por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) en 2012 indicó 109 casos de infecciones humanas por *Salmonella typhimurium* relacionadas con la exposición a laboratorios de microbiología clínica y docente. Con el avance del conocimiento y los datos en microbiología aplicada y biotecnología, se han reportado desafíos además de LAI. A diferencia del LAI, que se debió principalmente a la exposición involuntaria y las malas prácticas, hubo múltiples incidencias de uso intencional de microorganismos como armas biológicas. Los patógenos para enfermedades como el ántrax, la viruela, la peste y la fiebre hemorrágica, se han explotado con intenciones malévolas, particularmente para el bioterrorismo y el crimen biológico a lo largo del tiempo³⁹.

A la luz de estos incidentes de alto perfil, habían surgido los términos Bioseguridad y Bioseguridad de laboratorio que instaban a la conducción responsable de la ciencia y negaban las preocupaciones sobre el doble uso. Durante este período se han establecido directrices internacionales sobre bioseguridad y bioseguridad en los laboratorios. Entre ellos, las directrices de Bioseguridad de Laboratorio de la Organización Mundial de la Salud, Bioseguridad en Laboratorios Microbiológicos y Médicos (BMBL) de CDC, El Laboratorio Clínico La Enmienda de Mejoramiento (CLIA) de 1988, las pautas del Instituto Nacional de Salud (NIH), el Colegio de Patólogos Americanos (CAP) y la Comisión Conjunta (JC) son las más destacadas. El enfoque principal de estas directrices es promover una cultura

de bioseguridad y responsabilidad, tanto a nivel individual como organizacional, para garantizar la salud y el bienestar del personal de trabajo. Esto se puede lograr a través de prácticas seguras, educación para el cambio de comportamiento, capacitación relevante, establecimiento de políticas, ética, desarrollo de principios de contención y diseño de instalaciones adecuadas ⁴⁰.

Persiste una enorme brecha en el conocimiento, la concienciación y la capacitación estandarizada relacionados con la bioseguridad y la bioseguridad a nivel regional y nacional. Esta grave falta de educación y prácticas subóptimas entre el personal de laboratorio biomédico allanó el camino para el establecimiento de la Asociación de Seguridad Biológica de Pakistán (PBSA), una organización profesional no gubernamental en 2008. Con el objetivo principal de mejorar el conocimiento y las prácticas de profesionales y organizaciones, PBSA ha realizado esfuerzos para instigar una cultura de bioseguridad y bioseguridad a través de talleres y simposios a lo largo del tiempo. Desafortunadamente, la implementación de estos principios rectores en el entorno de los laboratorios clínicos sigue siendo relativamente baja en el país. La situación es aún más decepcionante en los institutos educativos donde la bioseguridad no forma parte del plan de estudios regular en el gobierno y los sectores privados. Esta deficiencia de capacitación y conocimiento estandarizados en nuestro entorno a nivel académico podría poner a los estudiantes y su entorno inmediato en riesgo de exposición a agentes biopeligrosos. Por lo tanto, para garantizar el máximo cumplimiento de la bioseguridad del laboratorio ⁴¹.

El método socrático (también llamado Elenchus o método elenctico) es una técnica pedagógica de aprendizaje en la que los estudiantes participan en el pensamiento

reflexivo y crítico. A través de este enfoque interactivo, los estudiantes están expuestos a preguntas sistemáticas y de sondeo destinadas a activar sus procesos de pensamiento y desarrollar la lógica de los conceptos en consideración. A diferencia de los métodos de enseñanza tradicionales centrados en el instructor y autorizados (que cuentan principalmente con conferencias de estudiantes pasivos), el método socrático está más centrado en el alumno, lo que brinda la oportunidad de participar activamente en las discusiones en el aula y comprender un conocimiento integral de problemas o conceptos. La clave de la eficacia del método socrático radica en su potencial para involucrar cooperativamente a los alumnos y ofrecer contenido de capacitación de manera clara, asegurando una amplia comprensión del tema explorado. Por lo tanto, es más probable que estos atributos aprendidos se conserven bien y los alumnos los pongan en práctica de manera sostenible ⁴².

Desafortunadamente, hay una falta de datos sobre las prácticas de bioseguridad, las aplicaciones y la efectividad de la educación y capacitación relacionada con la materia entre los estudiantes en este contexto. Por lo tanto, el estudio actual se llevó a cabo para brindar conocimientos relacionados con la bioseguridad a los estudiantes de la Universidad de Karachi (Reino Unido), una de las universidades más grandes de Pakistán en el sector gubernamental, y en un instituto privado, el Instituto de Ciencia y Tecnología Shaheed Zulfiqar Ali Bhutto, Karachi. Emplearon el enfoque socrático de aprendizaje debido a su utilidad para mejorar la capacidad de aprendizaje de los participantes, seguido de la evaluación de conocimientos a través de pruebas previas y posteriores ⁴³. Ética en biotecnología

y bioseguridad. Los grandes avances en tecnología generan desafíos únicos. Cada tecnología también tiene un uso dual, que debe entenderse y gestionarse para extraer los máximos beneficios para la humanidad y el desarrollo de la civilización. El holismo ecológico presta atención al valor de los ecosistemas, las especies y los procesos ecológicos y requiere respeto por el valor de los sistemas ecológicos en su conjunto y los objetos naturales que componen. Estos conceptos proporcionan una base ética para la protección del ecosistema y, mientras tanto, son altamente compatibles con la búsqueda inherente del estado de derecho en bioseguridad ⁴⁰. Los logros de los físicos a mediados del siglo XX dieron como resultado la tecnología nuclear, que nos dio el poder destructivo de la bomba atómica como también fuente de energía. Hacia la última parte del siglo XX, la tecnología de la información nos permitió un acceso rápido, fácil y económico a la información, pero también provocó intrusiones en nuestra privacidad. Hoy en día, la biotecnología está produciendo avances que salvan y mejoran vidas a un ritmo acelerado. Pero las mismas herramientas también pueden dar lugar a fuerzas ferozmente destructivas. ¿Cómo construimos un régimen de seguridad para la biología? ¿Qué hemos aprendido de la gestión de avances tecnológicos anteriores? ¿Cuánta información debería ser de dominio público? ¿Debería regularse la biología o, en términos más generales, la ciencia? ¿Quién debería regularlo? Es necesario abordar estas y muchas otras cuestiones éticas ⁴⁴.

Derivado de los últimos descubrimientos en genética, la idea de que la ciencia no tiene límites se ha disparado. Sin embargo, las mejoras en la ingeniería genética permitieron acceder a nuevas posibilidades para salvar vidas o generar nuevas

opciones de tratamiento para enfermedades que no son tratables mediante el uso de genes y su modificación en el genoma. Con este mayor conocimiento, la pregunta inmediata es ¿quién gobierna los límites de la ciencia genética? La primera respuesta sería la intervención de un poder legislativo, con un adecuado asesoramiento científico, del que debería resultar la respuesta lógica, la bioética. Este término fue introducido por primera vez por Van Rensselaer Potter, *Bio-Ethik*, que determinó el estudio de la moralidad del comportamiento humano en la ciencia. El enfoque de este término se introdujo para evitar la tensión natural que resulta del desarrollo científico técnico y la ética de los límites ⁴⁵.

1.7.1. Doble uso de la biotecnología

La investigación en el área de las ciencias de la vida y la biotecnología tiene el potencial de aportar grandes beneficios a la humanidad. En un período de tiempo relativamente corto, las ciencias de la vida han evolucionado de un simple ejercicio de catalogación de la diversidad de la naturaleza a una posición en la que los investigadores están agregando a esa diversidad a través de la construcción de formas de vida modificadas y potencialmente nuevas. La gran mayoría de esta actividad ha tenido un impacto positivo en la calidad de vida de al menos una parte de la raza humana. De hecho, en los últimos 150 años se han producido importantes avances en los campos de la microbiología y la bioquímica, seguidos por el surgimiento de las disciplinas de la inmunología, molecular y genética. En términos prácticos, esto ha resultado en la introducción de alcantarillas y agua limpia, el desarrollo de antibióticos y vacunas capaces de eliminar enfermedades infecciosas como la viruela y la capacidad de crear organismos genéticamente modificados

capaces de sintetizar cantidades a escala de producción de hormonas humanas tales como insulina ⁴⁶.

De hecho, a diario los investigadores biomédicos manipulan microorganismos en un esfuerzo por comprender cómo producen enfermedades y desarrollar mejores medidas preventivas y terapéuticas contra las infecciones que causan ⁴³. Los esfuerzos de los biólogos de plantas y animales que utilizan técnicas similares para mejorar los rendimientos agrícolas han dado como resultado el desarrollo de cultivos resistentes a enfermedades y animales transgénicos. Algunas de estas especies han pasado de los confines del laboratorio a la agricultura convencional en países como Estados Unidos e India. En una primera inspección, estas tecnologías emergentes tienen un enorme potencial para mejorar la salud pública y la agricultura, fortalecer las economías nacionales y cerrar la brecha de desarrollo entre los países ricos y pobres en recursos.

Sin embargo, también hay un lado oscuro potencial en esta imagen benigna. A lo largo de la historia de la humanidad, cada nueva tecnología importante se ha utilizado con fines hostiles y, por lo tanto, sería ingenuo creer que las ciencias de la vida podrían no ser explotadas de manera similar con fines destructivos por programas de guerra biológica patrocinados por el estado o por terroristas individuales o grupos del fin del mundo ⁴⁷.

1.7.2. Biotecnología y Bioseguridad

La biotecnología implica el uso de organismos vivos, células o procesos biológicos para desarrollar nuevos productos o procesos que tengan aplicaciones prácticas en áreas como la agricultura, la medicina y las ciencias ambientales. La bioseguridad

se refiere a las medidas y prácticas que se utilizan para garantizar la manipulación, contención y eliminación seguras de materiales biológicos que pueden representar un riesgo para la salud humana, la salud animal o el medio ambiente ⁴⁷.

En el contexto de la biotecnología, la bioseguridad son una consideración fundamental, ya que la manipulación de materiales biológicos puede tener consecuencias o riesgos no deseados. Las medidas de bioseguridad pueden incluir:

Procedimientos de contención:

Las medidas de contención se utilizan para evitar el escape de materiales biológicos al medio ambiente o la liberación de agentes potencialmente dañinos al aire o al agua. Equipo de protección personal (EPP):

El EPP, como guantes, gafas y respiradores, se usa para proteger a las personas que manipulan materiales biológicos de la exposición a agentes peligrosos ⁴⁸.

Evaluación y gestión de riesgos: la evaluación y gestión de riesgos implica la identificación y evaluación de riesgos potenciales asociados con el uso de materiales biológicos y el desarrollo de estrategias para mitigar esos riesgos.

Capacitación y educación: la capacitación y educación adecuadas de las personas que manipulan materiales biológicos son fundamentales para garantizar prácticas seguras y responsables.

Supervisión reglamentaria: La supervisión reglamentaria por parte de los organismos gubernamentales es un componente importante de la bioseguridad, ya que garantiza el cumplimiento de las normas y directrices de seguridad.

En general, la biotecnología tiene el potencial de revolucionar muchos campos, pero es importante garantizar que se tengan en cuenta las consideraciones de seguridad para minimizar los riesgos y garantizar el uso responsable de los materiales biológicos ⁴⁹.

La importancia de estos dos pilares también se ha destacado en el Informe de la Reunión de los Estados Parte de la Convención sobre las armas biológicas en 2008, donde los Estados Parte reconocieron el valor de los programas de educación y sensibilización ⁴⁹:

(I)Explicar los riesgos asociados con el posible uso indebido de las ciencias biológicas y la biotecnología.

(II)Cubrir las obligaciones morales y éticas que incumben a quienes utilizan las ciencias biológicas.

(III)Proporcionar orientación sobre los tipos de actividades que podrían ser contrarias a los objetivos de la Convención y las leyes y reglamentos nacionales pertinentes y el derecho internacional ⁵⁰.

(IV)Con el apoyo de materiales didácticos accesibles, programas de formación de formadores, seminarios, talleres, publicaciones y materiales audiovisuales

(V)Dirigirse a científicos destacados y responsables de la supervisión de la investigación o la evaluación de proyectos o publicaciones a un nivel superior, así como a las generaciones futuras de científicos, con el objetivo de construir una cultura de responsabilidad.

(VI)Integrarse a los esfuerzos existentes a nivel internacional, regional y nacional.

Estos problemas se vuelven particularmente claros cuando la regulación

internacional de la biotecnología se examina en su conjunto, en lugar de dentro de áreas específicas. La bioseguridad y sus efectos en el desarrollo no se limitan a las reglas sobre la prohibición de la guerra biológica y la bioseguridad de laboratorio, sino que se ven afectados por otras áreas de regulación⁴⁹. Es importante que las organizaciones internacionales relevantes y sus estados miembros en estas áreas conectadas sean conscientes de estas relaciones y cooperen para garantizar la sostenibilidad en la búsqueda de la bioseguridad 3458⁵⁰.

2. Antecedentes investigativos

2.1. Locales

Título: Nivel de conocimiento y práctica de medidas de bioseguridad de los trabajadores que laboran en unidad de cuidados intensivos del hospital Goyeneche, Arequipa 2017.

Autor(a): Virginia Yenny Mamani Coila.

La salud de los trabajadores en salud se ha convertido en los últimos años en una preocupación constante para las autoridades del Estado, por lo que se ha dado mayor énfasis en la prevención de adquisición de enfermedades ocupacionales, por lo que se trata de conocer la realidad actual de los trabajadores en salud en cuanto al conocimiento que tienen sobre Bioseguridad y como aplican dichas normas en el diario que hacer hospitalario⁴¹.

Objetivo: Determinar la relación entre el nivel de conocimiento y la práctica de medidas de bioseguridad en el personal profesional que labora en la unidad de cuidados intensivos hospital Goyeneche, Arequipa 2017, en una misma muestra del personal que labora en la unidad de cuidados intensivos del Hospital

Goyeneche.

Tal trabajo de investigación **concluye** Qué no existe relación entre el nivel de conocimiento y la práctica de normas de bioseguridad ⁴¹.

Título: Factores personales e institucionales en la aplicación de medidas de bioseguridad en internas de enfermería de la universidad nacional del altiplano puno, en el Hospital Honorio Delgado de Arequipa 2017.

Autor(a): Elizabeth Beatriz Oxacopa Pacco.

Objetivo: determinar los Factores Personales e Institucionales en la Aplicación de Medidas de Bioseguridad en Internas de Enfermería de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en el Hospital Honorio Delgado Espinoza Arequipa 2017.

Concluyendo que los factores institucionales: capacitación, supervisión, disponibilidad de material para el lavado de manos, existencia de recipientes para objetos punzocortantes, existencia de bolsas de colores, situación de las instalaciones para el lavado de manos, influyen en la aplicación de las medidas de bioseguridad, por tanto se acepta la hipótesis planteada; a diferencia de los factores personales: la edad, género y estado civil no influyen la aplicación de medidas de bioseguridad; por lo cual se rechaza la hipótesis planteada ⁴².

Título: Conocimiento y práctica de medidas de bioseguridad en internos de enfermería de la universidad nacional del altiplano, en hospitales del ministerio de salud, Arequipa 2016.

Autor(a): Roxana Ruth Gonzales Soncco.

Objetivo: En esta investigación respecto a la variable a accidentalidad por

punzocortantes las internas(os) de enfermería, en la dimensión accidentalidad por agujas, el 50% mostró un manejo deficiente. En la dimensión accidentalidad de objetos filosos, el 54.8% de población de estudio mostró un deficiente manejo. **Concluyendo** que en la dimensión manejo de urgencias, el 48.8% de la población en estudio mostró un manejo deficiente. A nivel global se muestra que el 51.2% tiene un manejo deficiente. Con respecto a la variable Actitud hacia las medidas de bioseguridad las internas(os) de enfermería, en la dimensión manejo de material y equipos, el 53.6% mostró una actitud intermedia. En la dimensión barreras de protección, el 54.8% de la población en estudio muestra una actitud intermedia. A nivel global se muestra que el 54.8% tiene una actitud intermedia. En la prueba estadística del Chi cuadrado se encontró relación estadística significativa, entre las variables Accidentalidad por punzocortantes y la Actitud hacia las medidas de bioseguridad⁴³.

2.2. Nacionales

Título: Nivel de conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad en el personal asistencial del centro materno infantil Santa Luzmila II, Comas-2017.

Autor(a): Juana Encarnación Vega Príncipe.

Objetivo: La muestra se conformó por técnicos de enfermería, enfermeras, obstetras y médicos del servicio de ginecoobstetricia haciendo un total de 53 trabajadores. Mostrando una correlación positiva significativa de 0.530 en el Rho de Spearman por la cual se concluyó que existe estadísticamente una relación directa entre el nivel de conocimientos de las medidas de bioseguridad y la

aplicación de las medidas de bioseguridad en el personal asistencial del centro materno infantil Santa Luzmila II de Comas, 2017⁴⁴.

Se logró **concluir** que existe relación directa entre el nivel de conocimiento de las medidas de bioseguridad y la aplicación de las medidas de bioseguridad en el personal asistencial del Centro Materno Infantil Santa Luzmila II, del distrito de Comas, año 2017. Donde el valor calculado para $p=0.001$ a un nivel de significancia de 0.05 (bilateral), alcanzando un coeficiente de correlación de Spearman de 0.530. Se concluye que las dos variables están directamente relacionadas, en una correlación positiva moderada⁴⁴.

Título: Aplicación de medidas de bioseguridad en la administración de medicamentos a pacientes en el servicio de emergencia del hospital José Cayetano Heredia. Piura 2017.

Autor(a): Maribel Zapata Reto.

Metodología: Al referirnos al uso de barreras físicas: mascarilla, mandilón, gorro y protectores oculares durante la administración de medicamentos se evidencia que 83% de enfermeras observadas no utiliza las barreras físicas, lo cual nos hace concluir que muchas de ellas se exponen a salpicaduras, aerosoles, derrames importantes de sangre u otros líquidos corporales durante la administración de medicamentos provocando los accidentes laborales.

Concluyendo: el 25% de las enfermeras utiliza mascarilla, gorro y mandilón durante la preparación de medicamentos, son pocas las enfermeras que conserva la asepsia durante el procedimiento ya que las gotitas de saliva y el pelo son

buenos transportadores de microorganismos hacia los medicamentos; por último sólo el 33% de enfermeras observadas utiliza un par de manoplas por paciente lo que lleva a concluir que durante este procedimiento estamos transportando microorganismos de un individuo a otro ⁴⁵.

Título: Nivel de conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad en estudiantes de enfermería de la Universidad Nacional Del Centro Del Perú-2017.

Autor(a): Pedro Antonio Alza Ríos.

Objetivos: En el trabajo de investigación se apreció que, de los encuestados, el 43.6% presentan un nivel malo práctica, el 41.8% presentan nivel regular práctica y el 14.5% presenta un nivel bueno práctica con respecto a la variable aplicación de las medidas de bioseguridad. Concluyendo que en la morgue de Lima debería planificar capacitaciones en el conocimiento de bioseguridad porque está relacionado con las medidas de bioseguridad de los profesionales de la Morgue de Lima. Se recomienda al director de la morgue de Lima planifique capacitaciones en medidas de bioseguridad y se desarrollen temas de técnicas y frecuencias de bioseguridad. Se recomienda al director de la morgue de Lima planifique capacitaciones en medidas preventivas o precauciones universales en temas de uso de lentes protectores, guantes, mascarillas y mandilones. Finalmente se recomienda al director de la morgue de Lima planifique capacitaciones en limpieza y desinfección de materiales y equipos en temas de procesamiento de materiales y equipos, desinfecciones y esterilizaciones ⁴⁶.

2.3. Internacionales

Título: Manejo de las normas de bioseguridad en el personal que labora en el Hospital Civil De Borbón, Ecuador 2016.

Autor(a): Daniela Estefanía Hurtado Borja.

Objetivo: Determinar el déficit de la bioseguridad, dentro de la institución se pudo evidenciar que el personal de servicios de limpieza, práctica el traslado de los desechos, pero no aplica el cloro a los desechos infecciosos, y no utiliza las barreiras de protección. Los usuarios que acuden al Hospital Civil Borbón están expuestos a contraer infecciones, debido a la práctica inadecuada que existe por parte del personal, al no aplicar las normas de bioseguridad, y por el almacenamiento inadecuado de los desechos que son una fuente de contaminación, para el personal, los usuarios y el medio ambiente⁴⁷. La mayor parte del personal de salud y de servicios de limpieza, cuenta con los conocimientos básicos sobre las normas de bioseguridad, sin embargo, no le dan la debida importancia a la aplicación de dichas normas. **Concluyendo** que en el Hospital Civil Borbón no cumplen con el manejo y clasificación de los desechos hospitalarios, porque no cuentan con la infraestructura adecuada para el almacenamiento intermedio.

