

# Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación en aulas del CES

Tercera edición

Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación en aulas del CES Tercera edición





# **Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación en aulas del CES**

Tercera edición

## **Compiladores**

Anarella Gatto, Silvana Pedragosa, Silvia Pedreira,  
Jorge Ramírez y Fernando Tornaría

2016

Quedan prohibidos, dentro de los límites establecidos en la ley y bajo los apercibimientos legales previstos, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, ya sea electrónico o mecánico, el tratamiento informático, el alquiler o cualquier forma de cesión de la obra sin la autorización previa y por escrito del titular del *copyright*.

ISBN 978-9974-887-02-2

Queda hecho el depósito que marca la ley  
Impreso en Tradinco, diciembre de 2017



Impreso en los talleres gráficos de **Tradinco S.A.**  
Minas 1377 - Tel. 2409 4463 - [www.tradinco.com.uy](http://www.tradinco.com.uy)  
Diciembre, 2017. Depósito Legal N° xxxxxxxx/17  
Edición amparada en el decreto 218/996 (Comisión del papel). Montevideo, Uruguay



**Administración Nacional de Educación Pública**  
**Consejo Directivo Central**

**Presidente del Consejo Directivo Central**

Prof. Wilson Netto Marturet

**Consejeros del Consejo Directivo Central**

Magister Margarita Luaces Marischal

Prof. Laura Motta Migliaro

Mtra. Elizabeth Ivalde

Dr. Robert Silva García

**Consejo de Educación Secundaria**  
**Directora del Consejo de Educación Secundaria**

Prof. Celsa Puente

**Consejeros**

Prof. Javier Landoni

Prof. Isabel Jauregui

**Inspectores del Sector Ciencias**

**Astronomía**

Prof. Reina Pintos

**Biología**

Mag. Prof. Eduardo Fiore

Mag. Prof. Daisy Imbert

Prof. Graciela Borba

Prof. Marianela Cirimello

**Física**

Mag. Prof. Anna Cossio

Prof. Cristina Banchemo

**Química**

Prof. Manuel Nieto

Prof. Oraides Carvalho

# Índice

PRÓLOGO .....	7
INTRODUCCIÓN. La comunicación en ciencias.....	9
CAPÍTULO 1. INFORMACIÓN REFERIDA AL CONCURSO .....	15
CAPÍTULO 2. INFORMES .....	23
1. Acuoponía en peceras .....	25
2. Celdas de combustible microbianas de sedimento.....	37
3. Coca-Cola .....	57
4. EOFICOLAR: “Por una vida sana y un celular cargado” .....	77
5. Estudio comparativo: Hongo <i>Amanita muscaria</i> vs Hongo de Eucaliptus .....	87
6. Resistencia antibiótica .....	111
7. Tabaquismo en Young. Consumo de cigarrillos en individuos de diez a setenta años de edad en la localidad de Young.....	129
CAPÍTULO 3. RESÚMENES.....	151
Mención a la Creatividad: ¿Qué componentes de un labial nos protegen de la radiación UV?.....	153
Mención a la Interdisciplinariedad: “Cosechando lazos sembrando el futuro”.....	154
Mención a la Mejor defensa: ¿Es la «comida chatarra» un factor que incide en el sobrepeso de los adolescentes?.....	155
Mención al Mejor póster: Parábolas y paraboloides de revolución. ....	156
Mención a la Originalidad: Solodie M-gafe .....	157
Mención al Trabajo en equipo: Lucha contra la discriminación por la orientación sexual .....	158



# PRÓLOGO

La presente obra pretende compartir lo realizado por docentes y estudiantes de diferentes Instituciones educativas de Educación Secundaria del Uruguay. Se enmarca en los trabajos seleccionados en el “Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación- Tercera Edición” organizado por las Inspecciones de Astronomía, Biología, Física y Química del Consejo de Educación Secundaria.

El objetivo pedagógico fundamental es priorizar una forma de aprendizaje basada en la resolución de problemas contextualizados y difundir cómo se efectúa el abordaje de los mismos por estudiantes y docentes en algunos centros educativos del país.

Los Proyectos de Introducción a la Investigación, como uno de los enfoques en la enseñanza de las ciencias, constituyen un proceso complejo donde interactúan, por un lado, el conocimiento y la comprensión y por otro, las habilidades de recoger y utilizar evidencia.

En el desarrollo de los Proyectos de Introducción a la Investigación, los estudiantes aprenden a partir de la creación de conocimientos que son nuevos para ellos en una interacción con otros llegando a un entendimiento compartido de opiniones. Implica además una actividad en la cual el lenguaje juega un papel fundamental, los alumnos expresan sus ideas a través del habla o la escritura haciendo uso de palabras y/o expresiones de la ciencia. En la mayoría de los casos se cuantifican sus observaciones a partir de símbolos abstractos con profundos significados para ellos.

La metodología que se promueve en cada trabajo privilegia la conexión entre el quehacer teórico y práctico nutrido de la experiencia de los participantes. Se visualiza a los docentes como profesionales guías, trabajando en equipo, reflexivos de su tarea y aprendiendo al mismo tiempo que enseñando. En los estudiantes este modelo didáctico promueve que piensen y actúen a partir de una interrogante, elaborando un conjunto de estrategias, para dar una “solución” a la pregunta formulada. Todo lo anterior pone en juego la creatividad de docentes y alumnos en la enseñanza y el aprendizaje cultivando el potencial de cada uno.

Para dar respuesta a las inquietudes propuestas se apunta al trabajo interdisciplinario, al desarrollo del pensamiento creativo y a la búsqueda de diferentes estrategias y recursos. En relación a estos, todos los trabajos se ven enriquecidos por el uso del lenguaje informático que potencia cada uno de los proyectos.

En la obra, en la que se publican siete proyectos de Introducción a la Investigación y seis resúmenes, se transita por escenarios de visiones compartidas con genuinos trabajos colaborativos para alcanzar la meta propuesta aprendiendo unos de otros y buscando trascender los contenidos en sí mismos.

El desarrollo de las habilidades metacognitivas, fundamentales para lograr mejores desempeños, está presente en la mayoría de las discusiones y conclusiones de los trabajos que componen este libro. El “aprender a aprender” surge como una necesidad para completar cada una de las indagaciones presentadas.

Los estudiantes explicitan que la elección del tema surge a partir de un problema planteado por los docentes. En estas condiciones la situación de aprendizaje se encuentra enriquecida por: la contextualización de la temática a hechos genuinos, la visión del entorno en forma interdisciplinar y el crecimiento emocional y personal a partir de experiencias directas con docentes, padres, otros estudiantes y personas especialistas en diferentes temáticas que hacen al proyecto en sí.

El libro, al que prologo con gusto, es un excelente aporte a las comunidades de todos los centros educativos del país para generar reflexión acerca de los logros de aprendizaje en ciencias y considero que puede convertirse en una guía para que muchos docentes se motiven, entusiasmen y se involucren con esta modalidad de trabajo y puedan transitar el camino de reinventarse.

Es importante destacar que esta edición no constituye una obra aislada sino que es una continuidad de la labor de las Inspecciones de Ciencias del Consejo de Educación Secundaria y propone un modelo didáctico que se impulsa desde hace varios años. En este caso se pudo concretar la tercera edición.

Asimismo, expreso mis más sinceras felicitaciones a todos los participantes por transitar por estos escenarios que permiten iniciar a los estudiantes en un espacio exploratorio de investigación que formará parte de uno de los elementos que influirá en la elección de su futura formación. El trascender lo teórico y alcanzar propuestas concretas y realizables conlleva a un mayor compromiso y satisfacción con la tarea emprendida.

Para finalizar se señala que hay pleno convencimiento de que todo lo que se hace con pasión despierta emociones y potencia la generación de aprendizajes auténticos.

Prof. Cristina Banchemo Bisso.

# INTRODUCCIÓN

## La comunicación en ciencias

En el presente libro se publican los proyectos seleccionados de diferentes comunidades educativas de Enseñanza Secundaria de Uruguay en el marco del Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación-Tercera edición.

Uno de los objetivos principales del “Primer Concurso de Proyectos de Introducción a la Investigación en aulas del CES” es que los docentes y estudiantes de diferentes instituciones educativas del país puedan compartir los Proyectos que realizan sobre diversas temáticas vinculadas a la propuesta programática.

Asimismo, el concurso mencionado, tiene como finalidad fundamental proyectar fuera del salón de clase, la gran potencialidad que posee el trabajo tanto de docentes como de educandos y visualizar la creatividad en las propuestas de los temas de investigación.

Lo señalado constituye un gran desafío ya que requiere desarrollar las habilidades de comunicar en ciencias y respecto a ello se está “haciendo camino al andar”.

En estos tres años en los que el concurso ha transcurrido, se han presentado excelentes proyectos de investigación los cuales no han podido ser publicados por las dificultades que emanan de la escritura del marco teórico, de los antecedentes o del resumen del trabajo.

La comunicación de la investigación realizada, desde la Didáctica de las Ciencias, constituye una de las dimensiones fundamentales de la competencia científica que el docente debe promover. El conocimiento científico como construcción social, dentro de un determinado contexto, ha sido posible porque cada científico ha comunicado sus investigaciones y basados en las mismas, se ha corroborado o se ha logrado refutar las diversas teorías, y de esta forma se ha avanzado en la construcción de dicho conocimiento.