Título: Nivel de conocimiento sobre medidas de bioseguridad y su aplicación por el personal médico y de enfermería de un Ambulatorio Urbano Tipo I. Mérida, Venezuela 2016.

Autora: Marlyn Berrios.

Objetivo: Evaluar el riesgo biológico una población que estuvo conformada por 40 mujeres (83%) y 8 hombres (17%) con un promedio de edad de 41 ± 9 años y un rango de 41 años. De acuerdo con su área de conocimiento o profesión, la muestra se distribuyó de la siguiente manera: 26 médicos (54%), 15 licenciados en enfermería (31%), tres auxiliares en enfermería (6%), dos técnicos superiores en enfermería (4%) y dos enfermeras I (4%).

Concluyendo que el personal de enfermería fue el que mostró un mayor nivel de conocimientos sobre bioseguridad y sus aspectos generales, sin embargo, la aplicación de estas por el personal fue baja; y son los médicos quienes las aplican en mayor proporción. En relación con el uso de las barreras de seguridad, sólo un escaso porcentaje del personal médico y enfermería las utiliza. - Los accidentes laborales fueron pocos habituales⁴⁸.

Título: Riesgo biológico y prácticas de bioseguridad en docencia ocupacional, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2016.

Autor(a): Alejandra M. Díaz Tamayo y Martha Cecilia Vivas

Objetivo: Se hizo el estudio y la evaluación de los métodos de barrera que existen para la prevención la exposición a riesgos biológicos, respecto al conocimiento que tienen los docentes sobre bioseguridad se puede establecer que estos reconocen como precauciones universales la utilización de los elementos de protección personal y desconocen otro tipo de acciones establecidas en la normatividad.

Concluyendo que muchos de los docentes que están en los diferentes sitios de

práctica no aplican ni cumplen las normas básicas de bioseguridad en sus labores diarias, ellos se fundamentan en su experiencia laboral y no se rigen por los protocolos de bioseguridad establecidos o normas implementadas por la institución. Esto genera no sólo riesgos para el personal de salud que labora en dichas áreas, sino también para los diferentes usuarios de la institución (pacientes y estudiantes) debido a la poca importancia que se da al cumplimiento de estas normas ⁴⁹.





CAPÍTULO II METODOLOGÍA

1. Técnica e instrumentos

1.1. Técnica

Variable conocimiento de las medidas de bioseguridad: se utilizó la técnica del cuestionario.

Para la variable aplicación de las medidas de bioseguridad: se hizo uso de la técnica del cuestionario.

Para la actitud frente a la bioseguridad se hizo las preguntas en escala Likert.

1.2. Instrumentos

Para la técnica del cuestionario se aplicó como instrumento documental la cédula de preguntas por la plataforma Google formularios.

Para la técnica del cuestionario se aplicó como instrumento documental cédula de preguntas, y como instrumentos mecánicos la computadora y los formularios de Google.

Para la técnica actitud frente a la bioseguridad se hizo las preguntas en escala Likert por medio de la plataforma Google formularios.

1.3. Cuadro de coherencias

A continuación, se precisa el cuadro de coherencias.



MATRIZ DE CONSISTENCIA (CUADRO DE COHERENCIAS)

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN				
			VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA		
Se presentan las interrogantes básicas ¿Qué relación existe entre el nivel de conocimiento y el de aplicación de las medidas de bioseguridad en los alumnos de pregrado de biotecnología?	General Determinar la relación entre el nivel de conocimiento y el de aplicación de las medidas de bioseguridad de los alumnos de pregrado de biotecnología.	DADO QUE el conocimiento de las personas sobre aspectos relacionados con la salud suele generar cambios en la percepción que aquellas tienen sobre esta, ocasionando modificaciones favorables en sus actitudes y comportamiento ES PROBABLE QUE, en los alumnos de Ingeniería Biotecnológica de la Universidad Católica de Santa María, se encuentre relación positiva entre los conocimientos y la aplicación de las medidas de					
1. ¿Cuál es el nivel de conocimiento de las medidas de bioseguridad en alumnos de pregrado de biotecnología?	Específicos 1. Determinar el nivel de conocimiento de las medidas de bioseguridad en alumnos de pregrado de biotecnología.		1. Conocimiento de las medidas de bioseguridad.	- Uso de barreras de protección. - Lavado de manos. - Manejo de material Punzo cortante. - Manejo de eliminación de residuos.	Técnica: - Cuestionario - Cuestionario	Población: 404 Alumnos que cursan la carrera de Ingeniería Biotecnológica.	Instrumentos: - Cédula de preguntas. - Cuestionario en Google forms. En escala de Likert.
2. ¿Cuál es el nivel de aplicación de medidas de bioseguridad en alumnos de pregrado de biotecnología?	2. Evaluar el nivel de aplicación de medidas de bioseguridad en alumnos de pregrado de biotecnología.		2. Aplicación de las medidas de bioseguridad.	- Procedimiento de uso de barreras de protección. - Técnica de lavado de manos. - Método de manejo de eliminación de material punzo cortante y	Tipo Investigación: De campo.	Muestra: 125 estudiantes	1. Nombres Los 125 alumnos en estudio colocaran sus nombres en el consentimiento informado.

		bioseguridad.		residuos sólidos.			
3. ¿Con qué frecuencia los estudiantes aplican las medidas de bioseguridad?	3. Evaluar la actitud de los alumnos de Ingeniería biotecnológica frente a la aplicación de las medidas de bioseguridad.		2.1. Actitud frente a la bioseguridad	Actitud positiva y/o negativa	Nivel Investigación : Relacional		2. Estructura Título 1. Cuestionario de Conocimiento de las normas de bioseguridad en laboratorio (Anexo 01), corresponde a la Variable Conocimiento de las medidas de Bioseguridad. Título 2. Técnica del cuestionario para la Aplicación de las medidas de bioseguridad en laboratorio (Anexo 02), corresponde a la Variable Aplicación de las medidas de bioseguridad. Título 3. Encuesta Actitud Frente a la Bioseguridad (Anexo 03), corresponde a la Actitud Frente a la Bioseguridad.

2. Campo de verificación

2.1. Ubicación Espacial

El presente estudio se realizó en la Universidad Católica de Santa María ubicada en la Urb. San José s/n Umacollo Arequipa - Perú.

Asimismo, la universidad maneja distintos laboratorios de Ingeniería Biotecnológica, pero dado la coyuntura por pandemia la evaluación de los alumnos se dio de modo virtual.

2.2. Ubicación Temporal

El horizonte temporal está referido a los meses de agosto a diciembre del año 2021; por lo tanto, se trató de un estudio coyuntural.

2.3. Unidades de estudio

La población está conformada por 404 alumnos de la carrera de Ingeniería Biotecnológica de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, que cursaron el año 2021.

2.3.1. Muestra

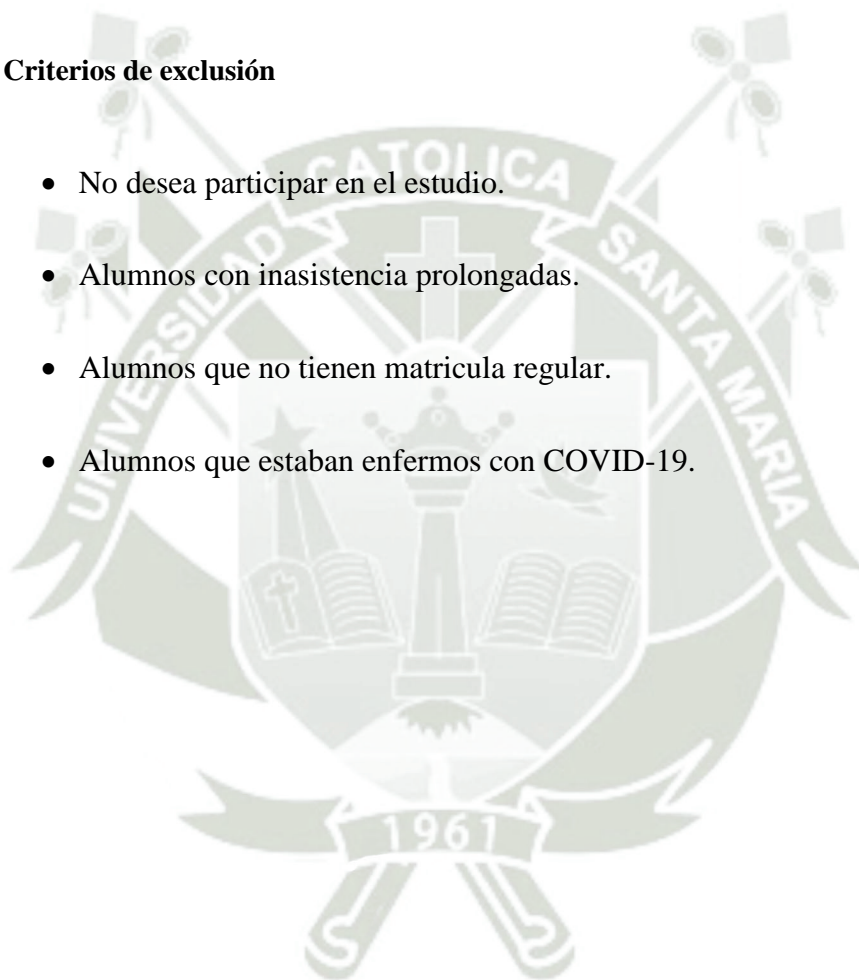
Se hizo el muestreo por conveniencia dada la coyuntura COVID 19, participando 125 alumnos de la carrera de Ingeniería Biotecnológica de la Universidad Católica de Santa María.

Criterios de inclusión

- Alumnos de ambos sexos.
- Alumnos matriculados en el semestre regular.

Criterios de exclusión

- No desea participar en el estudio.
- Alumnos con inasistencia prolongadas.
- Alumnos que no tienen matrícula regular.
- Alumnos que estaban enfermos con COVID-19.



3. Estrategia de recolección de datos

3.1. Organización

- La primera etapa para la recolección de datos contemplo la autorización por parte de la Escuela de Biotecnología de la Universidad Católica de Santa María. Mediante una solicitud dirigida a la directora por medio de Mesa de Partes de la la Universidad Católica de Santa María, en la cual se solicitó su autorización, para evaluar virtualmente a los alumnos mediante la plataforma virtual Google Formularios.
- Dentro de un mismo enlace se colocó: Consentimiento Informado, Cuestionario para medir el conocimiento de las medidas de bioseguridad, y el cuestionario para la Aplicación de las medidas de bioseguridad, seguidamente la cedula de preguntas para la Actitud Frente a la Bioseguridad. Se les dio un tiempo prudencial; se configuro la plataforma para que tuviera una barra que indique el progreso y puedan ver cuando hayan concluido el formulario.
- Se tuvo contemplado un periodo de un mes para que todos los alumnos puedan completar los formularios.
- Seguidamente se hizo el procesamiento de los formularios y la estadística.
- Finalmente se obtuvo los resultados y las discusiones.

3.2. Recursos

Para el estudio se necesitó lo siguiente:

3.2.1. Humanos

- El investigador.
- El asesor de tesis.
- Expertos que validaran el instrumento (Profesional en ciencias de la salud, docente investigador e ingenieros biotecnólogos).
- Estadístico.

3.2.2. Materiales

- 125 cédulas virtuales con las preguntas para la Actitud Frente a la Bioseguridad en formularios de Google
- 125 cédulas de pregunta en formularios de Google para la variable conocimiento de las medidas de bioseguridad
- 125 cuestionarios para la aplicación de las medidas de bioseguridad en Google forms
- 125 consentimientos informados
- Material de escritorio
- 1 computadora portátil
- 1 impresora y escáner
- Paquete estadístico

3.2.3. Financieros

- Fue financiado por el investigador.

3.2.4. Institucionales

- Se hizo uso del aula virtual de la Universidad Católica de Santa María, se obtuvo el permiso para acceder al curso de Introducción a biotecnología. Además, se hizo uso de los ambientes de laboratorio mencionados en el ítem ubicación espacial.

3.3. Validación del instrumento

Los instrumentos han sido validados mediante Juicio de Expertos y Prueba Piloto.

Validación de instrumentos

Instrumento 1:

Consta del: “Cuestionario de Conocimiento de las normas de bioseguridad en laboratorio”, fue validado a partir de un “Juicio de evaluación de expertos” (Anexo-09), fueron tres profesionales expertos en el tema entre dos ingenieros biotecnólogos con doctorado y un médico, quienes validan el instrumento basado en el “Manual de Bioseguridad norma técnica N°15 - MINSA / DGSP - V.01/V.02 (2004 y 2020)”.

Baremo

El cuestionario de Conocimiento de Medidas de Bioseguridad nos permitió medir cuanto conocen los alumnos de biotecnología sobre Bioseguridad, este cuestionario cuenta con 20 preguntas las cuales tienen el valor de 1 punto cada una y tiene como respuesta una sola alternativa y si se responde mal vale 0 puntos. Los instrumentos fueron basados en otros instrumentos de investigación de la Universidad Cayetano Heredia.

El valor de la encuesta consta de 20 puntos cada pregunta, la respuesta correcta vale 1 punto donde indica lo siguiente. De 0 – 10 puntos tienen un grado de “conocimiento malo”. De 11 – 15 puntos tienen un grado de “conocimiento regular”. De 16 – 20 puntos tienen un grado de “conocimiento bueno”.

Instrumento 2:

Consta del: “Cuestionario para la Aplicación de las medidas de bioseguridad en laboratorio”, fue validado a partir de un “Juicio de evaluación de expertos” (Anexo-09), fueron tres profesionales expertos en el tema entre dos ingenieros biotecnólogos con doctorado y un médico, quienes validaron el instrumento basado en el “Manual de Bioseguridad N° 342- 2021-HCH/DG - Hospital Cayetano Heredia ”.

Baremo

El cuestionario sobre la aplicación de las Normas de Bioseguridad nos permitió reconocer los datos relacionados a la aplicabilidad de las normas de bioseguridad, el cual cuenta con 20 ítems; cada pregunta tiene el valor de 2 punto siendo 40 el puntaje máximo.

El valor de la encuesta consto de 40 puntos, según la escala de Likert la respuesta “siempre” tendrá un valor de 2, la respuesta “a veces” tendrá un valor de 1 y la respuesta “nunca” un valor de 0. De 0 – 20 puntos nunca aplican las medidas de bioseguridad. - De 21 – 30 a veces aplica las medidas de bioseguridad. De 31 – 40 siempre aplica las medidas de bioseguridad.

Instrumento 3:

Consta de la: “Actitud frente a la Bioseguridad”. Se uso como referencia para la formulación del cuestionario el “Manual de Bioseguridad con código: M-011/INSN-SB/USDXT-PC-V.02”, elaborado por el Instituto Nacional de Salud del niño San Borja.

Se trabajó con una muestra de 125 personas, los resultados fueron tabulados mediante la escala de Likert en el programa Microsoft Excel 2019 y luego de esto, el instrumento se sometió a un análisis de fiabilidad mediante el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 21, el cual a través del estadístico Alfa de Cronbach se comprobó una confiabilidad de 0,913 (mientras más próximo este a 1 más consistentes serán los ítems entre sí), y se concluyó que fue confiable y válido para evaluar la actitud que presentan los alumnos frente a la bioseguridad. Luego de pasar por un proceso estadístico 4 expertos (2 ingenieros biotecnólogo con grado académico de doctor y máster, 2 médicos con especialidad en patología y en medicina ocupacional); en agosto del año 2021 validaron el instrumento (Anexo-09).

Baremo

Respecto a la actitud frente a la bioseguridad hacia la aplicación de las mismas para la recolección y análisis de datos, se hizo un cuestionario elaborando cuatro preguntas puntuales, basadas en el “Manual de Bioseguridad elaborado por el Instituto Nacional del Niño San Borja”, tales preguntas pasaron por un tratamiento estadístico y por juicio de experto.; luego de ello se le dio una puntuación en la

escala de Likert la cual calificaba desde la actitud Positiva, Neutra y Negativa.

Para ponderarlo: para la actitud positiva, si marcaban las 4 o 3 preguntas respecto a la alternativa “definitivamente sí” tenía un valor de 3-4 puntos, para la actitud neutra, si marcaban 2 a 1 pregunta “podría ser” se valoraba de 2-1 puntos y finalmente para la actitud negativa, si marcaban “definitivamente no” se valoraba con 0 puntos.

3.4. Criterio para manejo de resultados

3.4.2. A nivel de recolección

La información de las variables se recabó en los instrumentos (en la cédula de preguntas por los estudiantes y en cédula de preguntas por la investigadora y el cuestionario de actitud frente a la bioseguridad) para ser sistematizada y analizada posteriormente.

3.4.3. A nivel de sistematización

La información obtenida en las fichas de recolección de datos fue vaciada en una matriz de sistematización, compilándola y tabulando en el programa Excel Office 2019 dentro del sistema operativo de Windows 10. De los datos contenidos en la matriz se obtuvo las tablas y figuras convenientes.

3.4.3. A nivel de análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva e inferencial y se aplicó la herramienta Chi-cuadrado de Pearson, Rho de Spearman y la prueba Kolmogórov-Smirnov, para contrastar los resultados obtenidos y aplicar la correlación, además se hizo uso de Excel 2019 para el desarrollo de tablas y Figuras.





CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Resultados

1.1. Características de las unidades de estudio

Tabla 1: Distribución por edad en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023

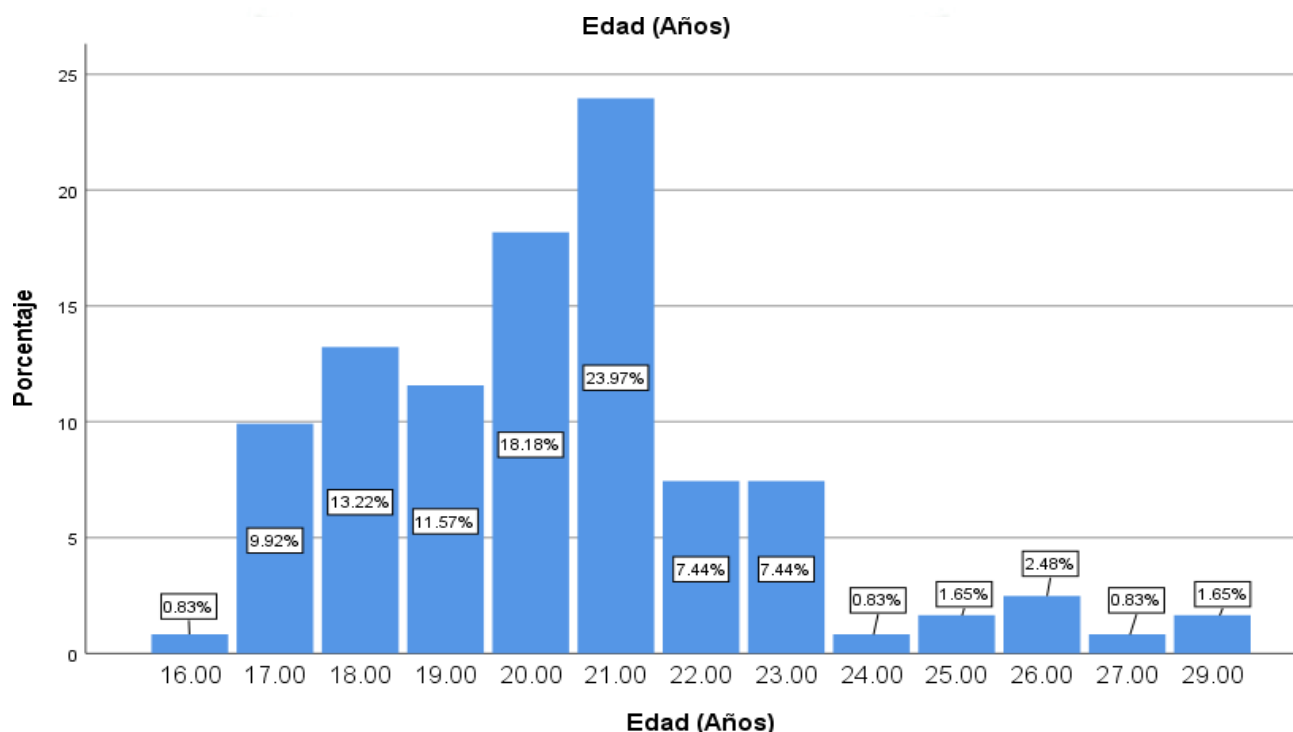
EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
16	1	0.8
17	12	9.9
18	17	13.2
19	17	11.6
20	22	18.2
21	29	24.0
22	9	7.4
23	9	7.4
24	1	0.8
25	2	1.7
26	3	2.5
27	1	0.8
29	2	1.7
Total	125	100.0

Fuente: Matriz de sistematización de datos

En la presente tabla 1, se muestra los resultados de la distribución de edades de los estudiantes de Biotecnología de la UCSM. La edad fluctúa entre 16 a 29 años,

estando la mayor parte en la edad de 21 años con 24%, seguido por los alumnos con edades entre 18 a 20 años que representan el 43%. Los alumnos con edades entre 16 a 17 años y de 24 a más años estuvieron presentes en porcentajes inferiores.

Figura 1 : Distribución por edad



Fuente: Tabla 1

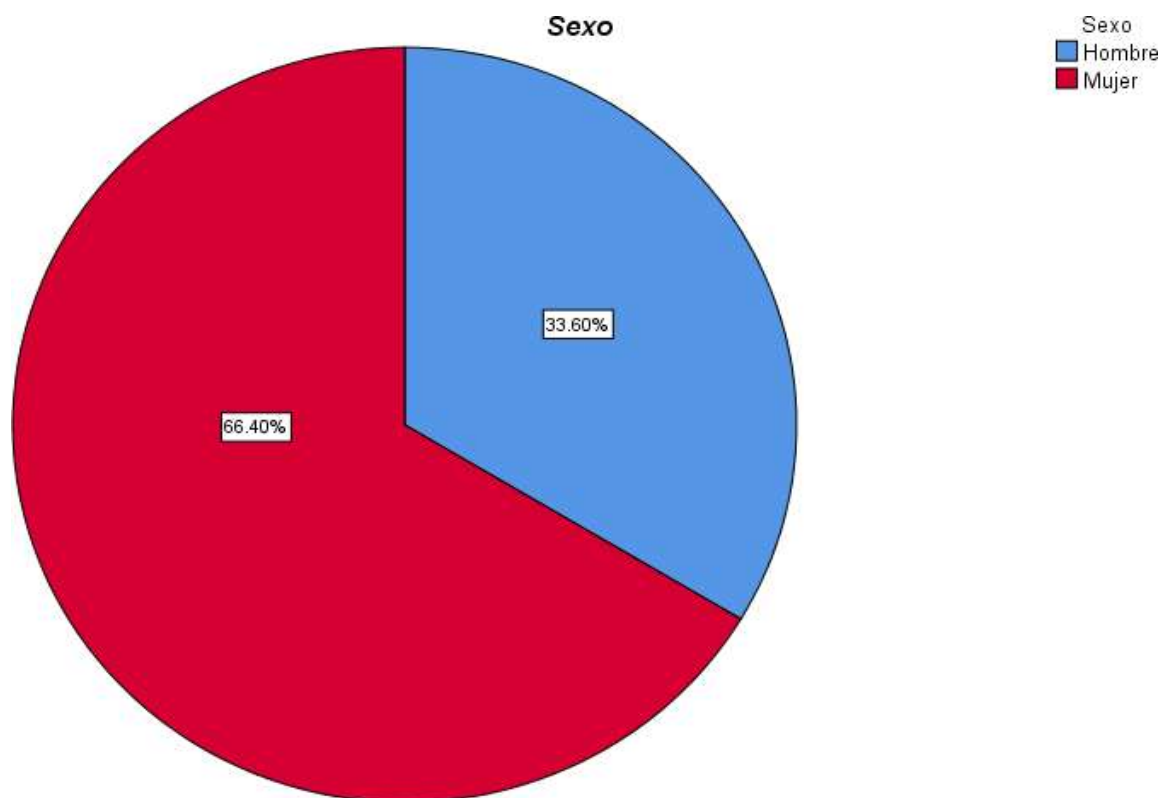
Tabla 2 : *Distribución por sexo en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023*

SEXO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
HOMBRE	42	33.6
MUJER	83	66.4
TOTAL	125	100.0

Fuente: Matriz de sistematización de datos

En la tabla 2, de acuerdo con el sexo de los participantes, se puede observar que los estudiantes de sexo femenino estuvieron mayormente representados con un 66.4% en comparación a los estudiantes de sexo masculino que alcanzaron el 33.6%.

Figura 2 : *Distribución por sexo*



Fuente: Tabla 2

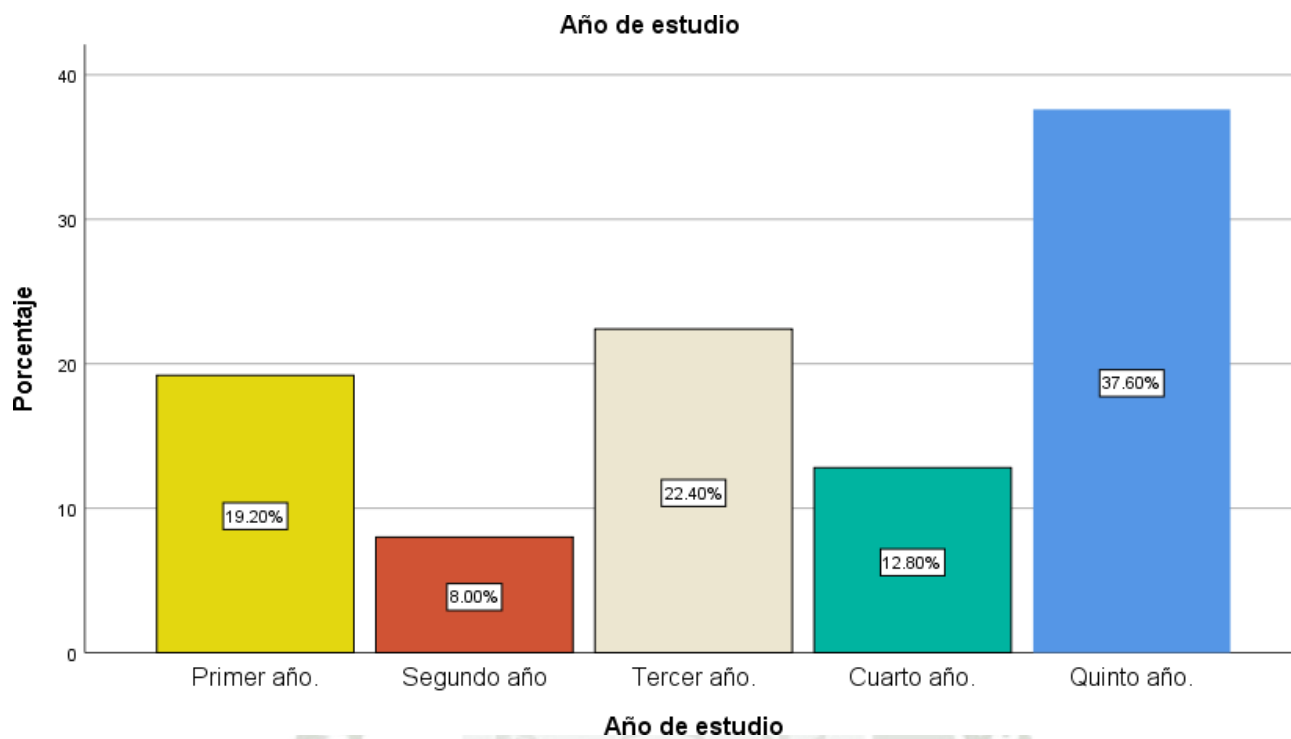
Tabla 3 : Distribución por año de estudios en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023

AÑOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
PRIMER AÑO.	24	19.2
SEGUNDO AÑO	10	8.0
TERCER AÑO.	28	22.4
CUARTO AÑO.	16	12.8
QUINTO AÑO.	47	37.6
TOTAL	125	100.0

Fuente: Matriz de sistematización de datos

En la tabla 3, en lo referente al año de estudios se aprecia que el 37.6% de los alumnos pertenecen al quinto año, seguido por los estudiantes del tercer año que representan el 22.4%, los estudiantes del primer año alcanzan un 19.2% y los estudiantes del segundo y cuarto año tienen una representación del 8 y 12.8%, tal como se muestra en la tabla y figura 3.

Figura 3 : *Distribución por año de estudios*



Fuente: Tabla 3

1.2. Nivel de conocimiento de las medidas de bioseguridad

1.2.1. Nivel de conocimientos sobre uso de barreras de protección en alumnos de ingeniería biotecnológica de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023.

1.2.1.1. Conocimiento sobre uso de barreras de protección

Tabla 4 : *Conocimiento sobre uso de barreras de protección*

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Prevención de enfermedades de transmisión como TBC	Correcto	22	17,6
	Incorrecto	103	82,4
	Total	125	100
Con respecto al uso exclusivo de guantes para productos químicos.	Correcto	120	96
	Incorrecto	5	4
	Total	125	100
Uso de elementos de protección ocular	Correcto	39	31,2
	Incorrecto	86	68,8
	Total	125	100

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Uso de guantes adecuado para usar material biológico	Correcto	124	99,2
	Incorrecto	1	0,8
	Total	125	100
Uso de guantes durante desarrollo de práctica	Correcto	48	38,4
	Incorrecto	77	61,6
	Total	125	100
Finalidad de usar mandil	Correcto	124	99,2
	Incorrecto	1	0,8
	Total	125	100

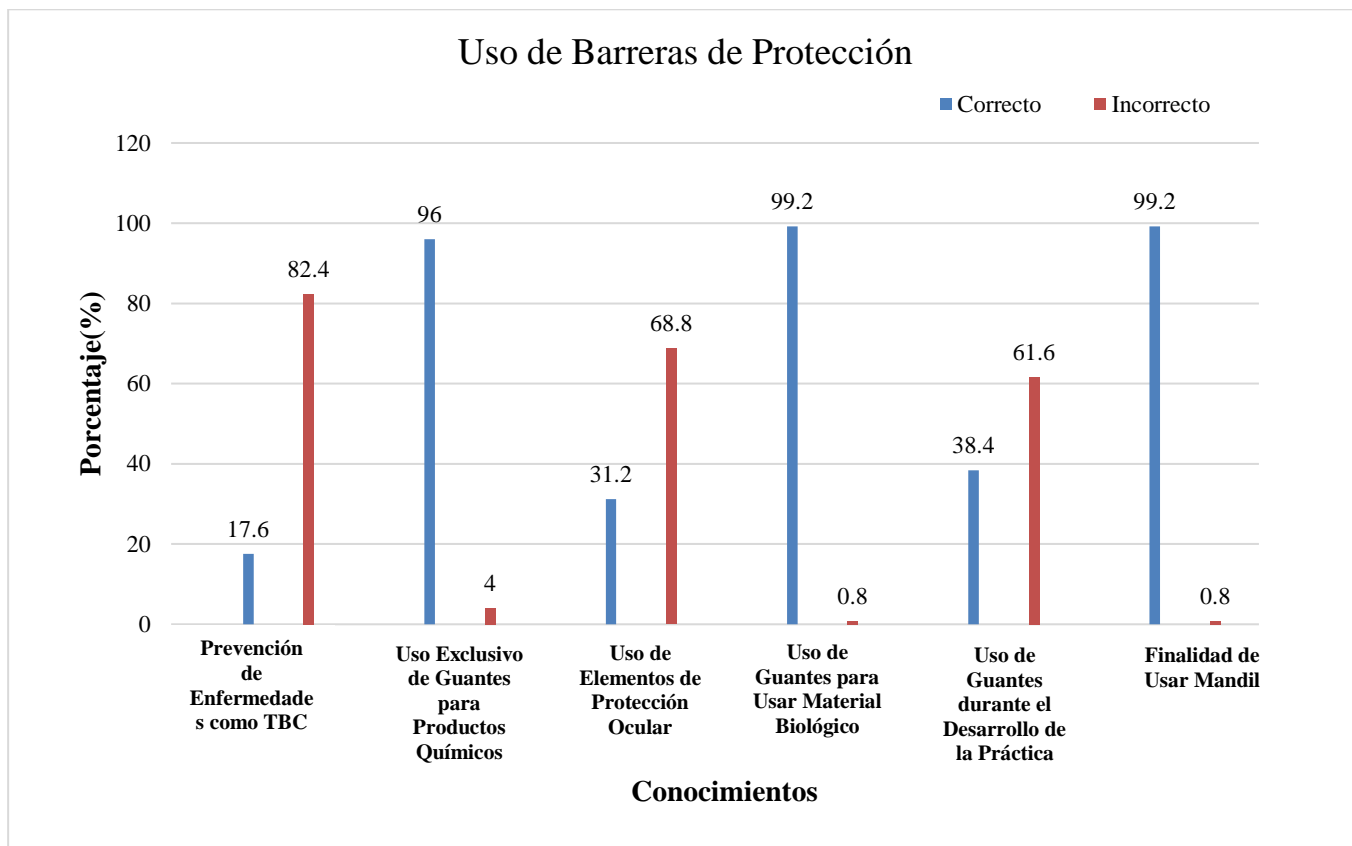
Fuente: Matriz de sistematización de datos

En la tabla 4, se puede apreciar el análisis estadístico de las preguntas que fueron realizadas respecto al indicador barreras físicas correspondiente a la variable uso de barreras de protección, para lo cual se obtuvo lo siguiente: el 82.4% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta a la pregunta sobre prevención de enfermedades como la transmisión del TBC y el otro 17.6% respondieron correctamente. A la pregunta sobre el uso adecuado de guantes para trabajar con material biológico, el 4 % de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta y el otro 96% respondieron correctamente.

El 68.8 % de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre el uso adecuado de elementos de protección ocular y el 31.2 % respondieron correctamente. A la pregunta sobre el uso del tipo de guantes adecuado para trabajar con material biológico el 0.8 % de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, y el otro 99.2 % respondieron correctamente. El 61.6% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre el uso del tipo de guantes adecuado para trabajar con material biológico y el 38.4 % respondieron correctamente.

El 0.8% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre la finalidad del uso del mandil y el otro 99.2 % respondieron correctamente.

Figura 4: *Conocimiento sobre uso de barreras de protección*



Fuente: Tabla 4

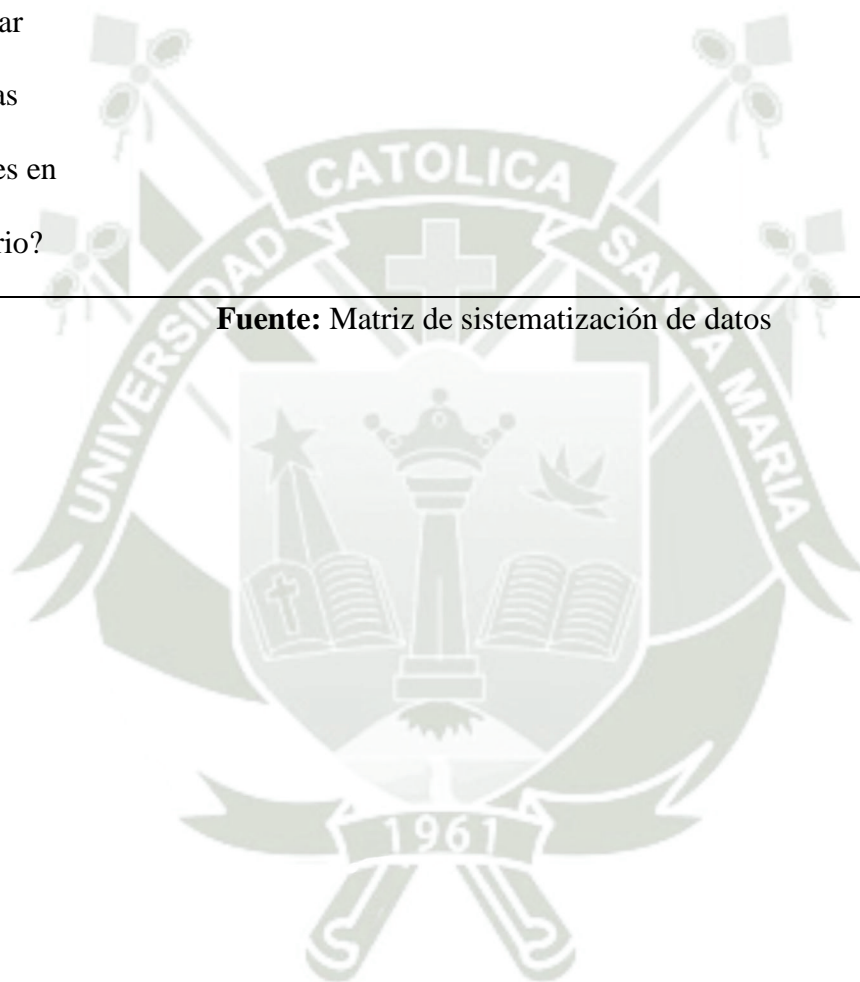
1.2.1.2. Conocimiento sobre precauciones universales y códigos de buenas prácticas

Tabla 5: *Conocimiento sobre precauciones universales y códigos de buenas prácticas*

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
¿Qué es bioseguridad?	Correcto	12	9,6
	Incorrecto	113	90,4
	Total	125	100
¿Cuándo se debe usar uso de barreras de protección personal?	Correcto	69	55,2
	Incorrecto	56	44,8
	Total	125	100
¿Qué función cumple y cómo se debe usar el barbijo?	Correcto	37	29,6
	Incorrecto	88	70,4
	Total	125	100
¿Cuáles son los EPPS para indispensables para ingresar al laboratorio de biotecnología?	Correcto	58	46,4
	Incorrecto	67	53,6
	Total	125	100
¿Cuál es el	Correcto	50	40

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
último epp que	Incorrecto	75	60
debemos	Total	125	100
retirarnos al			
culminar			
nuestras			
actividades en			
laboratorio?			

Fuente: Matriz de sistematización de datos



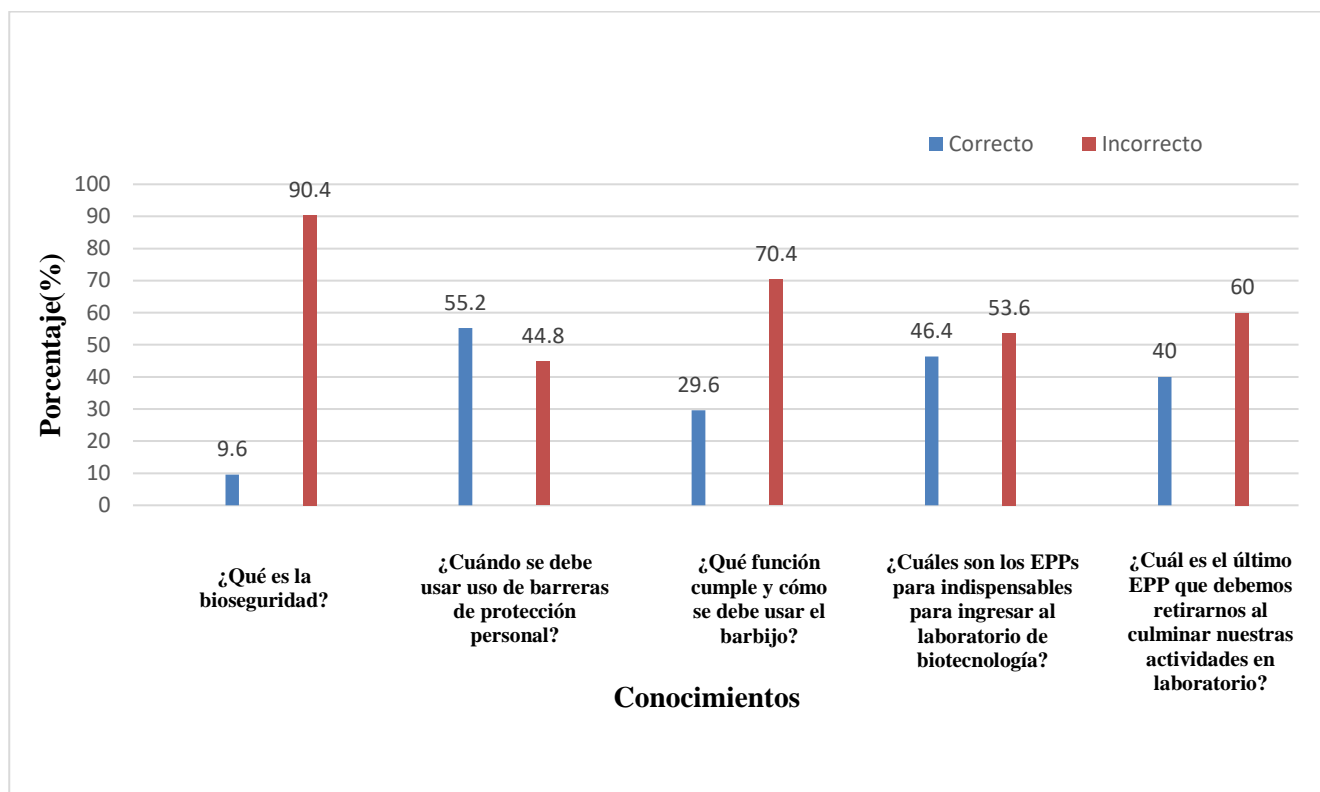
En la tabla 5 se aprecia que 90.4% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre ¿Qué es la bioseguridad?, y el otro 9.6 % respondieron correctamente. Seguidamente se aprecia que 46.4% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre el uso de barreras de protección personal y el otro 53.6 % respondieron correctamente.