La comunicación implica el desarrollo de la competencia lingüística y en la actualidad se entrelaza con otra competencia básica como lo es la competencia digital.

El abordaje de ambos tipos de competencias es una responsabilidad de todos los educadores, incluidos los docentes de ciencias.

La comunicación, desde la Didáctica de las Ciencias, implica que los estudiantes aprendan a redactar y elaborar un informe científico, un póster, un recurso digital o aprendan a desarrollar una defensa oral del trabajo realizado.

## 1. Comunicación escrita

Leer y escribir en ciencias es actualmente una de las dificultades mayores a la que se enfrentan estudiantes y educadores. En la última década en la educación, algunos docentes han puesto escaso énfasis en el desarrollo de la escritura. Esto se visualiza cuando se revisan las pruebas escritas que hacen los estudiantes, en las cuales se constata que deben completar esquemas colocando nombres o completar frases agregando palabras, o rellenar cuadros utilizando ciertos conceptos, utilizar conectores para unir frases, entre otros.

En ciertos casos se solicita la producción de texto en las propuestas escritas, lo que no se conjuga con lo que sucede en el aula, ya que exigidas veces se le indica elaborar texto, generalmente se les pide que copien del pizarrón y en algunas ocasiones se les dicta.

En algunas ocasiones, cuando los docentes solicitan que los estudiantes busquen información, generalmente éstos copian y pegan de páginas de internet sin siquiera haber leído dicha información.

Aunado a estas prácticas de los estudiantes, que les permiten un escaso aprendizaje en lo referente a interpretar lo que leen y elaborar nuevo texto, otra dificultad es la vinculada a la lectura de un texto científico.

Es característico de este tipo de texto, que no se usa la primera persona, se aproxima a lo impersonal, se jerarquiza la investigación en sí, presenta grupos sintácticos muy largos y con mucha información, tampoco busca promover el interés, se acerca el que tiene afinidad con dicho tema, por ello un informe científico comienza haciendo referencia a la importancia del tema (Imbert, 2010).

Son estas características las que le presentan mayores dificultades al estudiante; especialmente al momento de comprender lo que está leyendo, o cuando tiene como desafío la redacción de un informe científico.

Sutton (1996) indica que en las fases iniciales de la formulación de las teorías, los científicos Boyle y Harvey, esgrimían un lenguaje personal y subjetivo, muy diferente a la objetividad y precisión de los documentos científicos. De acuerdo a ello él expresa que desde la Didáctica de la Ciencias para enseñar y aprender ciencias el lenguaje debe ser subjetivo, personalizado e interpretativo (Cassany, 1999).

Cassany (1999) reconoce dos aplicaciones principales en el uso del lenguaje por parte de los científicos: 1. Utilizan el lenguaje como sistema interpretativo y elaboran enunciados con un yo explícito cuando formulan hipótesis, teorías u objetivos de la investigación. 2. Manejan el lenguaje como “sistema de etiquetaje” y presentan el conocimiento de forma precisa y objetiva cuando se socializa la investigación y discuten, refutan o aceptan junto a otros investigadores el conocimiento.

En relación a estos dos usos del lenguaje en Ciencias, Bruner (1991) indica que las primeras experiencias se organizan como narraciones y afirma que sin ellas no se podrían enfrentar los conflictos y contradicciones que produce la vida en sociedad y agrega “nuestra capacidad para contar nuestras experiencias en forma de narración no es sólo un juego de niños, sino también un instrumento para proporcionar significado que domina gran parte de la vida en una cultura.” (Bruner, 1991, p. 99)

Al comparar una narración con un texto científico se observa que existen diferencias muy trascendentes a la hora de comprender el significado que los mismos expresan.

Generalmente una narración presenta el verbo conjugado en primera persona, ya sea que refiera al personaje involucrado o al narrador, el texto trata de interesar al lector, y crea expectativa, características muy diferentes a las ya descritas en un texto científico (Imbert, 2010).

Cuando se trabaja con la historia de las ciencias, desde el modelo didáctico transmisivo, la estrategia consiste en volver a contar la resolución de los problemas, y se utiliza la narración, por lo que resulta más fácil de entender para el estudiante.

La educación en ciencias no debe ser sustentada exclusivamente por narraciones sino que se debería tener en cuenta los procesos de creación de la ciencia y utilizar la estrategia de historia de las ciencias dentro del modelo de aprendizaje por investigación. Implica proponer problemas abiertos a los estudiantes para poner en acción procesos que involucran las habilidades y capacidades necesarias para la resolución de los mismos.

Este tipo de problemas heurísticos son los que se plantean en los Proyectos de Introducción a la Investigación, que son promovidos y presentados a través de este libro.

## **1.1. Actividades para desarrollar la escritura**

La preparación del futuro ciudadano para una cultura científica, implica que el docente utilice estrategias que permitan al estudiante leer, comprender y escribir en ciencias. Para ello es necesario brindar a los educandos las herramientas necesarias para su desempeño futuro, dotarlos de autonomía en su aprendizaje, permitirles la autorregulación y por lo tanto la metacognición, en resumen, es enseñarles a actuar de un modo científico (Monereo, 1998).

Según Cassany (1999) algunas propuestas prácticas para escribir y aprender a través del currículum son los diarios de clase y de materia, actividades de escritura libre y los Proyectos de investigación.

Las actividades que deberán realizar los estudiantes incluyen la escritura de su problema y pregunta de investigación, las hipótesis, producir un marco teórico, describir materiales y metodología, los datos obtenidos, resultados, discusión y conclusión. En el trabajo con Proyectos de investigación, el acto de escribir es la acción predominante e imprescindible para poder desarrollarlos.

En cada uno de los capítulos de un proyecto de introducción a la investigación además del componente lingüístico se encuentra el técnico. Por ejemplo una pregunta de investigación pue-

de estar bien redactada pero no cumplir con los requisitos técnicos para etiquetarse como pregunta investigable. El estudiante debe desarrollar las habilidades en ambos tipos de contenidos que debe aprender. Escribir los resultados de la investigación implica manejar textos continuos y discontinuos ya que los resultados se deben redactar y además expresar a través de tabla de datos y gráficos.

Un marco teórico requiere que el docente inicie el abordaje con textos que posibiliten diferenciar paráfrasis y citas además de conocer la forma de referenciar los autores en cada caso. Exige destinar tiempo en el aula para enseñar a parafrasear. A esto se suma el aspecto técnico en el vocabulario científico y en la nomenclatura, ya que los estudiantes deben aprender a escribir los nombres científicos, entre otros.

## 1.2. Dificultades y propuestas

El acto de escribir, probablemente es la habilidad lingüística más dificultosa, porque requiere el uso instrumental del resto de las aptitudes durante el proceso de producción (Cassany, 1999)

La escritura tiene diversas funciones, estas pueden ser manipulativas, registrativas, epistémica y comunicativa, entre otras (Cassany, 1999).

En los Proyectos de investigación, cuando el estudiante redacta los objetivos, el método de trabajo y las hipótesis, la escritura actúa como instrumento regulador, ejerciendo funciones manipulativas. Al realizar anotaciones de las observaciones, tiene funciones registrativas; mientras que al analizar resultados y elaborar interpretaciones la función de la escritura es epistémica. Finalmente es comunicativa cuando se transmite la experiencia realizada.

“Proponer una escritura epistémica, no una mera escritura reproductiva, es un gran desafío para el proceso de escritura de los PIID, que guarda coherencia con la postura epistemológica y metodológica asumida” (Cabrera, Imbert, Rebollo, 2017, p. 65).

El mayor obstáculo en la escritura del trabajo con Proyectos se encuentra en la redacción del marco teórico. Requiere de parte del docente la planificación de actividades que comienzan desde propuestas sencillas y accesibles que aproximen al estudiante a la lectura de un marco teórico, hasta llegar a la producción del mismo.

La sucesión de actividades puede ser la siguiente:

1. Entregar marcos teóricos en los que el docente subraya de diferente color las citas y paráfrasis y analizar a partir de allí las características de cada una de ellas, además de trabajar los contenidos conceptuales.
2. Proporcionar marcos teóricos para que los estudiantes subrayen las citas y paráfrasis.
3. Proveer marcos teóricos para que los estudiantes agreguen una cita y una paráfrasis.
4. Elaborar un marco teórico con dos autores.
5. Agregar autores al marco teórico que se inició con dos autores (Imbert, 2017).

Lograr por parte de los estudiantes la producción de un marco teórico es un gran desafío que lleva un largo proceso. No es una meta imposible, pero la reelaboración de ese conocimiento científico es fundamental para la divulgación.

La divulgación de la ciencia no es popularización, ni vulgarización, ni traducción, es reelaborar el conocimiento científico para cada audiencia y contexto (Cassany, 2006).

## **2. Comunicación oral**

Este tipo de comunicación genera tantas o más dificultades que la comunicación escrita. Implica un proceso que el docente debe promover durante todo el año. Cuando a un estudiante se le solicita que exponga oralmente su trabajo y no está preparado para hacerlo, resuelve la situación leyendo o repitiendo de memoria lo estudiado.

Los Proyectos favorecen la expresión oral, durante la implementación de cada uno de los capítulos de la investigación, cuando el docente propone que se realice puesta en común en las diferentes instancias, ya sea para que los estudiantes relaten a sus compañeros la pregunta investigable, los objetivos, los resultados, entre otros.