Para la pregunta sobre, función y uso del barbijo, se ve que 70.4% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta y el otro 29.6 % respondieron correctamente.

En la pregunta sobre el uso de EPPS para ingresar al laboratorio de biotecnología se aprecia que 53.6% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta mientras que el 46.4 % respondieron correctamente.

Respecto a la pregunta el uso de EPPS, ¿Qué se deben retirar al culminar actividades de laboratorio de biotecnología?, se aprecia que 60% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, y el 40 % respondieron correctamente.

Figura 5 : Conocimiento sobre precauciones universales y códigos de buenas prácticas



Fuente: Tabla 5

1.2.3. Nivel de conocimientos sobre el correcto lavado de manos en alumnos de Biotecnología de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023

Tabla 6: *Conocimiento sobre lavado de manos*

Lavado de manos higiénico			
PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
¿Qué tipo o tipos de lavado de manos se recomienda usar en laboratorio?	Correcto	13	10,4
	Incorrecto	112	89,6
	Total	125	100
Lavado de manos quirúrgico			
PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
El lavado de manos es la forma más eficaz de prevenir la contaminación, ¿Cuándo debe realizarse?	Correcto	33	26,4
	Incorrecto	92	73,6
	Total	125	100

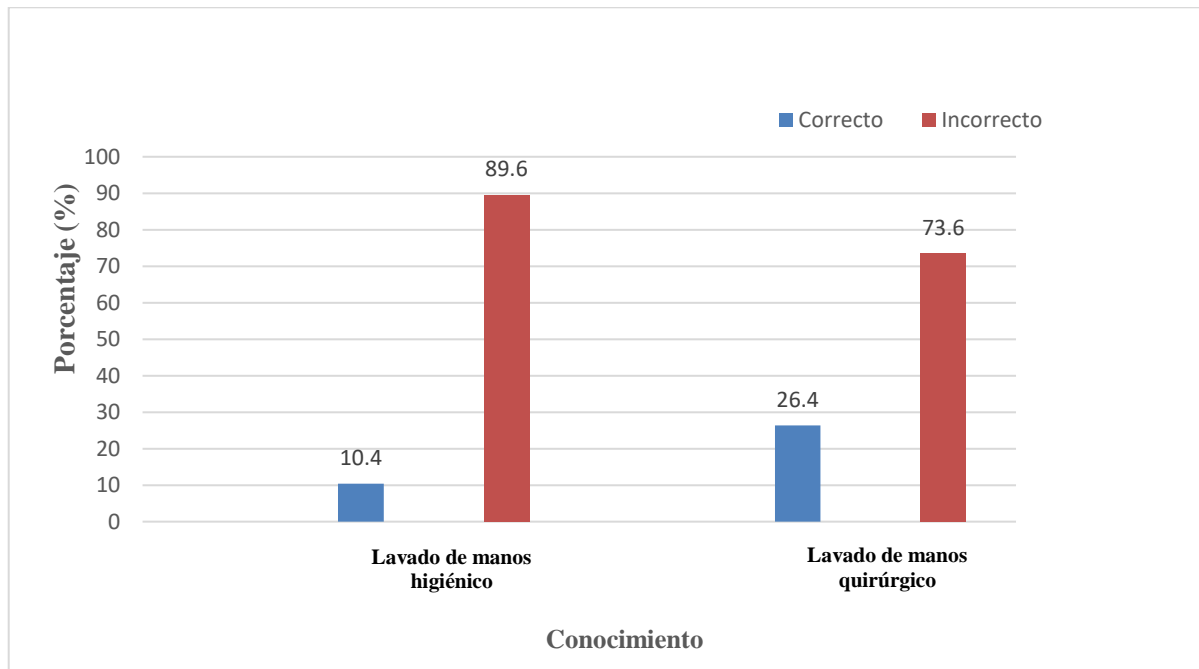
Fuente: Matriz de sistematización de datos

Respecto a la pregunta sobre el lavado de manos se aprecia que el 89.6% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre el lavado de manos, mientras que el 10.4 % respondieron correctamente.

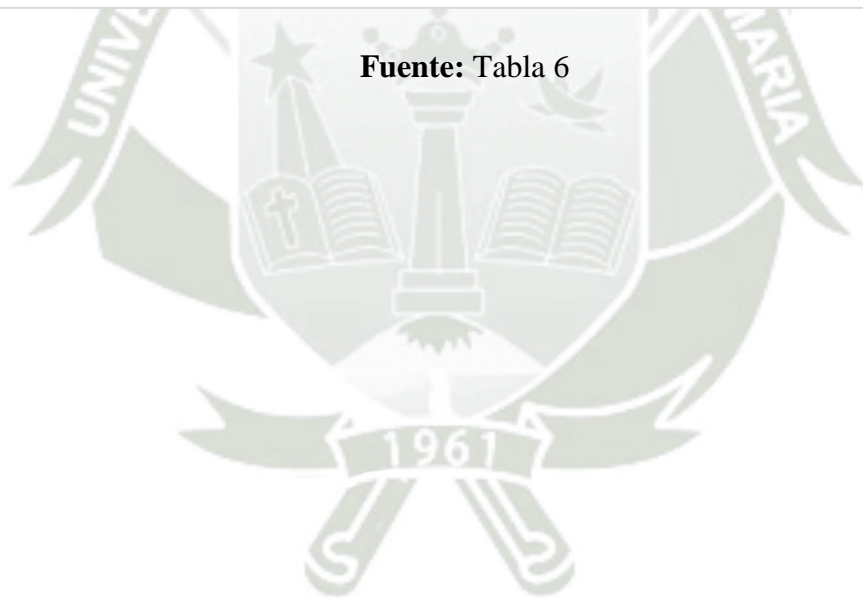
Para la pregunta sobre el lavado de manos para prevenir contaminación, se aprecia que el 73.6% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta y el 26.4 % respondieron correctamente.



Figura 6 : *Conocimiento sobre lavado de manos*



Fuente: Tabla 6



1.2.4. Nivel de conocimientos sobre el uso y manejo material punzo cortante en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023.

Tabla 7: *Conocimiento sobre manejo de material punzocortante*

Prevención de lesiones			
PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Tipo de desecho de envolturas de jeringas o papeles.	Correcto	70	56
	Incorrecto	55	44
	Total	125	100
Eliminación de objetos punzocortantes			
PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Procedimiento para desechar material punzo cortante.	Correcto	72	57,6
	Incorrecto	53	42,4
	Total	125	100
Tipo de residuo de papel contaminado con sustancia mutagénica.	Correcto	35	28
	Incorrecto	90	72
	Total	125	100

Fuente: Matriz de sistematización de datos

Se aprecia que el 44% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre la disposición del tipo de desechos de envolturas de jeringas o papeles mientras que el 56 % respondieron correctamente.

Respecto a la pregunta sobre el procedimiento para desechar el material punzo cortante se aprecia que el 42.4% de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, y el 57.6 % respondieron correctamente.

Para la pregunta sobre el tipo de residuos de papel contaminado con sustancias mutagénicas se aprecia que el 72 % de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, y el 28 % respondieron correctamente.

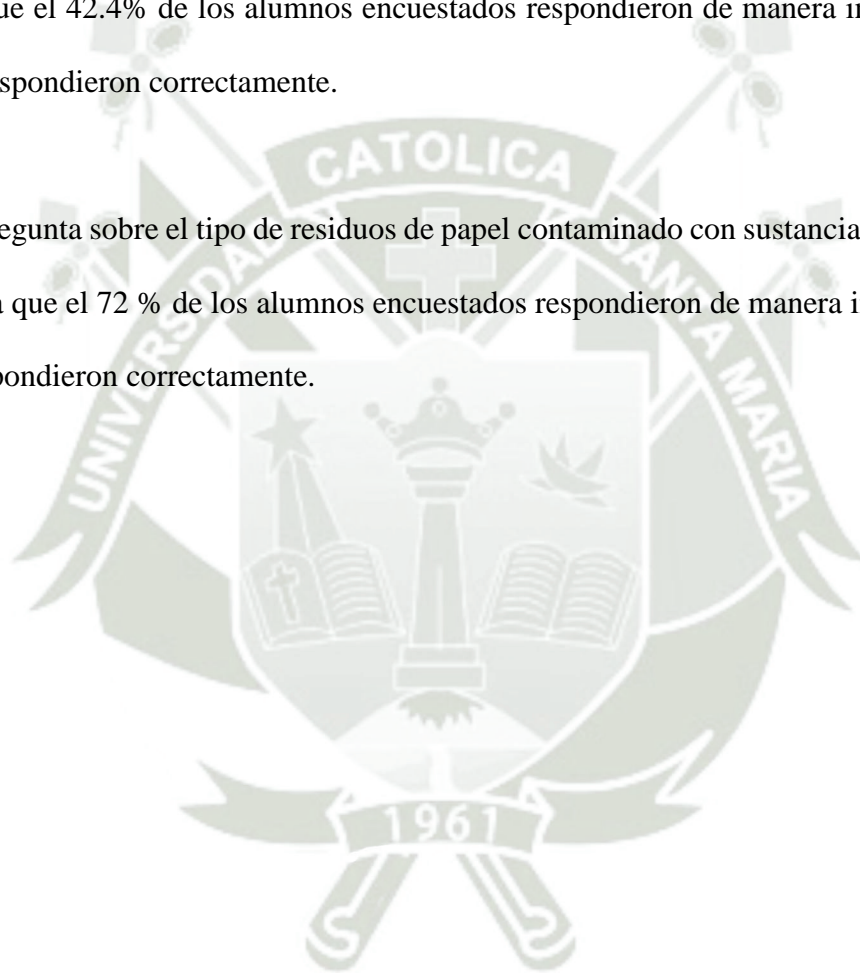
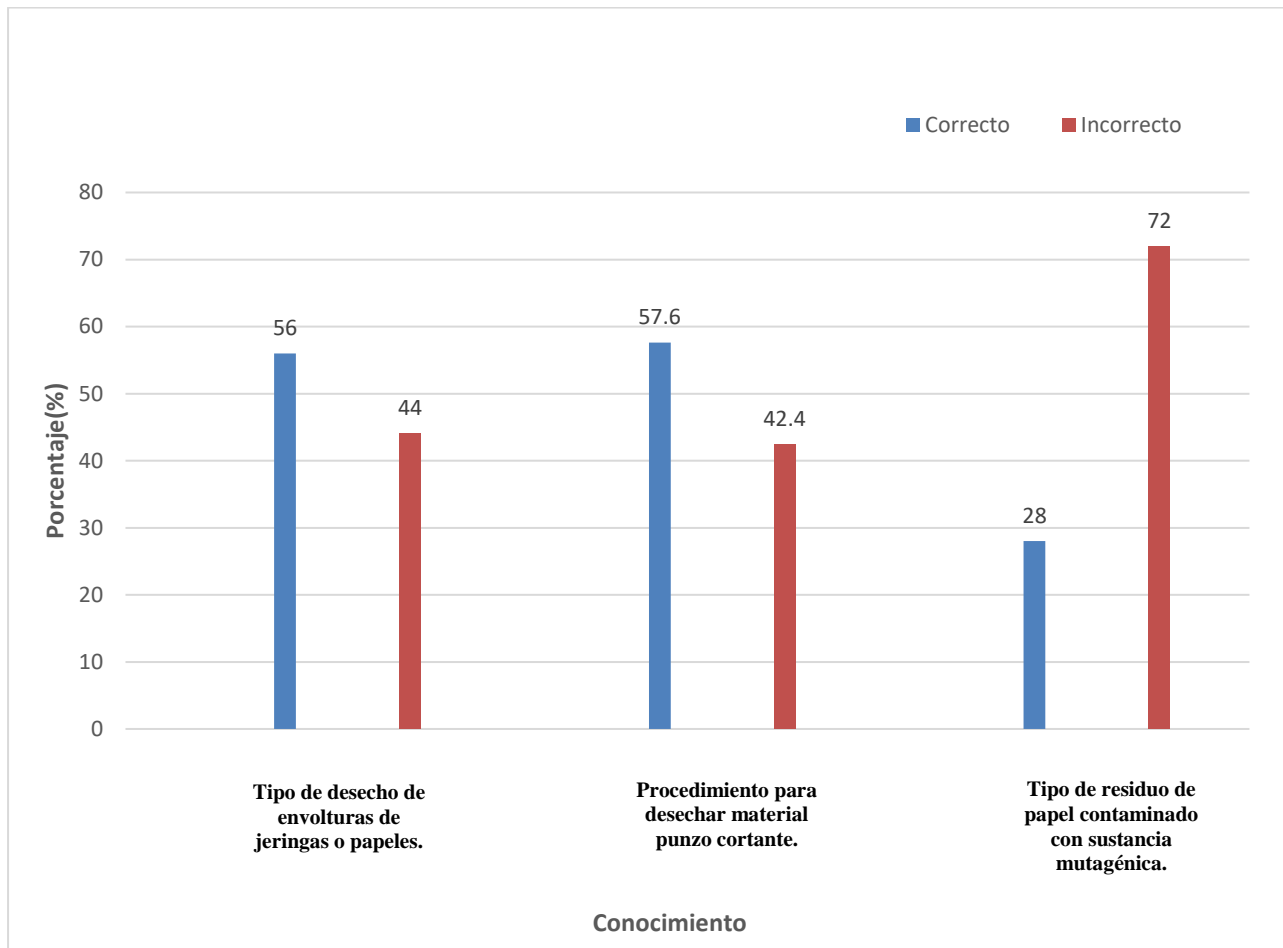


Figura 7: *Conocimiento sobre manejo de material punzocortante*



Fuente: Tabla 7

1.2.5. Nivel de conocimientos sobre el uso y manejo y la eliminación de residuos en el laboratorio, en alumnos de Ingeniería Biotecnológica de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023.

Tabla 8: *Conocimiento sobre manejo y eliminación de residuos en laboratorio*

Residuos químicos peligrosos

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Tipos de residuos con características químicas o físicas por lo peligrosas	Correcto	106	84,8
	Incorrecto	19	15,2
	Total	125	100

Residuos biológicos

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Tipos de residuos en algodón con sangre y jeringas usadas	Correcto	90	72
	Incorrecto	35	28
	Total	125	100
Llenado de recipientes con material punzocortante	Correcto	2	1,6
	Incorrecto	123	98,4
	Total	125	100

Material desechable contaminado

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Conocimiento de recipiente rígido para material punzocortante	Correcto	92	73,6
	Incorrecto	33	26,4
	Total	125	100

Fuente: Matriz de sistematización de datos

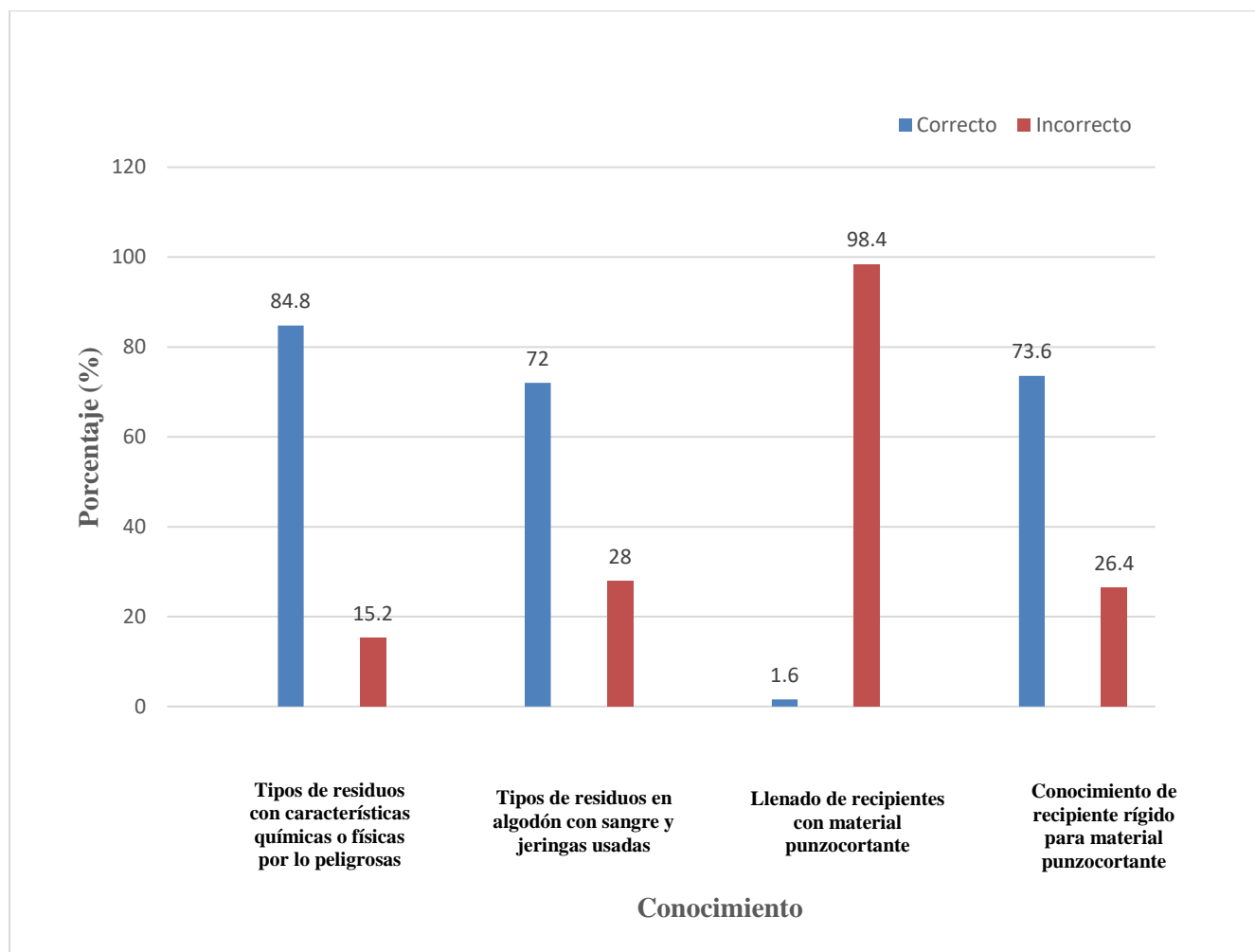
En la tabla 8 se aprecia respecto a, la manipulación de los tipos de residuos con características químicas o físicas por lo peligrosas el 84,8 % respondió de manera correcta y el 15,2% respondió de manera incorrecta.

Referente a los residuos biológicos, se puede apreciar que 28 % de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre el tipo de residuos como el algodón con sangre y jeringas usadas, y el 72 % respondieron correctamente.

A la pregunta sobre el tipo de llenado de recipientes con material punzocortante el 98.4 % de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, y el 1.6 % respondieron correctamente.

El 26.4 % de los alumnos encuestados respondieron de manera incorrecta, a la pregunta sobre el conocimiento de recipiente rígido para el material punzocortante, mientras que el 73.6 % respondieron correctamente.

Figura 8: *Conocimiento sobre manejo y eliminación de residuos en laboratorio*



Fuente: Tabla 8

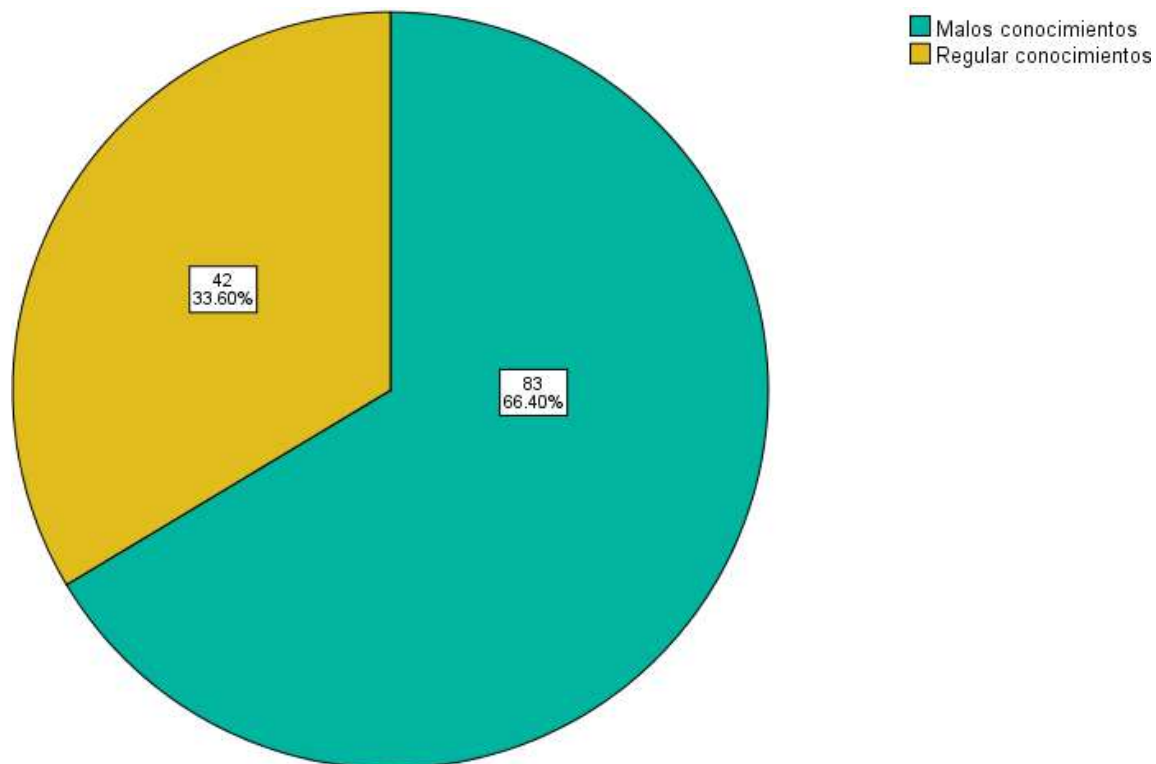
Tabla 9: *Conocimientos sobre la bioseguridad en laboratorio*

Respuesta	Frecuencia	%
Malos conocimientos	83	66.4
Regulares	42	33.6
Conocimientos		
Total	125	100.0

Fuente: Matriz de sistematización de datos

En forma general el nivel de conocimientos sobre bioseguridad que presentan los estudiantes de Biotecnología de la Universidad Católica Santa María evidencia que la mayoría representado por el 66.40% tienen malos conocimientos y el 33.6% regulares conocimientos tal como se muestra en la tabla 23.

Figura 9 : *Conocimientos sobre la bioseguridad en laboratorio*



Fuente: Tabla 9

1.3. Aplicación de medidas de bioseguridad

1.3.1. Procedimiento de uso de barreras de protección

Tabla 10: *Aplicación del uso de guantes, mascarillas, mandiles o bata, gorros y lentes*

Usan guantes			
PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Al usar reactivos	Nunca	2	1,6
	A veces	17	13,6
	Siempre	106	84,8
	Total	125	100
Al usar material biológico	Nunca	1	0,8
	A veces	9	7,2
	Siempre	115	92
	Total	125	100
En todo momento	Nunca	2	1,6
	A veces	62	49,6
	Siempre	61	48,8
	Total	125	100

Usan mascarilla			
PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE

			(%)
Antes de ingresar al laboratorio	Nunca	3	2,4
	A veces	33	26,4
	Siempre	89	71,2
Total		125	100

Usan bata o mandil

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Cuando ingresa a laboratorio	Nunca	0	0
	A veces	0	0
	Siempre	125	100
	Total	125	100
Solo para estar en contacto con material biológico	Nunca	30	24
	A veces	18	14,4
	Siempre	77	61,6
	Total	125	100

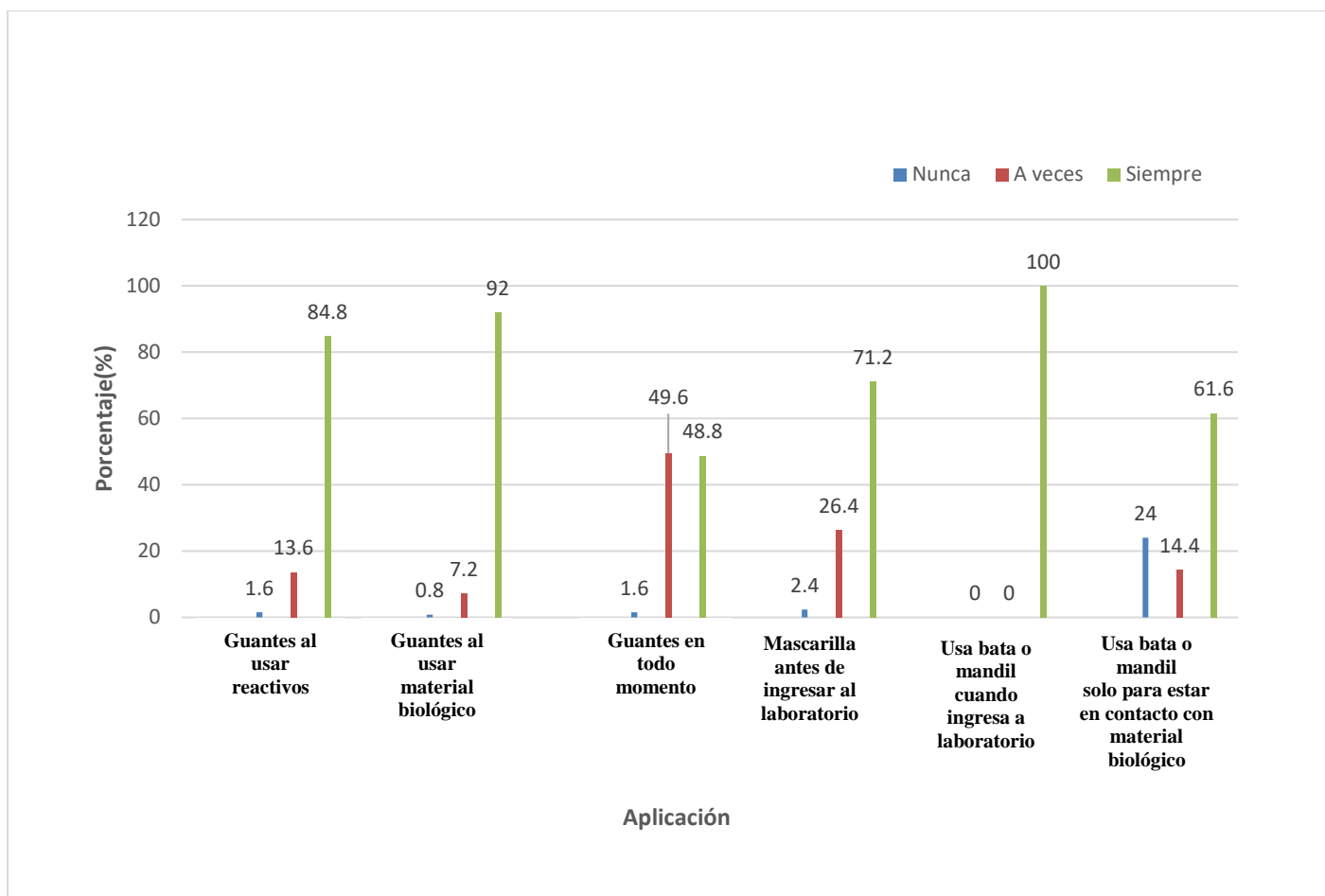
Fuente: Matriz de sistematización de datos

En la tabla 10 se puede apreciar que 1.6% de los alumnos encuestados respondieron que nunca usan guantes para usar reactivos, el 13.6 % respondieron que a veces y 84.8 respondieron que siempre usan guantes.

En la siguiente barra se observa que el 0.8 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca usan guantes al manipular material biológico, el 7.2 % respondieron que a veces y 92% respondieron que siempre. Seguidamente se puede apreciar que 1.6 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca usan guantes en todo momento, el 49.6 % respondieron que a veces y 48.8 % respondieron que siempre.

En la siguiente barra se puede apreciar que 2.4 % de los alumnos encuestados respondieron que usa mascarilla antes de ingresar al laboratorio, el 26.4 % respondieron que a veces y 71.2 % respondieron que siempre. Seguidamente 0% de los alumnos encuestados respondieron que nunca usan bata al ingresar al laboratorio, el 0 % respondieron que a veces y 100 % respondieron que siempre. Finalmente se puede apreciar que el 24% de los alumnos encuestados respondieron que nunca usan bata al ingresar al laboratorio, el 14.4 % respondieron que a veces y el 61.6 % respondieron que siempre usan guantes para usar reactivos.

Figura 10 : Aplicación del uso de guantes, mascarillas, mandiles o bata, gorros y lentes



Fuente: Tabla 10

1.3.2. Técnica de lavado de manos

Tabla 11: Aplicación de las técnicas de lavado de manos antiseptia, clínica y social

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Antes de ingresar al laboratorio	Nunca	1	0,8
	A veces	25	20
	Siempre	99	79,2
	Total	125	100
Después de ingresar al laboratorio	Nunca	0	0
	A veces	15	12
	Siempre	110	88
	Total	125	100
Inmediatamente después de haber tenido contacto con material biológico	Nunca	0	0
	A veces	17	13,6
	Siempre	108	86,4
	Total	125	100
Emplea entre 40 y 60 segundos para el lavado de manos	Nunca	3	2,4
	A veces	59	47,2
	Siempre	63	50,4
	Total	125	100
Luego de lavarse las manos se desinfecta	Nunca	10	8
	A veces	58	46,4

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
con alcohol	Siempre	57	45,6
	Total	125	100

Fuente: Matriz de sistematización de datos



En la figura 11 se puede apreciar que el 0.8% de los alumnos encuestados respondieron que nunca, respecto a se lava las manos antes de ingresar al laboratorio, el 20 % respondieron que a veces y el 79.2 % respondieron que siempre.

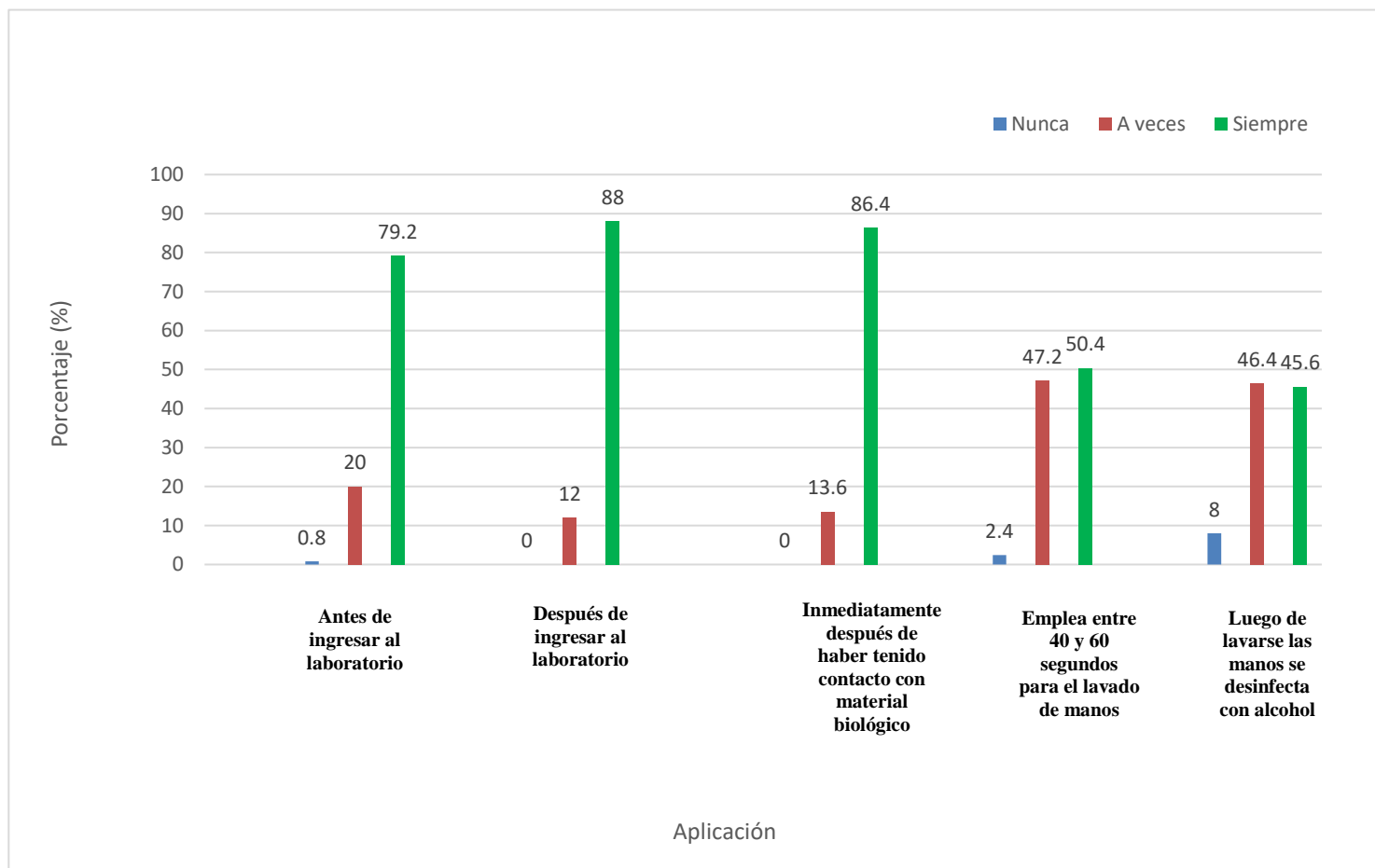
En la tabla 31 se puede apreciar que el 0% de los alumnos encuestados respondieron que nunca, se lavan las manos después de ingresar al laboratorio, el 12.0% respondieron que a veces y el 88.0 % respondieron que siempre.

En tabla 32 se puede apreciar que el 0% de los alumnos encuestados respondieron que nunca, se lavan las manos inmediatamente después de tener contacto con material biológico, el 13.6 % respondieron que a veces y el 86.4 % respondieron que siempre.

En la tabla 33 se puede apreciar que el 2.4% de los alumnos encuestados respondieron que nunca, se lavan las manos inmediatamente después de tener contacto con material biológico, el 47.2 % respondieron que a veces y el 50.4 % respondieron que siempre.

En la tabla 34 se puede apreciar que el 8 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, se lavan las manos y desinfecta con alcohol después de tener contacto con material biológico, el 46.4 % respondieron que a veces y el 45.6 % respondieron que siempre.

Figura 11 : *Aplicación de las técnicas de lavado de manos antiseptia, clínica y social*



Fuente: Tabla 11

1.3.3. Aplicación del método de manejo de eliminación de residuos sólidos

Tabla 12 : *Aplicación de almacenamiento primario, intermedio y final*

Manejo de material punzo cortante

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Elimina agujas y hojas de bisturí sin colocar protector	Nunca	89	71,2
	A veces	18	14,4
	Siempre	18	14,4
	Total	125	100
Elimina material biológico en el contenedor asignado	Nunca	1	0,8
	A veces	4	3,2
	Siempre	120	96
	Total	125	100
Coloca la envoltura antes de desechar el material punzo cortante	Nunca	2	1,6
	A veces	32	25,6
	Siempre	91	72,8
	Total	125	100
Retira la aguja de la jeringa y la coloca en el recipiente de reciclaje indicado	Nunca	3	2,4
	A veces	12	9,6
	Siempre	110	88
	Total	125	100
Antes de eliminar el	Nunca	21	16,8

material biológico lo	A veces	43	34,4
esteriliza en	Siempre	61	48,8
autoclave	Total	125	100

Manejo de residuos sólidos

PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Elimina los	Nunca	1	0,8
residuos sólidos en	A veces	15	12
bolsas o	Siempre	109	87,2
contenedores	Total	125	100
indicados (amarillo, rojo y negro).			
Todo material en	Nunca	0	0
contacto con	A veces	5	4
sustancias	Siempre	120	96
mutagénicas debe	Total	125	100
ser colocado en un contenedor asignado			
El material orgánico	Nunca	40	32
se desecha en el	A veces	43	34,4
contenedor general	Siempre	42	33,6
	Total	125	100

Para todo envase	Nunca	2	1,6
derivado de un	A veces	110	88
reactivo químico que	Siempre	13	10,4
se termine, se debe	Total	125	100
consultar al			
encargado de			
laboratorio			
donde desecharlo			

Fuente: Matriz de sistematización de datos



En la tabla 12 se puede apreciar que el 71.2 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, eliminan agujas y hojas de bisturí si protección, el 14.4 % respondieron que a veces y el 14.4 % respondieron que siempre.

Mientras que en la siguiente barra se puede apreciar que el 0.8 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca eliminan material biológico en el contenedor asignado, el 3.2 % respondieron que a veces y el 9.6 % respondieron que siempre.

Seguidamente se puede apreciar que el 1.6 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, eliminan los objetos punzo cortantes con la envoltura puesta, el 25.6 % respondieron que a veces y el 72.8 % respondieron que siempre.

En la siguiente barra se puede apreciar que el 2.4 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, eliminan la aguja retirándola de la jeringa y colocándola en un recipiente indicado, el 9.6 % respondieron que a veces y el 88 % respondieron que siempre.

Seguidamente puede apreciar que el 16.8 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, esterilizan en autoclave el material biológico antes de eliminarlo, el 34.4 % respondieron que a veces y el 48.8 % respondieron que siempre.

En la siguiente barra se puede apreciar que el 0.8 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, eliminan residuos sólidos en bolsas o contenedores, el 12 % respondieron que a veces y el 87.2 % respondieron que siempre.

En la siguiente barra el 0 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, colocan el material en contacto con sustancias mutagénicas en el contenedor asignado, el 4 % respondieron que a veces y el 96 % respondieron que siempre.

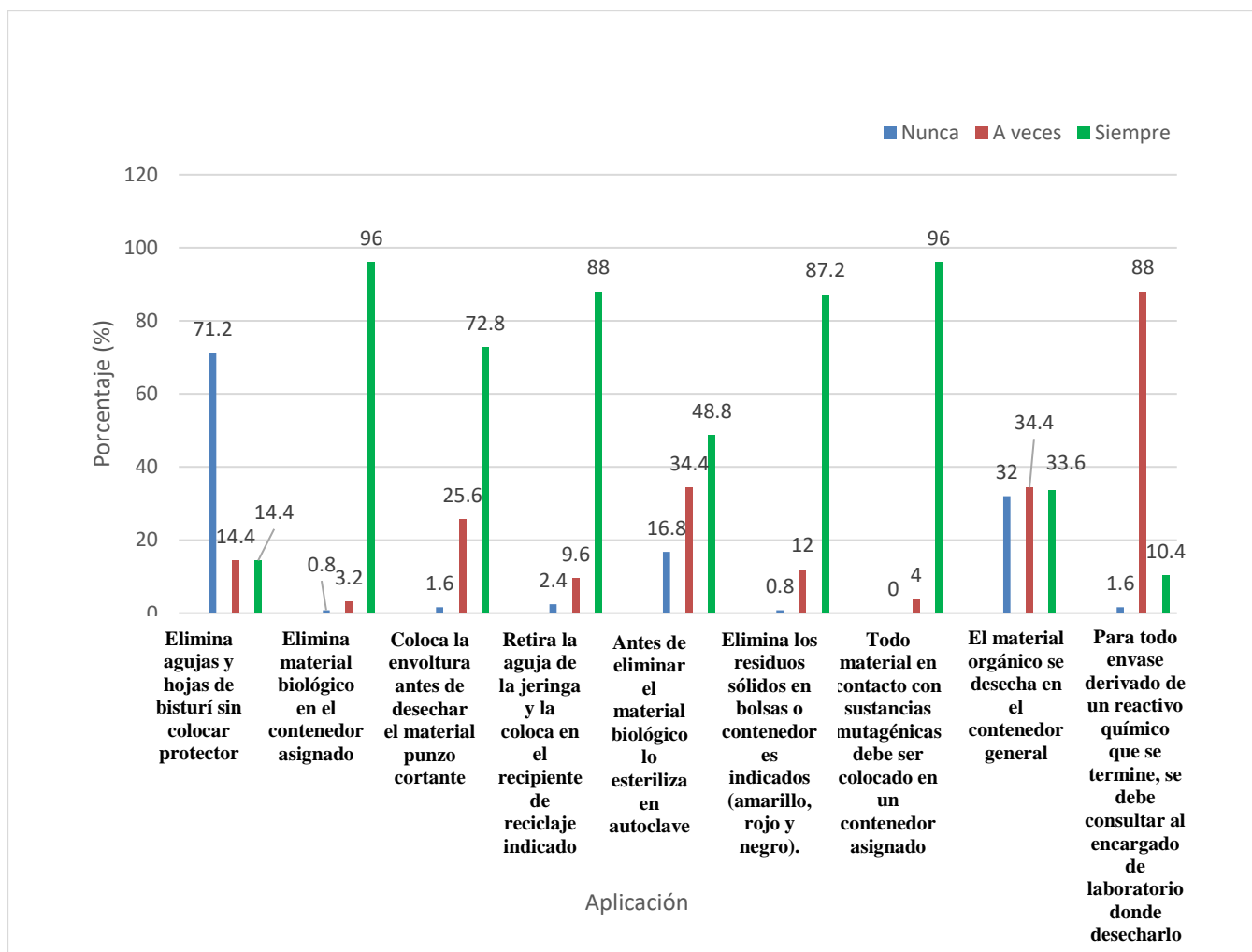
Seguidamente se puede apreciar que el 32 % de los alumnos encuestados respondieron que

nunca, colocan el material orgánico en el contenedor general, el 34.4 % respondieron que a veces y el 33.6 % respondieron que siempre.