La recurrencia y espiralización que se realice en la comunicación oral del Proyecto en el transcurso del año, favorece una comunicación oral exitosa en la presentación final del proyecto.

Cuando se aborda esta competencia lingüística es necesario que el docente promueva la elaboración de apoyos como puede ser un póster, un prezi u otro recurso tecnológico y que oriente en el uso del mismo.

La presentación de los Proyectos en diferentes instancias, como presentar primero a sus compañeros de grupo, a otros grupos, a escuelas, a la comunidad educativa en una Muestra Liceal, en una Muestra Departamental y luego la Nacional, constituyen diversas oportunidades para el estudiante de enfrentar el desafío de exponer y en el proceso mejorar su expresión oral.

## **3. La evaluación**

Propender a una evaluación “para el aprendizaje”, favorece la mejora en la comunicación escrita y oral.

El uso de instrumentos como la rúbrica o las escalas o rangos, en los que se explicitan las categorías a evaluar y en el caso de las rúbricas también se dan a conocer las expectativas dentro de cada nivel de desempeño a través de la redacción de los descriptores, posibilitan la autoevaluación, coevaluación y evaluación mutua.

La importancia de este tipo de evaluaciones se encuentra en que se propicia la metacognición y la autorregulación de los estudiantes en el aprendizaje; lo cual conlleva a mejorar la comunicación tanto escrita como oral y a la adquisición de la autonomía en el proceso.

## Referencias Bibliográficas

- Bruner, J. (1991) *Actos de significado*. Madrid. Ed. Alianza.
- Cabrera, C., Imbert, D., Rebollo, C. (2017) *Acción y Reflexión: la investigación como potenciadora de aprendizajes*. Uruguay: Gráfica natural.
- Cassany, D. (1999) *Construir la escritura*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Cassany, D. (2006) *Tras las líneas. Sobre la lectura contemporánea*. Barcelona. Ed. Anagrama.
- Imbert, D. (2010). “Estrategias facilitadoras de aprendizajes de calidad” En E. Fiore. *Didáctica de la Biología*. Montevideo. Ed Monteverde.
- Monereo, C. (1998) *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Madrid. Ed. Graó

# CAPÍTULO 1

## INFORMACIÓN REFERIDA AL CONCURSO



# Bases

Se invita a los docentes a trabajar con Proyectos de Introducción a la Investigación dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación. Este modelo incluye múltiples formas de enseñar y de aprender que, su vez, posibilitan el abordaje del conocimiento científico de manera similar a los procesos por los cuales se construye el mismo, potenciando el gusto por la ciencia, la motivación de los estudiantes, el desarrollo de la competencia científica y el logro de aprendizajes de calidad.

“La investigación está mostrando que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear el aprendizaje de las ciencias como una actividad, próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales” (Gil Pérez *et al.*, 2005. p. 26)

## Objetivos

- Fomentar la utilización de un modelo didáctico que atiende a la diversidad, es inclusivo y posibilita el desarrollo de competencias lingüística, de razonamiento lógico-matemático, científica, digital y de trabajo colaborativo.
- Propender a una nueva cultura en las estrategias de enseñanza que se utilizan en el aula, favoreciendo un abordaje atractivo y contextualizado de los temas curriculares.
- Propiciar la difusión de los Proyectos de Introducción a la Investigación que implementan los docentes en el aula.

## Presentación de proyectos

Podrán presentarse aquellos proyectos de liceos públicos y habilitados que cumplan con los siguientes requisitos:

- El docente responsable debe hacerse cargo de todo lo pertinente a la seguridad de los trabajos experimentales verificando el cumplimiento de las normas de seguridad correspondientes al trabajo en laboratorio y salidas de campo. No permitirá la elección de temas para el Proyecto que atenten contra la salud de los estudiantes.
- Planteen un problema abierto cuya resolución se realice a partir de los datos recogidos en un trabajo de campo y/o laboratorio.

- La interrogante planteada se encuentra contextualizada al lugar donde vive el estudiante y corresponda a un tema curricular.
- El trabajo haya sido realizado por un grupo de tres o cuatro estudiantes y orientado por un docente o un equipo si se trata de un proyecto interdisciplinario. Se valorará especialmente que se trate de un Proyecto abordado desde el aula, sin impedimento de que se siga trabajando en tiempo extra-áulico como extensión pedagógica de la misma.
- La presentación deberá realizarse a través de un póster en el que conste:
  1. Pregunta que orienta la investigación.
  2. Resumen del trabajo (hasta 300 palabras).
  3. Metodología.
  4. Resultados a través de tablas y/o gráficos.
  5. Discusión y conclusiones.
  6. Bibliografía.
- Presentar el informe de la investigación incluyendo: carátula, índice, resumen, introducción, problema e interrogante, hipótesis, marco teórico, antecedentes, metodología, resultados, discusión, conclusión o consideraciones finales, referencias bibliográficas (según normas APA) y anexos. El informe tendrá un máximo de 10 páginas, letra Times New Roman 12 con interlineado simple y hasta 10 páginas más de anexos.
- Para el marco teórico tener en cuenta las normas APA (ante presunción de plagio se eliminará el trabajo en cualquier instancia). Se controlarán los trabajos con software específico para detección de plagio.
- Las imágenes y figuras constan de título y estarán numeradas.
- Los trabajos que no cumplan con lo solicitado quedarán eliminados.

## Instancias

Se realizarán tres muestras (exposición de póster, defensa proyecto y elaboración de informes) de los proyectos.

1. Etapa Liceal.
2. Etapa Departamental
3. Etapa Nacional.

1. En la **etapa Liceal** serán elegidos dos proyectos que pueden ser interdisciplinarios o de diferentes asignaturas, teniendo más importancia los primeros por estimular este tipo de trabajo. La elección de los proyectos en el caso que el liceo cuente con más de dos proyectos, podrá ser

realizada por **un tribunal integrado por docentes y un estudiante**, votado por sus compañeros, que tenga experiencia en haber participado en concursos anteriores o en el trabajo con Proyectos. En el caso que corresponda el tribunal verificará que los Proyectos cumplan con los requisitos pautados y dichos proyectos representarán al liceo en la instancia Departamental.

2. En la **etapa Departamental** se procederá de la misma forma que en la etapa liceal para seleccionar dos proyectos. El referente elegido por la sala del Departamento oficiará de vínculo entre la Inspección del Sector y los docentes del departamento, colaborando en la organización de esta etapa e integrando el tribunal por el orden docente. Los docentes que integren el tribunal deberán tener experiencia en el trabajo con Proyectos, evaluarán el informe, el póster y la defensa.

3. A la **etapa Nacional** se enviarán 2 proyectos por Departamento. **Para pasar a esta etapa deberá haber sido evaluado en la instancia departamental.** El jurado evaluará los informes enviados de los 38 proyectos, concurriendo a exponer a la Muestra Nacional 18 Proyectos, seleccionados de los 38 originales. De ellos, en función de la evaluación del tribunal, que es inapelable, hasta 10 serán publicados y los otros 8 recibirán menciones especiales. Todos los que pasen a la instancia Nacional (38) podrán concurrir a la etapa Nacional, en la ceremonia recibirán diplomas de participación en el concurso y reconocimiento por haber pasado a la instancia Nacional.

El tribunal dará **menciones** a ocho proyectos: interdisciplinariedad, originalidad de la pregunta, creatividad en la metodología, mejor póster, mejor defensa, mejor trabajo en equipo, y dos menciones serán por la contribución a la conservación del medio ambiente.

Se publicarán los resúmenes de todos los proyectos que hayan sido seleccionados para pasar a la instancia Nacional.

En la instancia Nacional se efectuará una evaluación ponderada de los trabajos, otorgándoles un 50 % al informe, 25 % al póster y 25 % a la defensa del proyecto.

Los proyectos seleccionados en la etapa Departamental serán enviados a concurso.proyectos.cn@gmail.com, correo cuya contraseña está en conocimiento de los integrantes del jurado nacional. La fecha límite para el envío de los proyectos es el 9 de octubre, ya que el tribunal evaluará de forma previa a la instancia Nacional los informes y pósteres.

## Cronograma

- Etapa liceal: agosto-setiembre
- Etapa Departamental: setiembre
- Etapa Nacional: octubre-noviembre.

## Premiación

El premio consistirá en:

- Reconocimiento para los estudiantes y docentes.
- La publicación en un libro digital de los informes correspondientes a los 10 proyectos elegidos y los resúmenes de todos los proyectos presentados en la instancia Nacional (el jurado leerá y realizará sugerencias para la corrección de los informes).

## Algunas pautas para la elaboración de los pósteres<sup>1</sup>

### Póster: Consideraciones Generales

- Deberá montar su material en papel de póster fino o cartulina. Evite los materiales pesados, esto puede ocasionar inconvenientes al suspender el póster en la superficie asignada. Si le parece apropiado, puede resultar útil montar porciones de la presentación relacionadas conceptualmente sobre fondos del mismo color, esto ayudará a los observadores a recorrer su presentación de forma más eficiente.
- El póster deberá ser lo más explícito posible, de modo de que su principal tarea sea complementar la información que este contiene. El formato de póster debe poseer la información suficiente e incluir un esquema y material visual que lo ayude a presentar sus argumentos.
- Cada participante deberá asegurarse de traer consigo el material que sea necesario para a la presentación.
- El/los autor/es del póster deberá/n estar disponible/s y listo para realizar su presentación en el transcurso de la muestra.