Finalmente se puede apreciar que el 1.6 % de los alumnos encuestados respondieron que nunca, desechan los envases derivados de un reactivo químico, previa consulta con el encargado del laboratorio, el 10.4 % respondieron que a veces y el 88.8 % respondieron que siempre.



Figura 12: Aplicación del almacenamiento primario, intermedio y final



Fuente: Tabla 12

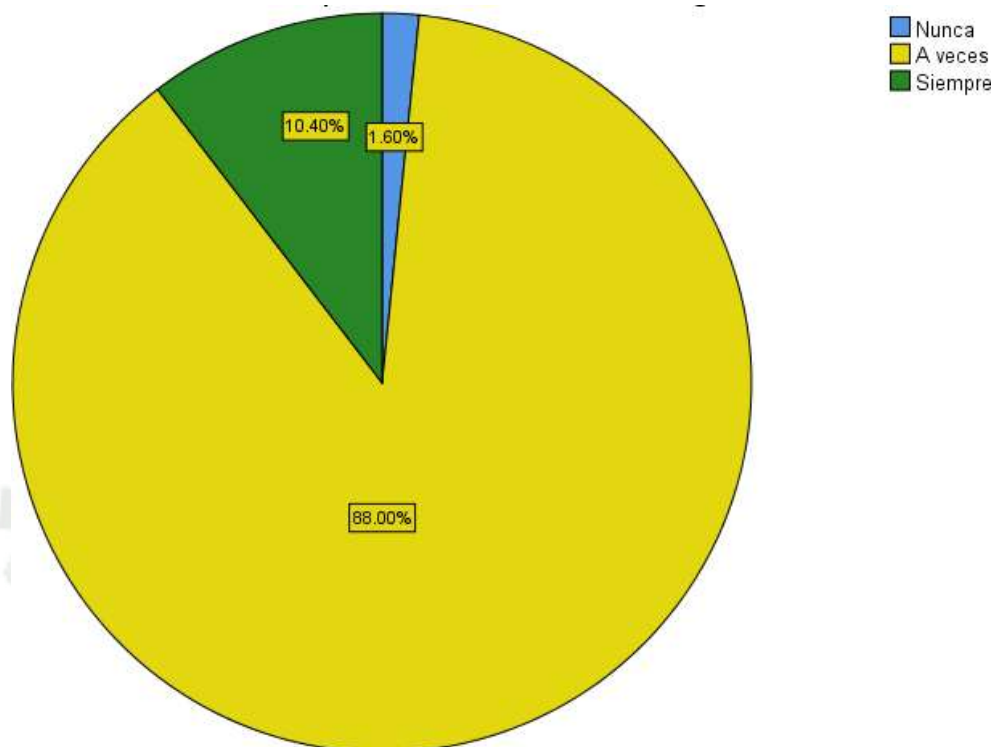
Tabla 13: *Aplicación de medidas de bioseguridad*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NUNCA	2	1.6
A VECES	110	88.0
SIEMPRE	13	10.4
TOTAL	125	100.0

Fuente: Matriz de sistematización de datos

En lo que respecta a la aplicación de medidas de bioseguridad se encontró que la mayoría de los estudiantes de biotecnología (88%) a veces aplican las medidas de bioseguridad.

Figura 13: *Aplicación de medidas de bioseguridad*



Fuente: Tabla 13

1.4. Relación de conocimientos con aplicación de medidas de bioseguridad en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica de Santa María

Tabla 14 : *Aplicación de medidas de bioseguridad y conocimientos de bioseguridad en laboratorio*

		Conocimientos de		Total	
		Malos	Regulares		
		conocimientos	conocimientos		
Aplicación de medidas de bioseguridad	Nunca	Recuento	1	1	2
		% del total	0.8%	0.8%	1.6%
	A veces	Recuento	71	39	110
		% del total	56.8%	31.2%	88.0%
	Siempre	Recuento	11	2	13
		% del total	8.8%	1.6%	10.4%
Total		Recuento	83	42	125
		% del total	66.4%	33.6%	100.0%

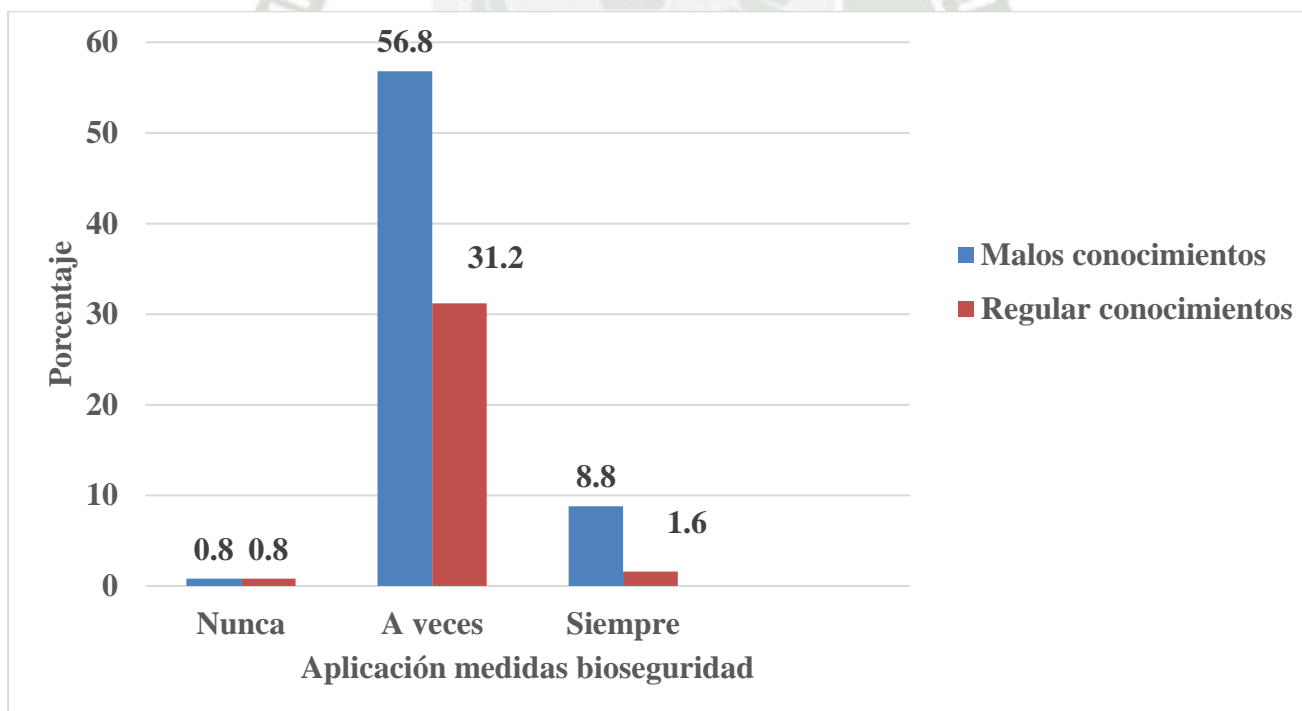
Fuente: Matriz de sistematización de datos

Tabla 15: Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2.344 ^a	2	0.310
N de casos válidos	125	-	-

Fuente: Matriz de sistematización de datos

Figura 14 : Relación conocimientos de bioseguridad en laboratorio y aplicación de medidas de bioseguridad



Fuente: Tabla 15

En cuanto a la relación de la aplicación de medidas de bioseguridad con conocimientos de bioseguridad en laboratorio en los alumnos de Biotecnología de la Universidad Católica de Santa María se encontró a través de la prueba de Chi cuadrado que no existe relación significativa entre ambas variables ($p>0.05$).

1.5. Actitud frente a la bioseguridad

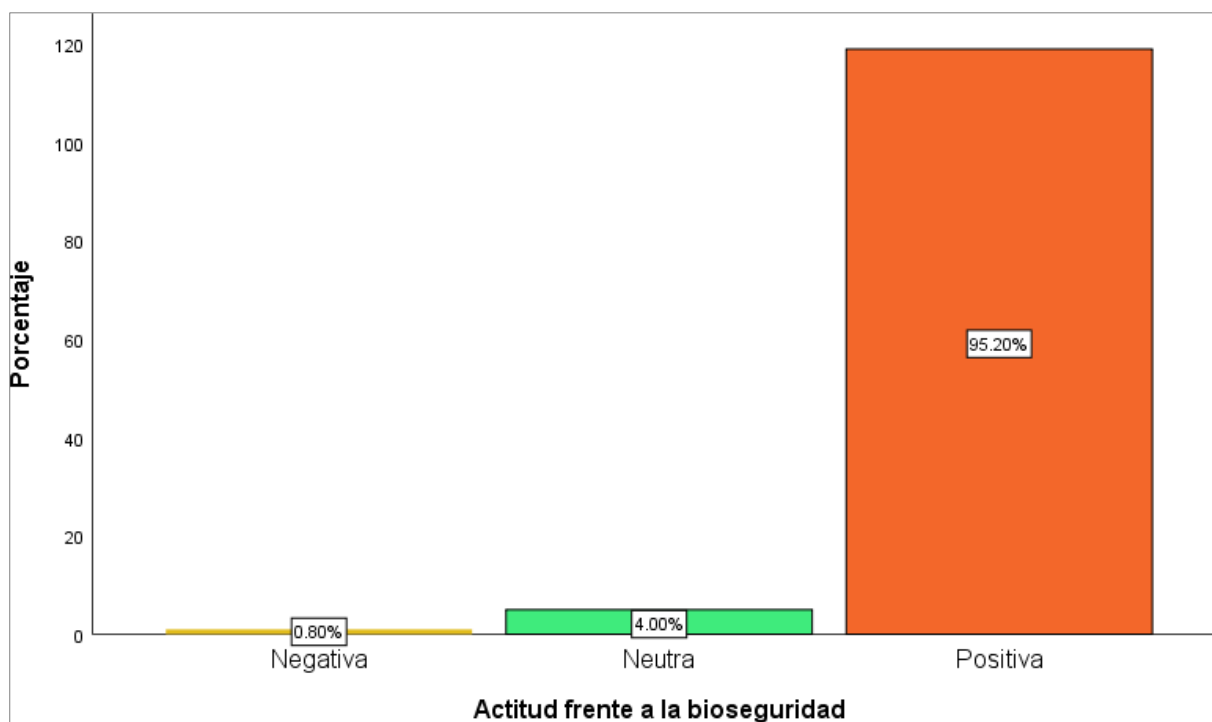
Tabla 16 : *Actitud frente a la bioseguridad en alumnos de biotecnología de La Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2023*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
NEGATIVA	1	0.8
NEUTRA	5	4.0
POSITIVA	119	95.2
TOTAL	125	100.0

Fuente: Matriz de sistematización de datos

En la presente tabla 46 se muestra la actitud frente a las medidas de bioseguridad en laboratorio de los estudiantes de Biotecnología de La Universidad Católica de Santa María. Se encontró que el 95.20% presentan actitud positiva, el 4 % presenta una actitud neutral y el 0.8% presentan una actitud negativa.

Figura 15: *Actitud frente a la bioseguridad*



Fuente: Tabla 16

2. Discusión

En el presente estudio se pudo evidenciar la diferencia entre la aplicación y el conocimiento de medidas de bioseguridad, obteniendo como resultado en el caso malos conocimientos que el 66,4% de los sujetos de estudio carecen de conocimientos, pero si ponen en práctica la aplicación de las medidas de bioseguridad, se atribuye a distintos factores, como la falta de teoría respecto a las medidas de bioseguridad; al comparar el presente trabajo de investigación con el trabajo de la Licenciada: **Virginia Yenny Mamani Coila** titulado “*Nivel de conocimiento y práctica de medidas de bioseguridad de los trabajadores que laboran en unidad de cuidados intensivos del hospital Goyeneche, Arequipa 2017*”⁴¹; el cual nos indica que el nivel de conocimiento que presentó su muestra, tiene un porcentaje considerablemente superior a los demás (52.9%) seguido del nivel de conocimiento medio (47.1%), destacando que no se presentó nivel de conocimiento bajo, evidenciando que existe un buen nivel de conocimiento por parte de los trabajadores en cuanto a Bioseguridad ⁴¹.

Seguidamente en el estudio que estamos presentando, se hizo un estudio estadístico de los alumnos tanto de hombres y mujeres, también se evaluó el año que cursaban, luego de aplicar los instrumentos de medida para investigar su predisposición para aplicar las medidas de bioseguridad, se vio que no influye ni genero ni el año que cursan, aunque cabe resaltar que evaluar estos parámetros no era objetivo de esta investigación; argumentando esto, utilizamos el trabajo de investigación de **Elizabeth Beatriz Oxacopa Pacco** titulado “*Factores personales e institucionales en la aplicación de medidas de bioseguridad en internas de enfermería de la Universidad*

*Nacional del Altiplano Puno, en el Hospital Honorio Delgado de Arequipa 2017*⁴², en el cual, evalúan los factores personales e institucionales y la aplicación de medidas de bioseguridad en internas de enfermería; obteniendo que los factores institucionales: capacitación, supervisión, disponibilidad de material para el lavado de manos, existencia de recipientes para objetos punzocortantes, existencia de bolsas de colores, situación de las instalaciones para el lavado de manos, en conjunto influyen en la aplicación de las medidas de bioseguridad, por tanto se aceptan la hipótesis planteada; a diferencia de los factores personales: la edad, género y estado civil que no influyen en la aplicación de medidas de bioseguridad; por lo cual se rechazó la hipótesis planteada en este trabajo de investigación ⁴².

Seguidamente en este trabajo de investigación, es sabido que en laboratorio BSL-2 tipo de laboratorio que se tiene en la Universidad Católica de Santa María, se requiere un buen manejo de material Punzo Cortante, desde la manipulación hasta su desecho o eliminación en los contenedores indicados, por ello en esta investigación se aplicó en los instrumentos preguntas referidas al uso y disposición final del material punzo cortante siendo un 57% de los alumnos evaluados los que tienen un manejo adecuado del material punzo cortante; al contrastar con la investigación de **Roxana Ruth Gonzales Soncco** titulado *“Conocimiento y práctica de medidas de bioseguridad en internos de enfermería de la Universidad Nacional Del Altiplano, en hospitales del Ministerio De Salud, Arequipa 2016”*⁴³, en su investigación respecto a la variable accidentalidad por material punzocortante en las internas(os) de enfermería, a nivel global se obtuvo que el 51.2% tiene un manejo deficiente; con respecto a la actitud hacia las medidas de bioseguridad las internas(os) de enfermería a nivel global se

muestra que el 54.8% tiene una actitud intermedia; finalmente para la prueba estadística del Chi cuadrado se encontró relación estadística significativa, entre las variables accidentalidad por material punzocortantes y la actitud hacia las medidas de bioseguridad⁴³.

En la presente investigación dentro de la variable aplicación de las medidas de bioseguridad se evaluó la actitud que presentan los alumnos frente a la bioseguridad, para medir estadísticamente si existe una predisposición para aplicarlas, pese a que existe un déficit en el conocimiento de las medidas de bioseguridad, esto se hizo para dar consistencia a esta investigación, ya que no se les debe desmerecer la disposición de los alumnos por aplicar de manera positiva la bioseguridad; esto se puede afirmar al revisar trabajos de investigación como el de **Daniela Estefanía Hurtado Borja** titulado “*Manejo de las normas de bioseguridad en el personal que labora en el Hospital Civil De Borbón, Ecuador 2016*”⁴⁷, el cual trata del manejo de las normas de bioseguridad en el personal que labora en el Hospital Civil De Borbón, Ecuador; su trabajo nos dice que, los usuarios que acuden al Hospital Civil Borbón están expuestos a contraer infecciones, debido a la práctica inadecuada que existe por parte del personal, al no aplicar las normas de bioseguridad, y por el almacenamiento inadecuado de los desechos que son una fuente de contaminación, para el personal, los usuarios y el medio ambiente; la mayor parte del personal de salud y de servicios de limpieza, cuenta con los conocimientos básicos sobre las normas de bioseguridad, sin embargo, no le dan la debida importancia a la aplicación de dichas normas, concluyendo que el Hospital Civil Borbón no cumple con el manejo y clasificación de los desechos hospitalarios, porque no cuentan con la infraestructura adecuada para

el almacenamiento intermedio ⁴⁷.

Respecto a la aplicación de las medidas de bioseguridad en la presente investigación, se pudo obtener que el 88% a veces aplican las medidas de bioseguridad algo semejante a lo que sucede en la tesis de **Maribel Zapata Reto** titulado “*Aplicación de medidas de bioseguridad en la administración de medicamentos a pacientes en el servicio de emergencia del hospital José Cayetano Heredia. Piura 2017*”⁴⁵, quien nos indica, con los resultados obtenidos, que a pesar de las diversas capacitaciones y cursos sobre bioseguridad, existen aún profesionales de enfermería que no aplican las medidas de bioseguridad durante la administración de medicamentos, y se ve la necesidad de implementar un proyecto educativo de actualización de conocimientos en la aplicación de las medidas de bioseguridad en la administración de medicamentos, para así participar en el proyecto de mejorar la calidad de atención hacia los asegurados ⁴⁵.

En esta investigación respecto a la frecuencia, podemos ver que existe una diferencia notable estadísticamente entre los estudiantes que aplican las medidas de bioseguridad y el conocimiento que tienen; esto también ocurre en la investigación de **Alejandra M. Diaz Tamayo** titulado “*Riesgo biológico y prácticas de bioseguridad en docencia ocupacional, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2016*”⁴⁹, quien demostró en su estudio, que la tercera parte de los docentes evaluados conocen sobre riesgo biológico y bioseguridad y en un porcentaje menor se evidenció la aplicación de prácticas de bioseguridad; no observando relaciones estadísticamente significativas entre conocimiento en riesgo biológico y bioseguridad y tipo de vinculación y antigüedad docente; los docentes reconocen la exposición al riesgo biológico, pero es preocupante

la baja utilización de medidas de bioseguridad y de procedimientos recomendados para prevenir accidentes ⁴⁹.

Seguidamente en el caso de este trabajo, tras realizar las pruebas estadísticas respectivas se demostró que no existe una correlación entre la aplicación y el conocimiento de las medidas de bioseguridad al contrastar con el trabajo de **Vega Príncipe, Juana Encarnación** titulado “*Nivel de conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad en el personal asistencial del centro materno infantil Santa Luzmila II, Comas-2017*”⁴⁴, el cual nos indica en su trabajo que, si existe una correlación positiva significativa de 0.530 en el Rho de Spearman; por la cual se concluyó que existe estadísticamente una relación directa entre el nivel de conocimientos de las medidas de bioseguridad y la aplicación de las medidas de bioseguridad en el personal asistencial del Centro Materno Infantil Santa Luzmila II de Comas ⁴⁴.

Finalmente, en este trabajo de investigación se evidencio con un 95% de confianza que no existe una relación entre la variable conocimiento y la variable aplicación de las medidas de bioseguridad, demostrando que se requiere reforzar los conocimientos sobre bioseguridad, también se debe crear un curso netamente de bioseguridad dentro de la currícula de la carrera de ingeniería biotecnológica; para reforzar nuestro principio de la necesidad de bioseguridad en alumnos de ingeniería biotecnológica, tomamos de ejemplo el trabajo de investigación de **Marlyn Berrios** titulado “*Nivel de conocimiento sobre medidas de bioseguridad y su aplicación por el personal médico y de enfermería de un Ambulatorio Urbano Tipo I. Mérida, Venezuela 2016*”⁴⁸, quien evaluó el nivel de conocimiento sobre medidas de bioseguridad y su aplicación por el personal médico y de enfermería de un Ambulatorio Urbano Tipo I. Mérida,

Venezuela; concluyendo en su trabajo que el personal de enfermería fue el que mostró un mayor nivel de conocimientos sobre bioseguridad y sus aspectos generales, sin embargo, la aplicación de las mismas por el personal fue baja; y son los médicos quienes las aplican en mayor proporción ⁴⁸.



CONCLUSIONES

PRIMERA:

Se determinó que más de la mitad de los alumnos evaluados (125) carecen de conocimientos respecto a las medidas de bioseguridad, siendo una cifra preocupante, ya que la pandemia COVID 19 dejó grandes vacíos en área de bioseguridad.

SEGUNDA:

Se evaluó mediante el cuestionario en Google form, que a veces más de la mitad de los alumnos evaluados (125) aplican las medidas de bioseguridad en la práctica, pero tienen un déficit respecto al conocimiento en la teoría.

TERCERA:

Los alumnos encuestados presentaron una actitud positiva, por lo que se observa predisposición de ejecutar correctamente las medidas de bioseguridad.

CUARTA:

Respecto a la hipótesis, se comprobó que, en los alumnos de Ingeniería Biotecnológica de la Universidad Católica de Santa María, no se encuentra una relación positiva entre los conocimientos y la aplicación de las medidas de bioseguridad, esto se demostró luego de aplicar la estadística inferencial.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Universidad Católica de Santa María como única sede a nivel nacional que tiene como carrera Ingeniería Biotecnológica, promover más de bioseguridad mediante congresos, exposición de posters y crear cursos netamente de bioseguridad complementarios para toda práctica en laboratorio en la Escuela de Biotecnología.
2. Se recomienda a la escuela de Biotecnología motivar a los alumnos desde pregrado, para que realicen trabajos de investigación en Bioseguridad evocada sobre todo a la carrera. También es necesario la intervención de entidades como el Concytec que hagan lanzamientos de capital para proyectos de este tipo, incentivando a los estudiantes, sobre todo dado las circunstancias relacionadas al COVID-19.
3. Biotecnología es una herramienta de la ciencia muy importante y entra en la primera línea de defensa contra el COVID-19, un ejemplo son las pruebas moleculares, quienes tienen mayor expertis con estos equipos son los biotecnólogos, también en todo lo que involucre investigación, por ello es importante y recomendable involucrarlos directamente en temas de bioseguridad desde sus inicios y durante toda la carrera.
4. La bioseguridad en términos generales y en el ámbito de la salud debería ser fiscalizada constantemente por entidades del estado, como cultura de prevención de enfermedades y sobre todo para evitar posibles pandemias, acompañado de capacitaciones al personal de salud, investigadores y también a la población en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ali Al Shehri S, Al-Sulaiman A, Azmi S, Alshehri SS. Bioseguridad y bioseguridad: una de las principales preocupaciones mundiales por la pandemia de COVID-19 en curso. Revista Saudita de Ciencias Biológicas. 2021.
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746455>
2. Heikkilä J. Economics of biosecurity across levels of decision-making: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2011; 31(1):119–38.
3. Coelho AC, García Díez J. Riesgos biológicos e infecciones adquiridas en laboratorio: una realidad que no se puede ignorar en biotecnología sanitaria. *Fronteras en Bioingeniería y Biotecnología*. 2015; 3.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/10396/22461>
4. Rath J., Ischi M. Gestión de riesgos de bioseguridad en la investigación. En: Iphofen R. (eds) *Manual de ética de la investigación e integridad científica*. Springer, Cham. 2020.
Disponible en: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-030-16759-2_10
5. Liu Q., Shu Y., Peters C. Gestión eficaz del conocimiento sobre bioseguridad: una perspectiva de procedencia. En: Kó A., Francesconi E. (eds) *Gobierno electrónico y la perspectiva de los sistemas de información*. EGOVIS. Springer, Cham. 2016; (9831).
Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-20360-2>
6. Moraes BM, Moraes AM, Moraes BM, Ramos VM. An Assessment on the Level of Knowledge of Biosecurity Measures in the Academic Environment: Advances

- in Intelligent Systems and Computing. 2016, (2): 205–13. Disponible en:
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-41652-6_20
7. Burnette RN. Redefiniendo la bioseguridad por aplicación en salud global, biodefensa y tecnologías en desarrollo. En: Burnette RN (eds) Bioseguridad aplicada: salud global, biodefensa y tecnologías en desarrollo. Ciencias y tecnologías avanzadas para aplicaciones de seguridad. Springer, Cham. 2021. Disponible en:
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-69464-7>
 8. Lewis SM. Consideraciones de bioseguridad emergentes en la intersección de la biotecnología y la tecnología. En: Burnette RN (eds) Bioseguridad aplicada: salud global, biodefensa y tecnologías en desarrollo. Ciencias y tecnologías avanzadas para aplicaciones de seguridad: Springer, Cham. 2021. DOI:
<https://doi.org/10.1093/brain/awf091>
 9. Argiolas C, Baldo V, Martellini M. Difusión de conocimiento y transferencia de mejores prácticas sobre bioseguridad, bioseguridad y gestión de biorriesgos a través de un sistema de educación y concienciación sostenible y eficaz. En: Castro P, Azeiteiro U, Bacelar- Nicolau P, Leal Filho W, Azul A. (eds) Biodiversity and Education for Sustainable Development. Serie Mundial de Sostenibilidad: Springer, Cham. 2016. DOI: [10.1007/978-3-319-32318-3_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32318-3_1)
 10. Rhodes C. Sustainability and the international regulation of biosecurity: Journal of Biotechnology. 2008, (1):136-763. DOI: [10.1016/j.jbiotec.2008.07.1650](https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2008.07.1650)
 11. Hospital biosecurity capacitation: Analysis and recommendations for the prevention and control of COVID-19: Journal of Biosafety and Biosecurity. 2020;(2): 5-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.05.001>

12. Resúmenes de la 5a Conferencia Internacional sobre Prevención y Control de Infecciones (ICPIC 2019). Control de infecciones y resistencia a los antimicrobianos [Internet]. 2019 septiembre; 8 (S1). Disponible en: <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-019-0567-6>
13. Aguilar Elena R, González Sánchez J, Morchón R, Martínez Merino V, ¿Seguridad biológica o bioseguridad laboral? Gaceta Sanitaria. 2015; 29(6):1-473. DOI: [10.1016/j.gaceta.2015.07.011](https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.07.011)
14. Sánchez Romero I, García Lechuz J, Moya González López J, Orta Mira N. Recogida, transporte y procesamiento general de las muestras en el laboratorio de Microbiología. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. 2019;37(2):127-134. DOI: [10.1016/j.eimc.2017.12.002](https://doi.org/10.1016/j.eimc.2017.12.002)
15. Somoza N, Torá M. Seguridad biológica en la preservación y el transporte de muestras biológicas obtenidas en el ámbito de las enfermedades respiratorias y destinadas a la investigación: Archivos de Bronconeumología. 2009;45(4):187-195. DOI: [10.1016/j.arbres.2009.02.001](https://doi.org/10.1016/j.arbres.2009.02.001)
16. Biosecurity law ushers in a new phase of law-based governance of biosecurity in China. Journal of Biosafety and Biosecurity, 2021;3(1):1-57. DOI: [10.1093/jlb/lsab020](https://doi.org/10.1093/jlb/lsab020)
17. Muneer S, Afzal Kayani H, Ali k, Asif E, Rehmat Zohra R, Kabir F, Laboratory biosafety and biosecurity related education in Pakistan: Engaging students through the Socratic method of learning. Journal of Biosafety and Biosecurity. 2021; 3(1): 22-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbb.2021.03.003>
18. Batalla I, García Doval de la Torre. Productos de higiene y antisepsia de manos:

- su empleo y relación con el eccema de manos en los profesionales sanitarios. Actas Dermo-SifilioFiguras. 2012;103(3):192-197. DOI: <https://www.actasdermo.org/es-pdf-S0001731011003255>
19. Peng H, Bilal M, Iqbal H. Improved Biosafety and Biosecurity Measures and/or Strategies to Tackle Laboratory-Acquired Infections and Related Risks. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018;15(12):2697. DOI: [10.3390/ijerph15122697](https://doi.org/10.3390/ijerph15122697)
20. Emilio Muñoz. Evolución del impacto socioeconómico de las biotecnologías en la salud. Medicina Clínica. 2008;131(5):48-54. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(08\)76407-8](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(08)76407-8)
21. Ev. Soc. Ven. Microbiol [en línea]. 2002, 1(22):89-93. Disponible en: DOI: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562006000200006
22. Rojas Noel E. Nivel de conocimiento y grado de cumplimiento de las medidas de bioseguridad en el uso de la protección personal aplicados por el personal de enfermería que labora en la estrategia nacional de control y prevención de la tuberculosis de una red de salud-Callao.2015,1(1):1-155. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12952/6444>
23. Silva, C. Técnica de Lavado de Manos. Revista de Enfermería. 2010, 20(4):0-14. Disponible: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_issueoc&pid=1355620130002&lng=es&nr_m=iso
24. Ardila, A. M., & Muñoz, A. I. Bioseguridad con énfasis en contaminantes biológicos en trabajadores de la salud. Ciência & Saúde Coletiva. 2019;1 (14): 2135-2141. Disponible en:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S14131232009000600020&script=sci_abstract&tng=es.

25. Torres Valle, A., & Carbonell Siam, A. T. Análisis comparativo entre los principios de bioseguridad y de seguridad en la industria. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*. 2015;16(3): 3- 11.
Disponible en: <https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsyt/article/view/461>
26. Carvajal Meza N, & Sepúlveda Riaño H. Aplicabilidad de las normas de bioseguridad por parte del investigador judicial en el lugar de los hechos. 2019;23(5):20-58.
Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/15502>
27. Arnold Domínguez, y. Bioseguridad y salud ocupacional en laboratorios biomédicos. *Revista Cubana de salud y trabajo*. 2012, 13(3), 53-58. Disponible en:
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/contenido.cgi>
28. Muñoz, E. Biodiversidad y bioseguridad: su relación con la biotecnología. 1998.
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1369866>.
29. Procedimientos en Microbiología Clínica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2019, 3(38):146. DOI: [10.1016/j.eimc.2019.05.005](https://doi.org/10.1016/j.eimc.2019.05.005)
30. ASPEC, PERÚ Informe Nacional sobre Bioseguridad;2010(1):70. Disponible en:http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/27F34FC4C18DCB0105257D8E005
31. Lara-Villegas, H. H., Ayala-Núñez, N. V., & Rodríguez-Padilla, C. Bioseguridad en el laboratorio: medidas importantes para el trabajo seguro. *Bioquímica*. 2008; 33(2): 59-70.
Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/bioquimia/bq-2008/bq082c.pdf>
32. Baillie, H. Dyson, A. Simpson. *Dual Use of Biotechnology*. Editor(s): Ruth

- Chadwick, Encyclopedia of Applied Ethics (Second Edition); 2012. 876-883.
DOI: [10.1016/B978-0-12-373932-2.00430-0](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373932-2.00430-0)
33. Jameel S. Ética en biotecnología y bioseguridad. Revista India de Microbiología Médica. 2011; 29 (4): 331. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1270/127020306009.pdf>
34. Gonzalez-Avila LU, Vega-López JM, Pelcastre-Rodríguez LI, Cabrero-Martínez OA, Hernández- Cortez C, Castro-Escarpulli G. El desafío de CRISPR-Cas hacia la bioética. Fronteras en microbiología [Internet];2021. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8195329/>
35. Frolova MI. La humanidad en una nueva realidad: desafíos biotecnológicos globales. Chelovek. 2021; 32 (2): 174. Disponible en: [https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/?lang=pt&q=au:"Frolova,%20M.%20I.ncov/?lang=pt&q=au:%22Frolova,%20M.%20I.%22](https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/?lang=pt&q=au:)
36. Mackenzie R. Guía explicativa del protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología [Internet]. Libros de Google. UICN; 2004. Disponible en <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=y90trSYOW1MC&oi=fnd&pg=PA33&dq=Mackenzie+R.+Gu%C3%ADa+explicativa+del+protocolo+de+Cartagena>
37. Regulación de biotecnología y OMG [Internet]. 2021. Disponible en: <https://www.elgaronline.com/view/9781848445642.xml>
38. De Winter JCF, Dodou D. Método científico, ética de la investigación humana y bioseguridad / bioseguridad. Investigación con sujetos humanos para ingenieros.

- 2017; 1–16. Disponible en: <https://www.csic.es/es/el-csic/etica/etica-en-la-investigacion>.
39. Glanville RJ, Firestone SM, More SJ. Bioseguridad. En: ten Have H. (eds) Encyclopedia of Global Bioethics: Springer, Cham. 2016. Disponible en https://www.academia.edu/42054943/Encyclopedia_of_Global_Bioethics
40. Dzúrová D, Květoň V. Cómo las capacidades sanitarias y las restricciones gubernamentales afectan la pandemia de COVID-19: diferencias entre países en Europa. Geografía aplicada. 2021; 135: 102551. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8dd0856e-e8a6-470f-b864-38fbf96f8cd5/content>
41. Mamani Coila VY. Nivel de conocimiento y práctica de medidas de bioseguridad de los trabajadores que laboran en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Goyeneche, Arequipa 2017. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa [Internet]. 2017. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2495>
42. Oxacopa Pacco EB. Factores personales e institucionales en la aplicación de medidas de bioseguridad en internas de enfermería de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en el hospital Honorio Delgado de Arequipa .2017. Universidad Nacional del Altiplano [Internet]. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9090>
43. Ruth GSR. Conocimiento y práctica de medidas de bioseguridad en internos de enfermería de la Universidad Nacional del Altiplano, en hospitales del ministerio de salud - Arequipa 2016. Universidad Nacional del Altiplano [Internet]. 2017 3

- de enero; Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3430>
44. Vega Príncipe B, Encarnación J, Velazco L. 2017. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14329/Vega_PJE.pdf?sequence=1\(9\)](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14329/Vega_PJE.pdf?sequence=1(9))
45. Zapata Reto, Maribel. Aplicación de medidas de bioseguridad en la administración de medicamentos a pacientes en el servicio de emergencia del Hospital III José Cayetano Heredia. Piura 2017. Handlenet [Internet]. 2017. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4576>
46. Pedro B, Alza A, Asesora R, Jessica D, Palacios Garay P. Nivel de conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad de la Morgue Central de Lima [Internet] 2017. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8777/Alza_RPA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/8777/Alza_RPA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
47. Estefanía D. Manejo de las normas de bioseguridad en el personal que labora en el Hospital Civil De Borbon. Puceseeduc [Internet]. 2016. Disponible en: <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/657>
48. Rojas L, Flores M, Berríos M, Briceño I. Nivel de conocimiento sobre medidas de bioseguridad y su aplicación por el personal médico y de enfermería de un ambulatorio urbano tipo I. Mérida, Venezuela. repositorioslatinoamericanosuchilecl [Internet]. 2021. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/219833>
49. Diaz-Tamayo, Alejandra & Vivas, Martha. Riesgo biológico y prácticas de

bioseguridad en docencia. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 2016.

<https://www.researchgate.net/publication/307650726> Riesgo biológico y prácticas de bioseguridad en docencia

50. Trump BD, Florin MV, Perkins E, Linkov I, editores. Amenazas emergentes de la biología sintética y la biotecnología. Ciencia para la paz y la seguridad de la OTAN Serie C: Seguridad ambiental. Dordrecht: Springer Holanda; 2021. Disponible en <https://ezproxy.ucsm.edu.pe:2197/book/10.1007/978-94-024-2086-9>.





Anexos

Anexo 1: Cuestionario de Conocimiento de las normas de bioseguridad en laboratorio

Marque la respuesta correcta (Verdadero o Falso) según sea su apreciación respecto a la pregunta.

1. ¿Qué es bioseguridad?

- Conjunto de normas o actitudes que tienen como objetivo prevenir los accidentes en el área de trabajo en laboratorio.
- Es la disciplina encargada de vigilar la calidad de vida del trabajador de salud.
- Doctrina de comportamiento encaminada a lograr actitudes y conductas que disminuyan el riesgo del trabajador de la salud de adquirir infecciones o daños en el medio laboral.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

2. ¿Qué tipo o tipos de lavado de manos se recomienda usar en laboratorio?

- Lavado de manos higiénico
- Lavado de manos quirúrgico
- Lavado de manos con soluciones alcohólicas

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

3. El lavado de manos es la forma más eficaz de prevenir la contaminación, ¿Cuándo debe realizarse?

- Después del manejo de material estéril.
- Antes y después de realizar trabajo en laboratorio, después de estar en contacto con fluidos orgánicos o elementos contaminados. Después de estar en contacto con el entorno contaminado.
- Siempre que el ambiente de laboratorio y material manipulado este infectado sea por químicos o algún ente biológico.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

4. ¿Cuándo se deben usar las barreras de protección personal?

- Desde el ingreso al laboratorio hasta salir de él, sea para protección de uno y del material en estudio.
- Al estar en contacto en un laboratorio de microbiología, biotecnología animal, biología molecular.
- Laboratorios de análisis químico, química orgánica y fisicoquímica.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

5. ¿Qué función cumple y como se debe utilizar el barbijo?, identifique la afirmación verdadera y falsa:

- Su función principal es la protección contra partículas sólidas, líquidas y muy tóxicas.
- Previenen el ingreso de microorganismos patógenos.
- Debe colocarse cubriendo la nariz y boca, evitar la manipulación.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

6. Para prevenir enfermedades de transmisión vía aérea, como Tuberculosis (TBC), en laboratorio. Debería usar las siguientes barreras de protección:

- El respirador autocontenido (SCBA).
- Mascarilla quirúrgica
- Respirador N 95

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

7. Con respecto al uso exclusivo de guantes para productos químicos, marque la afirmación correcta:

- Su composición puede ser de látex, polivinilo y nitrilo para evitar la permeación por productos químicos.
- Es correcto afirmar que se puede usar guantes rotos.
- No se debe utilizar guantes cuando se trabaja con químicos.

A) V-F –F

B) V-V- V

C) F- V- V

8. Marque la afirmación correcta, ¿Qué tipo de guante es adecuado para trabajar con material biológico?

- Guantes de látex, vinilo, neopreno y polietileno.
- Guantes usados.
- No usar guantes.

A) V-F –F

B) V-V- V

C) F- V- V

9. ¿Cuáles son las indicaciones correctas, respecto al uso de guantes durante el desarrollo de la práctica?

- El empleo de doble guante no disminuye el riesgo de infección ocupacional.
- Usar guantes cuando hay riesgo de contaminarse con material biológico y químico, creando una barrera de protección en nuestras manos.
- Si se están utilizando guantes durante una práctica de inmunología o biología molecular, cambiarlos al pasar de una zona contaminada a otra limpia del ambiente de trabajo.

A) V-F –F

B) V-V- V

C) F- V- V

10. ¿Cuándo se debe utilizar los elementos de protección ocular?

- En toda práctica de laboratorio y al realizar cualquier procedimiento.
- Solo se utiliza al hacer análisis molecular y revelar muestras expuesto a radiación UV.
- Utilice siempre que esté en riesgo en procedimientos invasivos que impliquen salpicaduras de sangre a la mucosa ocular o cara.

A) V-F –F

B) V-V- V

C) F- V- V

11. ¿Cuál es la finalidad de usar mandil? Marque la afirmación correcta:

- Debe ser largo e impermeable para protegernos de la exposición a secreciones, fluidos, tejidos o material contaminado.
- Usarlo al ingresar a laboratorio
- Usarlo por moda.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

12. ¿Cuál es el procedimiento para desechar el material punzo cortante, para evitar un riesgo biológico? Marque la afirmación correcta:

- Eliminar el objeto punzocortante en cualquier basurero.
- Para desechar el objeto punzo cortante siempre se debe colocar en su empaque y recién en el contenedor asignado para su desecho.
- Si encuentra una aguja, jeringa, hoja de bisturí usadas y cualquier objeto punzocortante, no las recoja con las manos desprotegidas.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

13. Si se tiene residuos como un algodón con sangre y jeringas usadas, ¿De qué tipo de residuo estamos hablando en bioseguridad?

- Residuos biocontaminados.
- Residuos especiales.
- Residuos contaminados.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

14. Marcar a qué clase de residuo pertenece un papel contaminado con posible sustancia mutagénica:

- Residuos especiales.
- Residuos contaminados.
- Residuos biocontaminados.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

15. ¿A qué tipo de desecho pertenece las envolturas de jeringas o papeles?

- Residuos contaminados.
- Residuos especiales.
- Residuos biocontaminados.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

16. Sí tenemos residuos con características físicas y químicas con un potencial peligro, por lo corrosivo, inflamable, tóxico, explosivo y reactivo. Marque que tipo de residuo es:

- Residuos químicos peligrosos.
- Residuos especiales.
- Residuos biocontaminados.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

17. Respecto a los recipientes para eliminación de material punzo cortante deben ser llenados hasta:

- 3 cm de la superficie.
- Hasta la mitad.
- A las $\frac{3}{4}$ partes.

A) V-F -F

B) V-V- V

C) F- V- V

18. Respecto al recipiente rígido para material punzo cortante, podemos afirmar que:

- Es un recipiente en el que se depositan agujas, hecho de un material resistente para evitar los pinchazos.
- Es un recipiente en el que se puede depositar todo tipo de residuos incluyendo el material punzo cortante.
- Debe ser únicamente de color amarillo llevar el símbolo característico.

A) V-F -F

B) V-V-V

C) F- V-V

19. ¿Cuáles son los epps indispensables para ingresar a un laboratorio de biotecnología?

- Usar gorro
- Usar mandil
- Usar barbijo y lentes de protección

A) V-F -F

B) V-V-V

C) F- V- V

20. ¿Cuál es el último epp que debemos retirarnos al culminar nuestras actividades en laboratorio?