### Disposición del material

La medida del póster debe ser de 60 cm de ancho por 90 cm de largo (2 cartulinas).

No olvide agregar su nombre y grupo, el título de su trabajo, así como el nombre del docente, liceo, departamento.

Recuerde que su texto e ilustraciones deberán verse desde una distancia aproximada de un metro. Se sugiere que el tamaño de la letra del texto sea entre 0,70 cm y 0,90 cm. (Times New Roman 28) y entre 2,00 cm y 2,50 cm (Times New Roman 48) de alto para el título e información que quiera resaltar, y preferentemente en negrita.

---

<sup>1</sup> Extraído y modificado a partir de las pautas propuestas por PEDECIBA-UNESCO. FACULTAD DE CIENCIAS.

Las cifras y las tablas deben ser lo más sencillas posibles, para que el observador pueda fácilmente captar el mensaje principal. Cada ilustración deberá contar con un encabezado general breve de no más de dos líneas.

En la porción superior izquierda del póster deberá ubicar el Resumen de su trabajo (no más de 300 palabras), y en la porción inferior derecha sus Conclusiones. En los cuadrantes restantes del póster estarán los apartados siguientes: el problema planteado, Objetivos, Metodología utilizada, Resultados obtenidos.

Al decidir la disposición de su presentación en el póster, recuerde que es preferible diagramar el material en columnas y no en filas.



## **CAPÍTULO 2**

### **INFORMES**



# 1. Acuoponía en peceras

## ESTUDIANTES

Martín Rodríguez

Stephanie de los Santos

Florencia González

Selena Larronda

Lucía Suárez

Malena Tárdiz

1º Ciclo Básico

## Profesora Orientadora:

Leticia Quintana

## Liceo N° 3 Homero Macedo

Treinta y Tres.

## Resumen

En un comienzo se propuso buscar un método para no cambiar el agua de la pecera y que la misma se mantuviera limpia. Buscando información se encontró que un sistema acuapónico podría ser adecuado para lo que se buscaba, por lo que se procedió a la construcción de dicho sistema. Para llevar a cabo este experimento se utilizó un acuario típico con cuatro peces, una bomba de agua, unida a tubos de plastiducto, jardineras, sustrato de perlita, guata, plantas de romero y lavanda. El agua de la pecera con restos de la excreción de los peces y de comida es enviado por una bomba a través de tubos a la jardinera con la planta de romero y lavanda que se encuentra sobre la pecera. El agua vuelve a caer al acuario, luego de realizarse una serie de procesos biológicos y ser filtrada por la guata. Para poder comparar y analizar el sistema se utilizó como testigo la pecera del laboratorio, a la cual se le cambia el agua cada dos o tres meses. Se realizaron análisis semanales del agua de ambas peceras utilizando test de nitritos y midiendo el pH. También se observó la calidad del agua, a simple vista y al microscopio. Luego se compararon los resultados obtenidos del nuevo sistema elaborado y la pecera testigo. El sistema acuapónico resultó ser un buen mecanismo para mantener el equilibrio entre un ecosistema acuático y terrestre, reduce el cambio de agua constante ya que el agua se mantiene limpia, es decorativo, evita el regado de plantas y su uso se puede adaptar a diferentes disponibilidades, fomentando el autocultivo.

## Introducción

En un principio se planteó el tema de cómo se puede hacer para no cambiar constantemente el agua de la pecera, ante este problema nos planteamos las siguientes hipótesis:

Un sistema acuapónico es efectivo para evitar el cambio de agua de un acuario y que ésta se mantenga limpia y saludable para la vida de los peces y plantas.

Los peces y plantas en diferentes ecosistemas pueden beneficiarse entre sí.

Por lo tanto, se plantean los siguientes objetivos:

- Conocer más sobre el sistema acuapónico y el equilibrio de los ecosistemas.
- Crear un ambiente natural, sustentable con condiciones óptimas para la vida de peces y plantas.
- Estudiar cuáles son los ciclos que intervienen en los ecosistemas acuáticos y la simbiosis que se establece entre bacterias, plantas y peces.

## Marco teórico

La acuaponía es un sistema sustentable que combina la producción de plantas sin suelo (hidroponía) con la cría de animales acuáticos como por ejemplo los peces (acuicultura) en un ambiente simbiótico.

Se puede definir acuicultura como el cultivo de animales acuáticos, como peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas e hidroponía como el cultivo de plantas colocando las raíces en soluciones nutrientes. (Malcom, 2005; Parker, 2002).

En cuanto al funcionamiento de un sistema acuapónico, son tres los organismos involucrados en el rendimiento óptimo: plantas, peces y bacterias nitrificadoras. Los desechos metabólicos generados por los peces y restos de alimentos o generados por la descomposición microbiana de desechos orgánicos, son utilizados por los vegetales y transformados en materia orgánica vegetal y el agua libre de desechos puede ser ahora reutilizada por los mismos peces. Siendo esto gran importante en el tratamiento de desechos y rentabilidad, ya que el agua es reutilizada.

El ciclo del nitrógeno cumple una de las funciones más importantes en un sistema de acuaponía.

El nitrógeno es un componente esencial de las proteínas. Normalmente el nitrógeno se encuentra disponible para las plantas, solamente en dos formas químicas: el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). De este modo, aunque la atmósfera terrestre esté compuesta en casi un 80 % por gas de nitrógeno, se encuentra en forma de ( $\text{N}_2$ ), el cual no puede ser absorbido por las plantas. (Smith, 2007).

La fijación biológica del nitrógeno, se lleva a cabo por bacterias simbióticas que viven en mutualismo con las plantas, estas bacterias son aeróbicas libres y cianobacterias. La fijación divide el nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) en dos átomos de nitrógeno libre. Los átomos libres de nitrógeno se combinan con hidrógeno y forman dos moléculas de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Para fijar 1 g de nitrógeno, las bacterias deben consumir alrededor de 10 g de glucosa, un azúcar simple producido por los vegetales en la fotosíntesis. (Smith, 2007).

La bacteria *Rhizobium*, se encuentra asociada con aproximadamente 200 especies de plantas leguminosas. Existen alrededor de 12000 especies desde cianobacterias hasta plantas con nódulos radiculares, que son responsables de la fijación del nitrógeno. Las bacterias libres del suelo también contribuyen con la fijación. Las más importantes son *Azotobacter* aeróbico y el *Clostridium* anaeróbico. Dentro de las cianobacterias las más conocidas son del género *Nostoc* y *Calothrix*, que se encuentran tanto en el suelo como en hábitats acuáticos. Existen líquenes que participan en la fijación del nitrógeno como: *Collema tunaeforme* y *Peltigera rufescens*. Los cuales presentan como componente algal cianobacterias. (Smith, 2007).

Las plantas pueden utilizar directamente el amonio del suelo. Además de la deposición atmosférica, el  $\text{NH}_4^+$  se forma en el suelo como producto de la descomposición microbiana de materia orgánica, lo cual se denomina amonificación.

En algunos ecosistemas las raíces de las plantas deben competir por el  $\text{NH}_4^+$  con dos grupos de bacterias aeróbicas, que lo utilizan para su metabolismo mediante el proceso de nitrificación. En el primer grupo son *Nitrosomonas* que oxidan el  $\text{NH}_4^+$  para convertirlo en  $\text{NO}_2^-$ , mientras que el segundo grupo *Nitrobacter* oxida al  $\text{NO}_2^-$ , para convertirlo en  $\text{NO}_3^-$ . Una vez formado el nitrato, este puede ser absorbido por las raíces de las plantas u ocurrir el proceso de desnitrifi-

cación por acción de *Pseudomonas* que actúan en condiciones anaeróbicas, las cuales reducen el  $\text{NO}_3^-$  para convertirlo en  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{N}_2$ . Estos gases vuelven a la atmósfera. (Smith, 2007).

El ciclo del nitrógeno es similar entre los distintos ecosistemas e implica: la asimilación del amonio y nitrato por las plantas y el regreso del nitrógeno hacia el suelo, los sedimentos y el agua por medio de la descomposición de la materia orgánica. (Smith, 2007).

## Antecedentes

En cuanto a los antecedentes de este sistema, Jones (2002) menciona que es una técnica utilizada hace más de 1500 años en la antigua China, también llevada a cabo por los Incas de Perú quienes utilizaban gansos y peces en estanques ovalados. Colocaban peces en los estanques y utilizaban a los gansos para alimentarse de estos, luego los desechos de los gansos eran utilizados para abonar el suelo.

Uno de los primeros antecedentes documentados en cuanto a investigaciones realizadas es el de Mc Larney (1972), aunque no se trataba de un sistema de recirculación de agua. Trabajó con peces y plantas y el beneficio entre ambas. Su investigación consistía en regar una serie de plantas con agua potable y otras a base de agua donde criaba peces. Los resultados fueron notorios ya que las plantas regadas con agua de la canilla crecieron menos que las que recibieron agua donde vivían los peces.

En las siguientes décadas existieron una gran cantidad de estudios e investigaciones en lo referente a diversos sistemas con la incorporación de diferentes plantas y otros animales acuáticos como cangrejos. Los estudios se centran en la ingeniería acuícola, el manejo sustentable en la producción de alimentos y la producción comercial. Las investigaciones realizadas y el avance de la tecnología han producido un desarrollo de estos sistemas a grandes escalas, aunque todavía le falta divulgación.

Otros aportes interesantes son los de Wardlow (2002) en cuanto a la educación ya que se refiere al trabajo con el sistema acuapónico en los estudiantes de ciencias agrícolas para incrementar el interés o el de Nelson (2004) que explica; la interacción de los niños con seres vivos en sistemas pequeños, de fácil montaje, que requieren tomar mediciones de diferentes tipos, y conectar diferentes fenómenos que normalmente no son relacionados por ellos, lleva a una integración y mejor comprensión de algunos fenómenos.

## Materiales y métodos

Se planteó por parte de la profesora de Biología trabajar con un proyecto durante el año. Por lo que se buscó un problema a resolver relacionado con la asignatura Biología. Se propone el problema del agua de la pecera, cómo hacer para no cambiar el agua de la misma constantemente.

Se buscó información en la web y en vídeos. En clase se visualiza un vídeo que muestra cómo realizar un sistema acuapónico en una pecera. Se investiga en qué consiste la acuoponía y sus beneficios.

Primero se arma una pecera con todo el grupo, todos los participantes traen diferentes materiales para instalarla.

Se estudian en clase las características de un acuario de agua dulce y los requerimientos que conlleva, como controlar diferentes parásitos y las características de los peces que integrarán el ecosistema.

Luego se realizó la instalación del sistema acuapónico, el cual se construyó de forma casera con caños de plastiducto conectados a una bomba que impulsa el agua desde la pecera, a un par de jardineras con plantas que se encuentran sobre el acuario.

Se utilizó como sustrato para las plantas Perlita volcánica la cual favorece el drenaje y el aireado de las raíces, impidiendo que el agua de la pecera se ensucie, también funciona como medio para el desarrollo de las bacterias nitrificantes.

La segunda jardinera que se encuentra encastrada a la primera, cuenta con un filtro (guata), donde se filtra la suciedad y propicia el crecimiento de bacterias nitrificantes. Ambas jardineras fueron perforadas así el agua vuelve a caer a la pecera.

Los días lunes, jueves y viernes el equipo de trabajo se reúne en el laboratorio a realizar valoraciones y buscar información sobre cómo funciona el sistema y qué mediciones hacer sobre la calidad del agua.

Se estudia el ciclo del nitrógeno ya que el sistema acuapónico funciona gracias a este ciclo biológico que permite un equilibrio en los ecosistemas acuáticos.

Para poder medir el grado de pureza del agua se utilizó un test de nitritos (los cuales son tóxicos tanto para las plantas como para los peces), test de pH y valoraciones a simple vista y al microscopio. Para medir el pH se utilizaron tiras de papel reactivas y luego se consiguió con otra institución un sensor fisicoquímico. Por otro lado, para las mediciones de nitritos, se utilizaron dos reactivos que se colocaban en una muestra de agua de la pecera y luego se cotejaba en una guía, que contenía una gama de colores en tonos rosa.

Se realizan test de nitritos y pH todos los martes, en la pecera con acuaponía y en la pecera testigo para comparar y valorar los resultados.

Se colocan plantas acuáticas en ambas peceras para aumentar la absorción de nitratos. También se realizan observaciones al microscopio de la calidad del agua, se registra, identifica y se toman fotografías de lo observado.



Imagen 1  
Pecera con sistema acuopónico

## Cronograma

12 de abril: Se comienza a discutir cómo mantener el acuario limpio sin cambiarle el agua.

14 de abril: Observación de vídeo sobre acuaponía en pecera, se dialoga sobre los materiales.

28 de abril: Se arma la pecera. Se limpia y se le ponen las piedritas, el agua, el oxigenador, gotas anticloro y azul de metileno.

3 de mayo: Se ponen 2 peces en la pecera (Goldfish Shubunkin London y Goldfish común) donde se creará el sistema acuapónico.

12 de mayo: Se colocan dos peces más (Goldfish Telescopio y Goldfish Fantail) en la pecera que tendrá el sistema acuapónico.

5 de mayo al 7 de junio: Se estudia en el aula y con el resto de los compañeros, todos los requerimientos de los acuarios, parásitos de los peces, características de los mismos, comportamiento, etc.

14 de junio: Se instala el sistema acuapónico.

12 de julio: Se estudia en clase el ciclo de nitrógeno, características del mismo y relación con el sistema acuapónico.

Se encuentran dos peces muertos, luego del período de vacaciones.

Se evalúan las posibles causas.

Se cambia el agua a la pecera para evitar más muertes.

Estudio de las causas de mortandad en los peces

19 de julio: Comienzan las mediciones de nitritos y pH.

21 de julio: Se estudian características de las bacterias nitrificantes.

2 de agosto: Se observan primeras diferencias a simple vista. La pecera testigo tiene un poco verde el vidrio.

Se ponen plantas acuáticas en ambas peceras. (Lenteja de agua Lemna Minor y acordeón de agua Salvinia auriculata).

9 de agosto: primera diferencia en el test de nitritos. La pecera con sistema acuapónico da un resultado de 0 ppm, mientras que la pecera testigo, 0,25 ppm.

16 de agosto: La pecera testigo presenta una gran cantidad de algas. Observación al microscopio. Se realiza registro fotográfico.

## Resultados

Se comienza este proyecto con la pregunta: ¿es posible mantener el agua limpia de un acuario, y evitar el cambio de agua constante?

Las peceras son un ecosistema acuático ya que están formadas por componentes bióticos y abióticos que se relacionan entre sí. ¿Es posible mantener un equilibrio ecológico?, ¿un sistema acuapónico es viable?, ¿se presenta como solución a la pregunta planteada?

La acuaponía combina la hidroponía con la producción sostenible de plantas sin la presencia de tierra o suelo con la cría de animales acuáticos en este caso peces que pueden convivir en un medio ambiente simbiótico de mutua beneficencia.

Esto es posible gracias a un ciclo biológico, el ciclo de nitrógeno, donde participan en este caso tres actores principales: plantas, peces y bacterias nitrificantes.

Estas últimas son las encargadas de transformar los productos de la excreción y restos de comida de un acuario, producidos en forma de amoníaco o amonio (los cuales se vuelven tóxicos para la vida de los peces) en nitritos (también tóxicos) y de estos a nitratos, los cuales son mucho menos tóxicos y pueden ser utilizados por las plantas para su nutrición.

El agua vuelve a la pecera con menor cantidad de productos tóxicos, previamente filtrada.

Las mediciones realizadas arrojan resultados favorables debido a que el día 9 de agosto el test de nitritos muestra un resultado ideal de 0,0 ppm para nuestra pecera, mientras que la pecera testigo el resultado no es malo; pero existe una diferencia ya que presenta un valor de 0,25 ppm.

El test de pH da como resultado un medio neutro (pH = 7) para ambas peceras, una buena condición para la vida de los peces.

En cuanto a las observaciones a simple vista, la pecera con el sistema acuapónico presenta muy pocas algas en las paredes del acuario, mientras que la pecera testigo tiene una cantidad considerable de algas.

Las observaciones al microscopio de estas algas y del agua permiten reconocer, con ayuda de la profesora y de la ayudante preparadora del laboratorio, varios tipos de protozoarios (*Euglena sp*, *Vorticela sp*, *Stentor sp*) y Planarias (*Tubellarios tricládidos*) las cuales se pueden transformar en plagas del acuario y varios tipos diferentes de algas. Estos organismos pueden ser perjudiciales ya que compiten por los nitratos con las bacterias nitrificantes, pudiendo reducir el número de estas bacterias beneficiosas para nuestro sistema acuapónico, y creando un gran crecimiento de algas, lo que produce el agua verde, se pierde visibilidad y es antiestético.

En la pecera con el sistema acuapónico se visualizan algunas algas (muy pocas), no se visualizan protozoarios, tampoco Planarias.

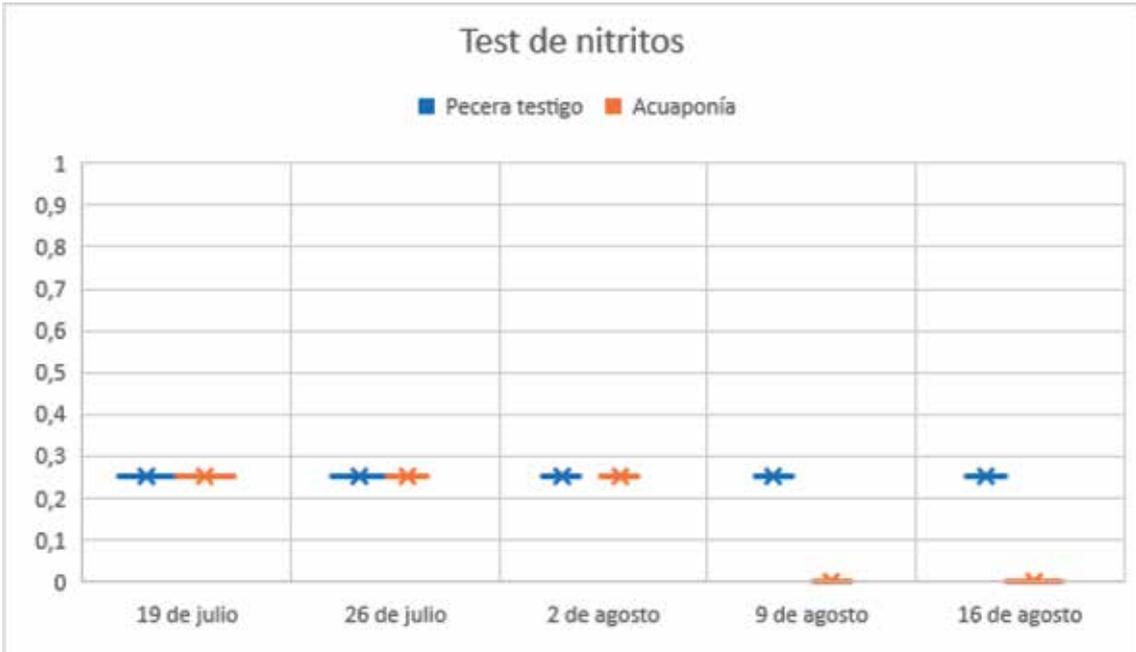


Gráfico 1: Resultados test de Nitritos.