- Guantes
- Gorro
- Barbijo

A) V-F -F

B) V-V-V

C) F- V-V

Respuestas correctas:

1. Para la primera la respuesta: B
2. Para la segunda respuesta: B
3. Para la tercera respuesta: C
4. Para la cuarta respuesta: A
5. Para la quinta respuesta: B
6. Para la sexta respuesta: A
7. Para la séptima respuesta: A
8. Para la octava respuesta: A
9. Para la novena respuesta: C
10. Para la décima respuesta: C
11. Para la onceava respuesta: A
12. Para la doceava respuesta: C
13. Para la treceava respuesta: A
14. Para la catorceava respuesta: A
15. Para la quinceava respuesta: A
16. Para la dieciseisava respuesta: A
17. Para la diecisieteava respuesta: C
18. Para la dieciochoava respuesta: A
19. Para las diecinueve respuestas: B
20. Para la veinteava respuesta: A

ENLACE: <https://forms.gle/omSoH6iCXABZkarc6>

Anexo 2: Cuestionario para la Aplicación de las medidas de bioseguridad en laboratorio

INSTRUMENTO-CUESTIONARIO EN GOOGLE FORMS

ENLACE: <https://forms.gle/omSoH6iCXABZkarc6>

Datos generales

Género	
Masculino	
Femenino	
Edad	

N° de cédula:

Grupo de práctica				
		TIEMPO DE OBSERVACIÓN		
		SIEMPRE	A VECES	NUNCA
A. LAVADO DE MANOS				
1	Antes de ingresar al laboratorio			
2	Después de ingresar a laboratorio			
3	Inmediatamente después de haber tenido contacto con material biológicos			
4	Emplea entre 40 a 60 segundos para el lavado de manos			
5	Luego de lavarse las manos desinfectarse con alcohol			
B. USO DE BARRERAS				
-Usan guantes:				
6	Al usar reactivos			
7	Al usar material biológico			
8	En todo momento			
-Usan mascarilla				
9	Antes de ingresar al laboratorio			
-Usan bata o mandil				
10	Cuando ingrese al laboratorio			
11	Solo para estar en contacto con material biológico			

		DEL TIEMPO DE OBSERVACIÓN		
		SIEMPRE	A VECES	NUNCA
C. Manejo de instrumental punzocortante				
12	Eliminar agujas y hojas de bisturí sin colocar protector			
13	Eliminar material biológico en el contenedor asignado			
14	Colocar la envoltura antes de desechar el material			
15	Retirar la aguja de la jeringa y colocarla en el recipiente de reciclaje indicado			
16	Antes de eliminar material biológico esterilizarlo en la autoclave.			
D. Manejó de residuos sólidos				
17	Eliminar los residuos sólidos en bolsas o contenedores indicados (rojo, amarillo y negro)			
18	Todo material en contacto con sustancias mutagénicas debe ser colocados en un contenedor asignado.			
19	El material orgánico se desecha en el contenedor general			
20	Para todo envase derivado de un reactivo químico que se termine, se debe consultar al encargado de laboratorio donde desecharlo.			

ENLACE:

<https://forms.gle/omSoH6iCXABZkarc6>

Anexo 3: Encuesta de la Actitud frente a la Bioseguridad

1. ¿Considera necesaria la revisión de un manual de bioseguridad antes de entrar a un laboratorio nivel uno y/o nivel dos?
 - A. Definitivamente sí
 - B. Podría ser
 - C. Definitivamente no

2. ¿Considera que el conocimiento en temas de bioseguridad es de suma importancia para personas que trabajan en laboratorios nivel uno y/o nivel dos?
 - A. Definitivamente sí
 - B. Podría ser
 - C. Definitivamente no

3. ¿Usted cree que todas las personas que trabajen o estén en un laboratorio nivel uno y/o nivel dos deben completar un curso de capacitación de bioseguridad para laboratorios de nivel uno y/o nivel 2, anualmente?
 - A. Definitivamente sí
 - B. Podría ser
 - C. Definitivamente no

4. ¿Considera que tomar en cuenta la bioseguridad en un laboratorio nivel uno y/o nivel dos, es importante para preservar su integridad?
 - A. Definitivamente sí
 - B. Podría ser
 - C. Definitivamente no

ENLACE:

<https://forms.gle/omSoH6iCXABZkarc6>

Anexo 4: Consentimiento Informado para Participantes de Investigación (Cuestionario)

La presente investigación es conducida por la bachiller de maestría Liliana Justiniani Romero. El objetivo de este estudio es determinar la relación entre el conocimiento y la aplicación de las medidas de bioseguridad, en alumnos de pregrado de biotecnología de la Universidad Católica de Santa María.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas de una cédula o completarlas. Responder le tomará aproximadamente 15 minutos de su tiempo. La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de esta investigación. Sus respuestas al cuestionario serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre esta investigación, puede hacer preguntas al profesor a cargo en la plataforma Microsoft Teams, en cualquier momento durante su participación en ella. Igualmente, puede retirarse en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas le parece incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas. Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación.

Nombre del Participante _____

DNI del Participante _____ Fecha _____

Anexo 5: Cálculos estadísticos

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: La variable conocimientos y aplicación de medidas de bioseguridad se aproximan a una distribución normal

H1: La variable conocimientos y aplicación de medidas de bioseguridad no se aproximan a una distribución normal

2. Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

3. Estadístico de prueba Kolmogorov-Smirnov

	Kolmogorov-Smirnov ^a					
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Puntaje conocimientos	.144	125	.000	.967	125	.004
Aplicación de medidas de bioseguridad	.499	125	.000	.436	125	.000

4. Decisión

$P = 0.00 < \alpha = 0.05$, Se rechaza Ho

5. Conclusión Según la prueba de Kolmogorov-Smirnov aplicada, muestra evidencia que las variables conocimientos y aplicación de medidas de bioseguridad no presentan distribución normal.

Prueba de Chi Cuadrado (χ^2)

1. Hipótesis

Ho : Los conocimientos sobre bioseguridad no se encuentran relacionados con la aplicación de medidas de bioseguridad

H1 : Los conocimientos sobre bioseguridad se encuentran relacionados con la aplicación de medidas de bioseguridad

2. Significancia $\alpha = 0.05$

3. Prueba estadística Prueba de Chi cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2.344 ^a	2	.310
N de casos válidos	125	-	-

4. Decisión El valor de p: 0.310 indica que se acepta la hipótesis Ho
5. Conclusión Con un nivel de significancia del 95% el nivel de conocimientos no se encuentra relacionado con la aplicación de medidas de bioseguridad

Prueba de Spearman

Correlaciones		
Rho de Spearman	Puntaje conocimientos	Puntaje medidas de bioseguridad
	1.000	.070
	-.441	.441
	125	125

Según la prueba de spearman el puntaje sobre conocimientos muestra tendencia de relación con el puntaje de las medidas de bioseguridad (Rho = 0.441)

Anexo 6: Ubicación espacial

- El presente estudio se realizó en la Universidad Católica de Santa María ubicada en la Urb. San José s/n Umacollo Arequipa - Perú.



Anexo 7: Cuadro de variables

VARIABLE	INDICADOR/ SUBINDICADOR	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO	ESCALA DE EVALUACIÓN
Conocimiento de las medidas de bioseguridad.	Uso de barreras de protección.	Cuestionario y Cédula de preguntas		Conocimiento de las medidas de bioseguridad: - Bueno: (16-20) - Regular: (11-15) - Malo: (<10)
	Barreras Físicas		6,7,8,9,10,11	
	Precauciones universales y códigos de buenas prácticas		1,4,5,19,20	
	Lavado de manos.			
	Lavado de manos higiénico		2	
	Lavado de manos quirúrgico		3	
	Manejo de material Punzo cortante			
	Prevención de lesiones		15	
	Eliminación de objetos punzocortante		12,14	
	Manejo de eliminación de residuos.			
	Residuos químicos peligrosos		16	
	Residuos biológicos		13,17	
	Material Desechable Contaminado		18	
Aplicación de las medidas de bioseguridad.	Procedimiento de uso de barreras de protección.	Cuestionario.	B.	Aplicación de las medidas de bioseguridad - Siempre (31-40) - A veces (21-30) - Nunca (0)
	Guantes	En escala de Likert.		
	Mascarillas		B.	
	Mandiles		B.	
	Gorro			
	Lentes			

	Técnica de lavado de manos			
	Social		A.	
	Clínico		A.	
	Antiséptico		A.	
	Método de manejo de eliminación de residuos sólidos.			
	Almacenamiento Primario		C.	
	Almacenamiento Intermedio		C; D	
	Almacenamiento final		C; D	
(Medida de la Aplicación de las medidas de bioseguridad: Actitud frente a la bioseguridad)	Actitud positiva, neutra y/o negativa	Preguntas en escala de Likert		Actitud frente a la bioseguridad
	Revisar un manual de bioseguridad antes de ingresar al laboratorio.		A.	- Definitivamente sí (3-4)
	Es necesario el conocimiento en medidas de bioseguridad antes de ingresar al laboratorio.		A.	- Podría ser (1)
	Las personas que estén en un laboratorio deben completar un curso de capacitación.		A.	- Definitivamente no (0)
	Tomar en cuenta la bioseguridad preserva su integridad.		A.	

Anexo 8: Alfa de Cronbach

El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las n variables observadas.

A partir de las varianzas, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right],$$

donde,

- S_i^2 es la varianza del ítem i .
- S_t^2 es la varianza de los valores totales observados.
- k es el número de preguntas o ítems.

A partir de las correlaciones entre los ítems

A partir de las correlaciones entre los ítems, el alfa de Cronbach estandarizado se calcula así:

$$\alpha_{est} = \frac{kp}{1 + p(k-1)},$$

donde

- k es el número de ítems.
- p es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems (se tendrán $[k(k-1)]/2$ pares de correlaciones).

Anexo 9: Fichas de evaluación de expertos

FICHA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS 01

Investigador principal: Liliana Isabel Justiniani Romero

Institución: Escuela de Postgrado - UCSM

Título del estudio: "Conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica De Santa María. Arequipa, 2021"

Objetivos generales:

Validar instrumento y ficha de observación.

Características de la población:

Conformada por alumnos de pregrado de la carrera de Ingeniería Biotecnológica.

Nombre del experto: EDILBERTO VICENTE MEDINA CABRERA.

Grado académico del experto: Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad Técnica de Múnich (Alemania)

Experiencia laboral: JEFE DE PRÁCTICAS QUÍMICA ORGÁNICA, OPERACIONES UNITARIAS, MICROBIOLOGÍA, BIOQUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA. MÁSTER EN BIOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE QUEENSLAND, AUSTRALIA. SU TRABAJO FINAL FUE EL AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MEJORES CEPAS PARA LA PRODUCCIÓN DE LÍPIDOS Y PROTEÍNAS EN EL LABORATORIO DEL PROFESOR PEER SCHENK. DOCTORANDO CÁTEDRA DE QUÍMICA DE RECURSOS BIOGÉNICOS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MUNICH CAMPUS STRAUBING. TESIS INVESTIGACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE EXOPOLISACÁRIDOS (EPS) DE MICROALGAS. ACTUALMENTE SE DESEPEÑA COMO DOCENTE INVITADO FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS, BIOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS

Fecha de revisión: 22 diciembre 2020

Aspectos de validación:

El siguiente instrumento tuvo las siguientes mejoras respecto a su estructura las cuales fueron:

- Pregunta 2 del cuestionario, colocarlo en formato de pregunta ¿Qué tipos de lavado de manos?
- Pregunta 3 del cuestionario, la primera parte es una afirmación y la segunda ¿Cuándo debería realizarse?
- Pregunta 5 de cuestionario, de las siguientes afirmaciones identificar las verdaderas y falsas.
- Pregunta 6 y 8, sugirió darle forma de pregunta.
- Pregunta 9, colocarlo de la siguiente forma ¿Cuáles son las indicaciones correctas con respecto al uso de guantes durante el trabajo?
- Pregunta 12, mejorar la redacción de la pregunta.
- Pregunta 13, La pregunta es difícil de entender por la redacción.
- Pregunta 15, darle formato de pregunta.
- Pregunta 16, mejorar la redacción.
- Pregunta 18, incrementar la afirmación correcta es.

Para la ficha de observación, se sugirió modificar el encabezado.

El instrumento es adecuado



Editberto Vicente Medina Cabrera.
Master en Biotecnología

FICHA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS 02

Investigador principal: Liliana Isabel Justiniani Romero

Institución: Escuela de Postgrado - UCSM

Título del estudio: "Conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica De Santa María. Arequipa, 2021"

Objetivos generales:

Validar instrumento y ficha de observación.

Características de la población:

Conformada por alumnos de pregrado de la carrera de Ingeniería Biotecnológica.

Nombre del experto: HARUNA LUZ BARAZORDA CCAHUANA

Grado académico del experto: MAGISTER EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

Experiencia laboral:

INGENIERA BIOTECNÓLOGA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA, MAGISTER EN CIENCIAS BIOMÉDICAS DE LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Y PHD(C) DEL PROGRAMA DOCTORAL EN QUÍMICA TEÓRICA Y MODELIZACIÓN COMPUTACIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA. ACTUALMENTE DOCENTE INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA CON CÓDIGO 3242, INVESTIGADOR CALIFICADO POR EL RENACYT EN LA CATEGORÍA MARÍA ROSTWOROWSKI NIVEL I Y CERTIFICADA COMO MENTOR VOLUNTARIO CALIFICADO. A TRABAJADO COMO COORDINADOR DE BIOINFORMÁTICA DE LA EMPRESA BIOTCORP SAC. ASÍ MISMO DESDE EL 2016 AL 2019 TRABAJÓ COMO CO-INVESTIGADOR EN 4 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN FINANCIADOS POR CONCYTEC Y 2 PROYECTOS FINANCIADOS POR FONDOS INTERNO DE LA

UCSM. ACTUALMENTE CUENTA CON DIVERSOS ARTÍCULOS CIENTÍFICOS SOBRE TEMAS DE QUÍMICA, FÍSICA Y BIOLOGÍA COMPUTACIONAL CON EL FIN DE COMPRENDER ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE MOLÉCULAS Y MACROMOLÉCULAS, CON UN ÍNDICE H=3.

Fecha de revisión:

22 de Septiembre del 2021

Aspectos de validación:

El siguiente instrumento tuvo las siguientes mejoras respecto a su estructura las cuales fueron:

- Pregunta 2 del cuestionario, colocarlo en formato de pregunta ¿Qué tipos de lavado de manos?
- Pregunta 3 del cuestionario, la primera parte es una afirmación y la segunda ¿Cuándo debería realizarse?
- Pregunta 5 de cuestionario, de las siguientes afirmaciones identificar las verdaderas y falsas.
- Pregunta 6 y 8, sugirió darle forma de pregunta.
- Pregunta 9, colocarlo de la siguiente forma ¿Cuáles son las indicaciones correctas con respecto al uso de guantes durante el trabajo?
- Pregunta 12, mejorar la redacción de la pregunta.
- Pregunta 13, La pregunta es difícil de entender por la redacción.
- Pregunta 15, darle formato de pregunta.
- Pregunta 16, mejorar la redacción.
- Pregunta 18, incrementar la afirmación correcta es.

El instrumento es adecuado



*Haruna Luz Barazorda Ccahuana
Magister en Ciencias Biomédicas*

FICHA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS 03

Investigador principal: Liliana Isabel Justiniani Romero

Institución: Escuela de Postgrado - UCSM

Título del estudio: "Conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica De Santa María. Arequipa, 2021"

Objetivos generales:

Validar técnicas e instrumentos

Características de la población:

Conformada por alumnos de pregrado de la carrera de Ingeniería Biotecnológica.

Nombre del experto: ROSARIO ELSA JESÚS ZÚÑIGA MANRIQUE.

Grado académico del experto: MEDICO CIRUJANO

Experiencia laboral:

MEDICO CIRUJANO TITULADO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA, COLEGIADA EN EL COLEGIO MEDICO DEL PERÚ CON EL NÚMERO 81362; RESIDENTE DE TERCER AÑO EN EL HOSPITAL NACIONAL CARLOS ALBERTO SEGUIN ESCOBEDO ESSALUD; CURSANDO LA ESPECIALIDAD EN PATOLOGÍA CLÍNICA.

Fecha de revisión: 18/ 08/2021

Aspectos de validación:

Pregunta 7, mejorar la redacción
Pregunta 13, que sea más legible
Pregunta 18, falta la afirmación correcta.

En el cuestionario, mejorar el formato



Rosario Elsa Jesús Zúñiga Manrique
Médico Cirujano

FICHA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS 04

Investigador principal: Liliana Isabel Justiniani Romero

Institución: Escuela de Postgrado - UCSM

Investigador principal: Liliana Isabel Justiniani Romero

Institución: Escuela de Postgrado - UCSM

Título del estudio: "Conocimiento y aplicación de las medidas de bioseguridad en alumnos de biotecnología de la Universidad Católica De Santa María. Arequipa, 2021"

Objetivos generales:

Validar instrumento Cuestionario Actitud frente a la bioseguridad.

Características de la población:

Conformada por alumnos de pregrado de la carrera de Ingeniería Biotecnológica.

Nombre del experto: George Adán Galdos Rodriguez

Grado académico del experto: Maestro en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente – Médico con segunda especialidad en Patología Clínica – Ingeniero Biotecnólogo

Experiencia laboral:

Interno de Medicina en Hospital Regional Honorio Delgado

Médico evaluador ocupacional en Clínica.

Médico Residente de Patología Clínica en Hospital III Goyeneche

Actualmente Médico Patólogo Clínico en Banco de Sangre del Hospital Nacional Carlos Alberto Seguin Escobedo

Fecha de revisión: 6.12.2023

Aspectos de validación:

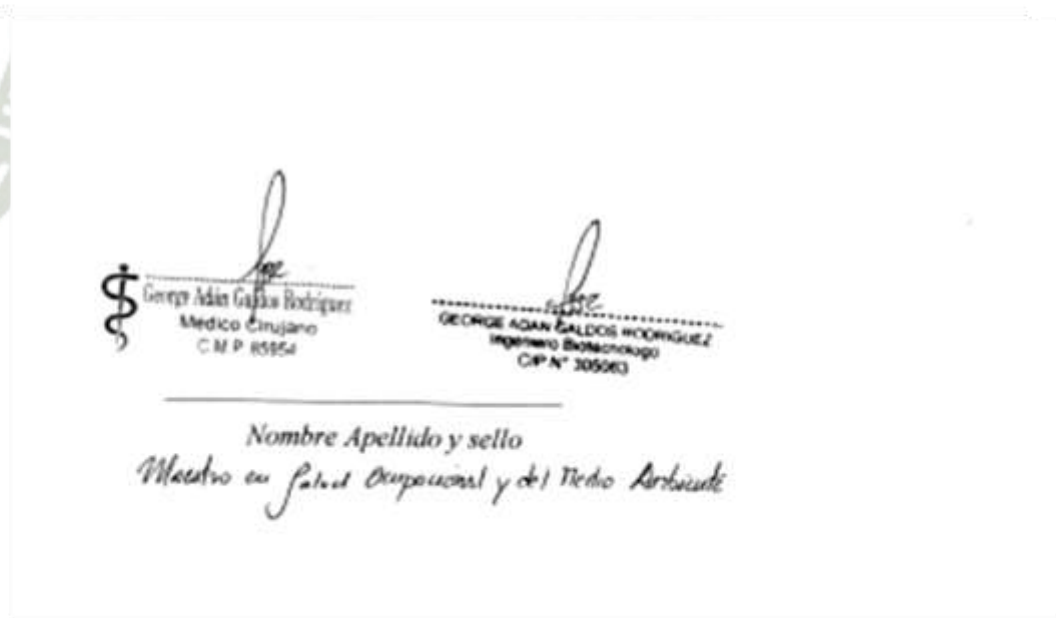
El siguiente instrumento tuvo las siguientes mejoras respecto a su estructura las cuales fueron:

Guantes de látex, vinilo, neopreno y polietileno.

1. Colocar un acápite que explique una diferencia simple de cada material de guante. Pues puede usar las cuatro opciones o algunas de ellas.

Usarlo debes en cuando en el laboratorio.

2. Mejorar redacción: Debes usarlo mientras estés en el laboratorio.
3. Adjuntar a los cuestionarios, el consentimiento informado.



Anexo 10: Decreto de nombramiento de asesor de tesis

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE
DECRETO DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR DE TESIS

Arequipa, 02 de Noviembre del 2023

DECRETO: Nro. 002080-2-EPG-2023

Visto el expediente 002080 presentado y en concordancia con lo dispuesto por la Ley 30220, los artículos respectivos del Estatuto de la Universidad Católica de Santa María y el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela de Postgrado, se decreta:

PRIMERO

Autorizar el nombramiento de Asesor de Tesis.

2019002712 - JUSTINIANI ROMERO LILIANA ISABEL

SEGUNDO

Designándose como asesor al docente:

43085216 - MEDINA CABRERA EDILBERTO VICENTE

El asesor designado en el párrafo anterior se encargará de guiar en el proceso de la elaboración de la Tesis titulada:

CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD EN ALUMNOS DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA. AREQUIPA, 2021.

TERCERO

La Dirección y Secretaría de la Escuela de Postgrado se encargarán del cumplimiento del presente, regístrese y comuníquese.

29201360 - VILLANUEVA SALAS JOSE ANTONIO
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSTGRADO