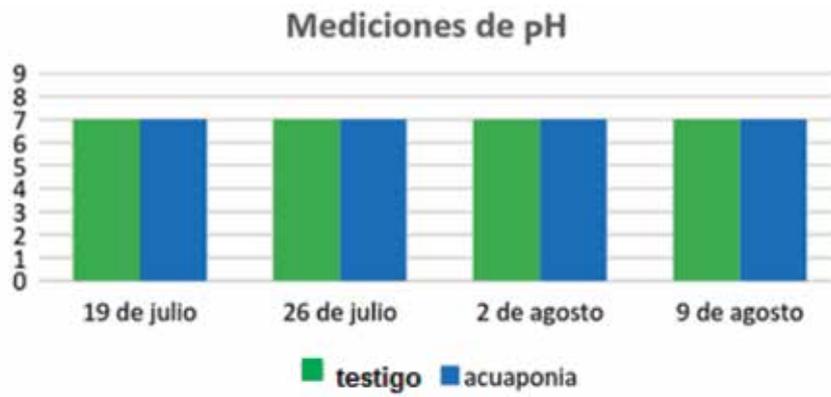


Gráfico 2



Imagen 2

Pecera con sistema acuapónico vs. pecera testigo.

A la izquierda pecera con sistema acuapónico.

A la derecha pecera testigo.



Imagen 3: Observación al microscopio del agua de la pecera testigo.

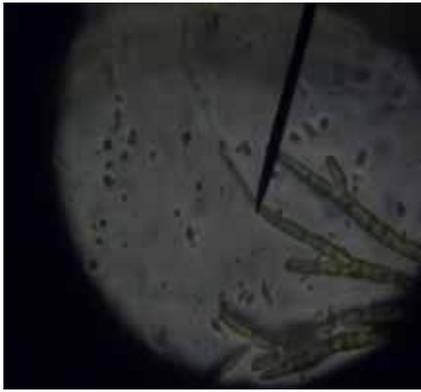


Imagen 2 y 4 observación de protozoarios y algas en la pecera testigo.

## Discusión

Ante los resultados obtenidos se puede decir que el sistema acuapónico es un medio eficiente para el acuario y para mantener el agua de la pecera en buenas condiciones. Los resultados de nitritos demuestran que la calidad del agua es mejor que la de la pecera testigo sin sistema acuapónico, esto quiere decir que la población de bacterias nitrificantes creció lo suficiente como para poder convertir estos productos tóxicos a nitratos para ser utilizados por las plantas y establecer un equilibrio en los ecosistemas.

También mantiene el agua en circulación, lo que disminuye el crecimiento de algas.

Las plantas en el sustrato perlita se desarrollaron sin ningún problema, presentan un buen aspecto y crecieron en tamaño. Una conclusión importante es que no es necesaria la tierra para el crecimiento y desarrollo de las plantas, siempre y cuando tengan los nutrientes necesarios. El sustrato no solo les otorgó firmeza y sostén sino que también favoreció el crecimiento de las bacterias nitrificantes.

Las mediciones de pH y nitritos demuestran que el agua de la pecera testigo no es de mala calidad, pero si la aparición de mayor cantidad de algas le otorga una apariencia sucia y de poca visibilidad, este crecimiento de algas puede volverse perjudicial en un principio para las plantas acuáticas ya que compiten por la luz y los nutrientes. Y en un futuro sí se puede ver perjudicial para la vida de los peces.

Aunque hubo controversias con la muerte de dos peces de nuestro sistema acuapónico, los cuales encontramos muertos luego del período de vacaciones, las causas no están claras ya que no se contaba con medidores para el agua. Aún así los signos presentes pueden indicar la presencia de parásitos ya que presentaban corroídas partes del cuerpo. Tampoco se tiene el análisis ni referencias en cuanto a la cantidad de comida otorgada a los peces en las dos semanas de vacaciones para realizar una sola conclusión con respecto a este tema.

Se puede decir que el sistema acuapónico logra un ambiente simbiótico de beneficencia mutua, ya que no solo alcanzó una homeostasis ecológica, sino que ambos se presentan en buenas condiciones. Los productos de excreción de los peces son utilizados por las bacterias para su nutrición, como fuente de energía, esto beneficia a las plantas ya que utilizan los nitratos y favorece a los peces porque no hay productos tóxicos (amonio y nitritos) que los perjudiquen.

Por último, el sistema acuapónico en pecera no solo resulta efectivo, sino que también es decorativo, así como funcional ya que puede ser utilizado en este caso para el cultivo de especies aromáticas utilizadas en la preparación de alimentos u otros usos..

## Bibliografía

- González, M. & Fernández, A. (2001). *Ciencias de la Naturaleza y la Salud Biología y Geología*. España: Everest S.A
- Mariani, M. (2003). *El gran libro de los peces de acuario*. Planeta Publishing Corporation.
- Smith, T. & Smith, R. (2007). *Ecología*. (6ª edición). Madrid, España: Pearson educación.
- Ruppert, Barnes (1995). *Zoología de los Invertebrados*. (6ª edición) México: Interamericana.
- Ville, C. (1985). *Biología*. (7ª edición). México: Interamericana s.a.
- Ramírez, D., Sabogal, D., Jiménez, P. & Hurtado, H. (2008). *La Acuaponía: Una alternativa orientada al desarrollo sustentable. Vol4 (1)* 32-51.
- Bañuelos, R. (2017). *Acuaponía: Parámetros básicos de diseño*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Ciprínidos (carassius, carpas, barbos)* (2014). Recuperado de: <http://acuasuruguay.com/index.php/peces/ciprinidos-carassius-carpas-barbos>
- Acuaponía, la simbiosis perfecta entre el cultivo de plantas y la cría de peces* (2017). Recuperado de: <http://ecoinventos.com/acuaponia/>.
- Manisse Raúl. *Acuaponía: Acuicultura + Hidroponía*. (2011). Recuperado de: <https://ecocosas.com>.
- Variedades*. Recuperado de: <http://www.elgoldfish.com/>
- Cardo, Elena (2004). *Experimentación con goldfish: historia de un superviviente*. Recuperado de: <http://www.elgoldfish.com/>.
- La Temperatura del acuario* (2008). Recuperado de: <http://www.elgoldfish.com/>.
- Grenne, Jennifer (2002) *Plantas en el acuario del goldfish*. Recuperado de: <http://www.elgoldfish.com/>.
- Oasis (2013) *Acuaponía en casa*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=mpZ-VvvdM5Y>.



## **2. Celdas de combustible microbianas de sedimento**

**ESTUDIANTE**

Sofía Franco

**Profesor Orientador:**

Pedro Caramán

**Colegio y Liceo Sagrada Familia**

Montevideo.

## Resumen

El proyecto consiste en la construcción de celdas de combustible microbianas de sedimento (CCMS) con el objetivo de producir energía eléctrica. Las celdas están conformadas por un ánodo sumergido en un sedimento anóxico donde microorganismos se encargan de oxidar la materia orgánica sedimentada, y por consecuencia transfieren electrones al ánodo. Las celdas también cuentan con un cátodo suspendido en agua, donde se produce una reducción. Ambos electrodos están conectados a través de una resistencia. La corriente eléctrica se logra gracias a la capacidad de los microorganismos de transferir electrones al ánodo. En este caso se varió tanto el sustrato empleado como el diseño de los electrodos y se analizó el rendimiento de cada celda.

## Introducción

Previo a la realización del presente proyecto, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre bioelectricidad y celdas de combustible microbianas. La misma fue esencial porque el tema elegido cuenta con muy poco material disponible y lamentablemente no es de alcance popular. El presente trabajo contiene información necesaria, tanto para la comprensión de los tópicos abordados como para la puesta en práctica del proyecto.

Es importante destacar que los fundamentos teóricos del proyecto, reúnen conocimientos físicos, biológicos y químicos que en muchos casos estaban muy por encima del nivel de conocimientos para un primer año de bachillerato. Por esta razón se contó con la ayuda de Mariana Buadas, (Bioquímica) quien está realizando un posgrado sobre celdas de combustible microbianas en la Facultad de Química, y a quien se agradece inmensamente su preocupación y paciencia en la transmisión de sus saberes.

Debido a todo lo anteriormente nombrado hemos logrado el armado de las celdas, las cuales buscan transformar a energía eléctrica (más adelante se profundizará en los detalles que finalizan en la transformación a energía eléctrica.)

Para simplificar de ahora en más se hará referencia a las “celdas de combustible microbianas de sedimento”, simplemente con el nombre de celdas.

## Marco teórico

### Celdas de combustible microbianas de sedimento

El proyecto se basa en el armado de celdas de combustibles microbianas de sedimento (CCMS), llamadas BUGs por sus siglas en inglés: “Benthic Unattended Generators”. Son una variación de las celdas de combustible microbianas (MFC por sus siglas en inglés: Microbial Fuel Cell). Las CCMS tratan sobre la producción de electricidad a partir de materia orgánica

presente en sedimentos acuáticos. Las razones por las cuales se trabajó con las CCMS fueron el costo elevado de los materiales necesarios para construir una MFC.

Estas celdas (CCMS) consisten en un ánodo sumergido en un suelo o sedimento anóxico. Allí los microorganismos se encargan de oxidar la materia orgánica sedimentada, con la consecuente transferencia de electrones al ánodo. El dispositivo también posee un cátodo (donde se produce una reducción) suspendido en agua, conectado a través de una resistencia. Los inóculos empleados son diversos: suelo, lodo de reactor anaerobio o aerobio, sedimento marino o de agua dulce, compost, etc. (Baudas, presentación).

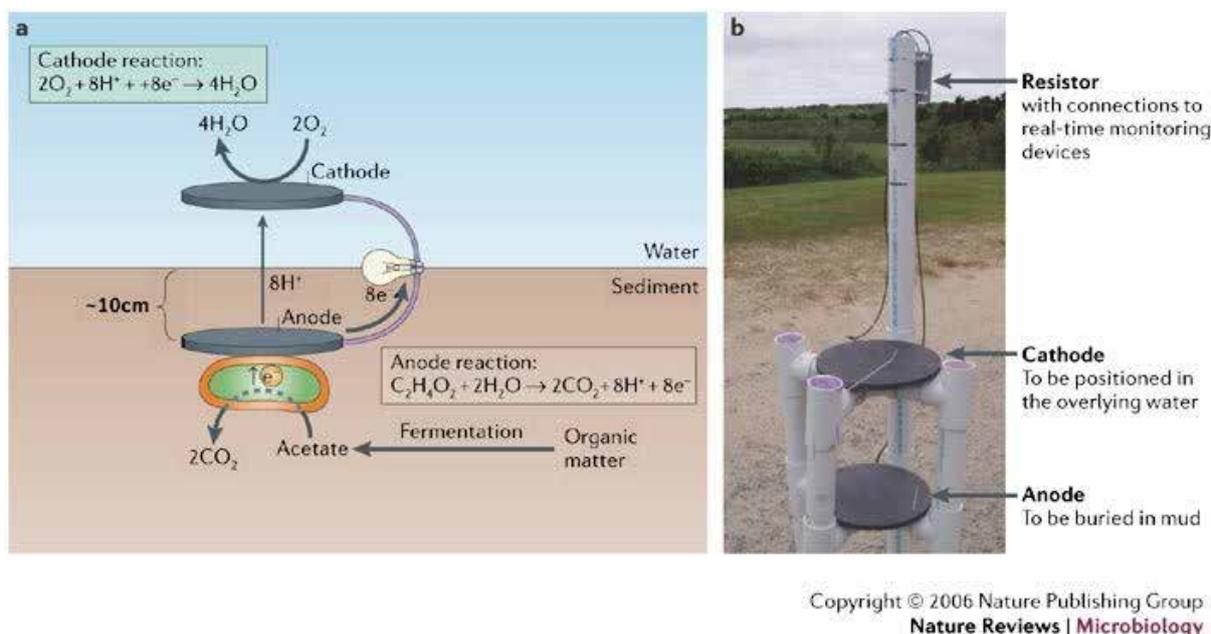


Figura 1. Esquema representativo de una CCMS.

La producción de corriente eléctrica se logra debido a la capacidad de ciertos microorganismos (denominados electrogénicos) de transferir electrones al ánodo. Los microorganismos entonces, transforman la energía química generada en su metabolismo, en energía eléctrica.

En definitiva, las características de las MFC podrían ser comparadas a las de una pila, y por eso también son denominadas “biopilas”.

No se trabajó con una especie determinada de bacteria, sino más bien al estar presentes en el sedimento se trata de un cultivo mixto (una cepa de diversas especies de microorganismos).

El proceso (explicado de forma generalizada) por el cual se transforma la energía química presente en los microorganismos, en energía eléctrica es el siguiente:

Los microorganismos (que en este caso son los que se encuentran en el sedimento recogido en la represa de La Floresta, y en el sedimento cercano a la misma) transforman moléculas com-

plejas en moléculas más simples y así cumplen con sus funciones vitales. Los microorganismos aprovechan la energía de las moléculas, que en la celda se encuentran en la materia orgánica.

En cada organismo vivo, la energía está presente en enlaces químicos, los cuales la utilizan para transformarse. Lo que hace el microorganismo es, por medio de su metabolismo, oxidar la materia orgánica, lo que provocará la ruptura de enlaces, y la formación de otros.

Lo interesante de este suceso, es que los electrones migrarán desde la bacteria hasta el ánodo. Si se tratase de un ser aerobio, esa energía sería cedida al dioxígeno del aire (como es nuestro caso). Los electrones se moverán entonces por el material conductor del ánodo (en las celdas construidas los materiales conductores son el grafito y el carbono).

Al transformarse la energía química existente en un ser vivo en energía eléctrica, se produce bioelectricidad (Basel, 2003).

**Anaerobiosis** significa “vida en ausencia de dioxígeno libre”. Esta forma de vida es muy importante en la construcción de las CCMS, no solo porque se trabaja con microorganismos anaerobios, sino que gracias a esa condición se logrará la transferencia de electrones del microorganismo al ánodo.

Los microorganismos buscan ceder el exceso de energía resultante de su metabolismo. Es ahora cuando se produce la oxidación de la materia orgánica porque esta cede electrones que serán transferidos al ánodo. Al no haber presencia de dioxígeno, los ceden al ánodo, el cual a su vez los transfiere al cátodo.

En el cátodo, los electrones (que son el aporte de energía) reaccionan con  $H_2O$ ,  $O_2$  y los protones permeados a través del sedimento. No se trabajó con una membrana de intercambio de protones como en una MFC.

Luego del armado de la celda se realizan mediciones del voltaje producido hasta alcanzar aproximadamente 800 mV (momento hasta el cual el circuito permanece abierto), para luego cerrar el circuito con una resistencia, que es lo que efectuará la transferencia de electrones de un electrodo a otro.

Al conectar la resistencia, el sistema anterior se modifica por uno “más exigente”, por lo cual el rendimiento de la celda se ve disminuido. Cuando este comience a aumentar nuevamente, ocurrirá por la adaptación de los microorganismos a esta nueva condición; además de que el metabolismo microbiano producirá la corriente.

Debido a que los microorganismos utilizan como fuente de energía los compuestos orgánicos del suelo, luego de un lapso de tiempo el potencial de la celda vuelve a disminuir debido al desgaste de los mismos. Una opción es, luego de que baja el rendimiento, agregar un nuevo sustrato como por ejemplo glucosa, que cumple la misma función del sustrato, para que vuelva a elevarse el voltaje.

## Oxidación reducción

En los electrodos de la MFC se produce una reacción química llamada redox (oxidación reducción). En el ánodo se produce la oxidación de la materia orgánica mediante el metabolismo bacteriano, y en el cátodo una reducción. Para entender mejor este proceso se explicará en qué consiste.

La reacción química redox implica una transferencia de electrones. Dicha transferencia se produce entre un conjunto de sustancias químicas, una es oxidante y la otra es reductora. Se basa en el intercambio de electrones entre dos sustancias químicas, por lo cual los átomos experimentan un cambio en su periferia lo cual lleva a constituir entidades diferentes, provocando así una diferencia de potencial.

En estas reacciones la cantidad de electrones perdidos es igual a la cantidad de electrones ganados. La especie que pierde electrones se llama **reductora**, y hace que la otra especie gane electrones. Esta última se llama **oxidante**, y es la que hace que la especie reductora pierda electrones. En otras palabras, la especie que pierde electrones es oxidada, y la especie que gana electrones se reduce.

Las especies que tienen afinidad electrónica suelen ser reducidas porque atraen los electrones, las especies con bajo potencial de ionización -energía necesaria para separar un electrón en su estado fundamental de un átomo- suelen ser oxidadas porque resulta sencillo “quitarle” los electrones.

Para que exista una reacción redox, en el sistema debe haber una sustancia que ceda electrones y otra que los acepte. El agente reductor es el que tiende a ceder electrones, por eso su carga queda positiva. El agente oxidante es el que tiende a captar esos electrones, quedando con una carga negativa.

Se entiende por oxidación y reducción lo siguiente:

Oxidación: Pérdida de electrones.

Reducción: Ganancia de electrones.

Cuando un agente reductor cede electrones al medio se convierte en un elemento oxidado, y la relación que guarda con su precursor queda establecida por lo que es denominado un par redox. Cuando un agente oxidante capta electrones del medio se convierte en un elemento reducido, y de igual forma forma un par redox con su precursor reducido.

Siempre que se produce una oxidación debe producirse simultáneamente una reducción, un átomo se oxida y otro se reduce. Cada una de estas reacciones se denomina semirreacción porque implica la pérdida de electrones de un compuesto –en este caso el compuesto se oxida-, y la ganancia de electrones del otro compuesto –el compuesto que se reduce-.

## Trasladando los conceptos a las CCMS

Para relacionar los conceptos recién explicados con la construcción de las celdas y su funcionamiento, es pertinente señalar que el suelo tiene una mezcla compleja de compuestos orgánicos. Por eso en la ecuación redox no se conoce exactamente la proporción en que cada compuesto es oxidado. Además, las reacciones no son completas, es decir, no todos los compuestos van a producir CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O (combustión completa), por lo cual los intermediarios también sirven como fuente de energía.

Lo que sucede en las celdas es una secuencia de reacciones redox. La célula cede los electrones al ánodo y el ánodo los cede al cátodo.

**Ejemplos de ecuaciones redox son:**



## Circuitos eléctricos

La estructura de la celda construida, corresponde a un circuito en serie, donde el generador o fuente de energía es la materia orgánica que aprovechan los microorganismos, cuyos electrones son cedidos al ánodo y transferidos al cátodo mediante una resistencia, produciendo así una corriente eléctrica. Se analizarán, por lo tanto, estos conceptos que aparecen en las celdas construidas.

La **corriente eléctrica** es el desplazamiento de cargas eléctricas por un medio conductor. En este caso, la corriente eléctrica se desplaza por los electrodos, desde el ánodo hacia el cátodo, y los materiales conductores son grafito y tela de carbono.

Existen diferentes efectos de una corriente eléctrica. Estos representan diferentes posibilidades de transformación de la energía eléctrica en otras formas de energía útiles para los seres humanos. Se puede detectar la circulación de corriente eléctrica observando los efectos que produce. Entre estos se encuentran: efecto térmico, efecto magnético y efecto químico.

En el caso de las celdas, se produce un efecto químico. Esto se debe a que algunas sustancias son alteradas químicamente cuando son atravesadas por la corriente eléctrica. Como se estudió anteriormente, en las celdas ocurre una reacción química de oxidación reducción, lo cual manifiesta el efecto químico de la corriente eléctrica.

Para establecer una corriente eléctrica se debe tener un circuito eléctrico cerrado. El mismo está formado por tres componentes básicos: generador, receptor y cables conductores.

El **generador** es el dispositivo que transforma algún tipo de energía en energía potencial eléctrica. En este caso el generador son los compuestos orgánicos del sedimento que son aprovechados por los microorganismos y procesados mediante su metabolismo.

El **receptor** transforma la energía potencial eléctrica en otro tipo de energía. En este caso, se transforma la energía química generada en el metabolismo microbiano en energía eléctrica. El receptor son los electrodos.

Los cables **conductores** son generalmente alambres (en este caso cables de cobre), que unen los elementos ya mencionados, proporcionando a las cargas un camino casi sin oposición.

Algunos elementos presentan polaridad, como es el caso de las celdas. Quiere decir que tienen un terminal de conexión positivo –ánodo–, y otro negativo –cátodo–. Para cumplir su función deben conectarse al circuito respetando su polaridad.

Las celdas tienen una estructura de **circuito en serie** porque los elementos que lo componen están uno a continuación del otro, en una misma rama del circuito.

Debido al principio de la conservación de la carga, los electrones no pueden “desaparecer” en su recorrido por el circuito. Todos los electrones que salen de un borne (cada uno de los polos del generador) del generador llegan al otro borne tras completar el recorrido por el circuito. Este es el sentido real de circulación de los electrones. Para que esta corriente se mantenga, el circuito tiene que estar cerrado.

Para cuantificar el número de cargas que circulan en la unidad de tiempo se utiliza una magnitud denominada **intensidad de corriente**, que se define como el cociente entre la cantidad de carga “q” que pasa por una sección transversal de un conductor y el tiempo que demora en pasar ( $\Delta t$ ). La intensidad de las celdas es muy baja, por lo cual se deduce que en un tiempo prolongado, pasa una cantidad de carga mínima por el conductor. La unidad de la intensidad es el amperio (A). 1 A corresponde a la intensidad de corriente que circula por un conductor cuando por este pasa una carga de 1 C en cada segundo.

Al soltar una carga eléctrica en una región en la que existe un campo eléctrico, la carga comenzará a moverse, y por tanto, irá perdiendo energía potencial, que se convertirá en cinética. Se llama **diferencia de potencial, voltaje o tensión** entre dos puntos al cociente entre el trabajo eléctrico que se le realiza a las cargas eléctricas entre dos puntos del sistema y la cantidad de carga eléctrica que circula entre dichos puntos. Su unidad es el voltio (V).

La **resistencia eléctrica** de un conductor se define como el cociente entre la diferencia de potencial a la que se lo conecta y la intensidad que circula por él. Su unidad es el ohm ( $\Omega$ ).

En los circuitos eléctricos y electrónicos son muy utilizados resistores óhmicos de carbono (la intensidad que circula por ellos es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre sus extremos). Los fabricantes imprimen en su cubierta bandas de colores que sirven para identificar tanto el valor de su resistencia como el de su tolerancia.

En el caso del presente trabajo se utilizó un resistor de carbono, cuya resistencia es de 470  $\Omega$  y tiene una tolerancia de 5 %.

La diferencia de potencial, la resistencia y la intensidad de corriente, se relacionan mediante una expresión conocida como **Ley de Ohm**.

## Instrumento de medida

Para medir el rendimiento de las celdas en unidades de voltaje, se utilizó un multímetro o *tester*, que es un instrumento digital o de aguja, que puede cumplir la función de voltímetro, amperímetro y otros instrumentos de medida. Utilizando la llave selectora y conectado a las terminales apropiadas (en este caso en los extremos de la resistencia que corresponden al conductor que se conecta al ánodo o al cátodo) se elige la función del instrumento y la escala en la cual expresa la medida. En el proyecto, se eligió medir el voltaje en mV, ya que se ajusta perfectamente al rendimiento de las celdas.

## Objetivos

- Transformar energía química en energía eléctrica a pequeña escala mediante celdas de combustible microbianas.
- Diseñar y construir cuatro celdas de combustible microbianas de sedimento con sus respectivas copias – por lo que serán ocho celdas en total – variando en el primer caso el sustrato empleado (materia orgánica de un sedimento proveniente de una represa en La Floresta, Canelones, y de otro sedimento proveniente del Arroyo Sarandí), y en el segundo caso el tipo de electrodo.

## Materiales



*Figura 2. Celdas*

- 8 frascos de plástico de 700 mL
- Sedimento proveniente de represa (sedimento 1)
- Sedimento proveniente del Arroyo Sarandí (sedimento 2)
- Aproximadamente 10 metros de cable de cobre

Para el electrodo A:

- Tela de carbono
- 3 unidades de 17 cm de grafito en barra

Para el electrodo B:

- 100 g de grafito en polvo
- 4 esponjas de poliuretano
- Pegamento UHU
- Multímetro
- 1 L de agua destilada
- Agua salada (de playa)
- Herramientas (tijeras, pinzas y alicata)
- Cinta aislante
- 8 resistencias de 470  $\Omega$

## Procedimiento

### Electrodo A

1. Cortar las varillas de grafito de aproximadamente 5 cm y lijarlas para lograr irregularidades en la superficie y que los microorganismos se adhieran a ellas más fácilmente y en mayores cantidades.
2. Cortar retazos de tela de carbono. Para el ánodo cortar cuadrados de 5 cm x 5 cm; y para el cátodo cortar cuadrados de 3 cm x 3 cm.
3. Cortar tiras de aproximadamente 50 cm de cable de cobre y pelar ambos extremos.
4. Con el pegamento pegar un extremo del cable a un extremo de una varilla. Cuando esté seco, asegurarlo con cinta aislante.
5. Atravesar la tela de carbono con la varilla de grafito.

### Electrodo B

1. Cortar círculos de esponja de aproximadamente 6 cm de diámetro y 1 cm de altura.
2. Cortar rectángulos de esponja de aproximadamente 3 cm de largo x 1,5 cm de ancho x 1 cm de altura.
3. Cubrir toda la superficie de las esponjas con pegamento y luego impregnar el grafito en polvo.

4. Dejar secar perfectamente en una rejilla.
5. Cortar tiras de aproximadamente 50 cm de cable de cobre y pelar ambos extremos.
6. Colocar un extremo del cable sobre la esponja con forma circular y pegar cuidadosamente la esponja de forma rectangular sobre el cobre expuesto, pero sin colocar pegamento directamente sobre el cobre, sino en los bordes de la segunda esponja.

## Celdas

1. Colocar el sedimento 1 en cuatro frascos hasta completar aproximadamente 2,5 cm de altura. Realizar lo mismo con el sedimento 2.
2. Colocar el ánodo A (electrodo A) en dos frascos que contengan sedimento 1, y en dos frascos que contengan sedimento 2. Realizar lo mismo con el ánodo B (electrodo B).
3. Verificar que los electrodos sean conductores utilizando una función del multímetro que produce sonido.
4. Completar con el sedimento correspondiente en cada frasco hasta los 9 cm de altura.
5. Dejar reposar un día para que la mayor cantidad de partículas de dioxígeno sean eliminadas del área en donde se encuentre el sedimento y se logre una mejor anaerobiosis.
6. Verter ½ taza (utilizando las medidas de cocina) de agua salada en cada frasco y ½ taza de agua destilada. Luego completar con agua salada hasta el borde del frasco. El agua salada permite una mejor conductividad iónica entre los electrodos y la materia orgánica.
7. Colocar el cátodo correspondiente sobre el agua. Debe flotar, sin tocar el sedimento.

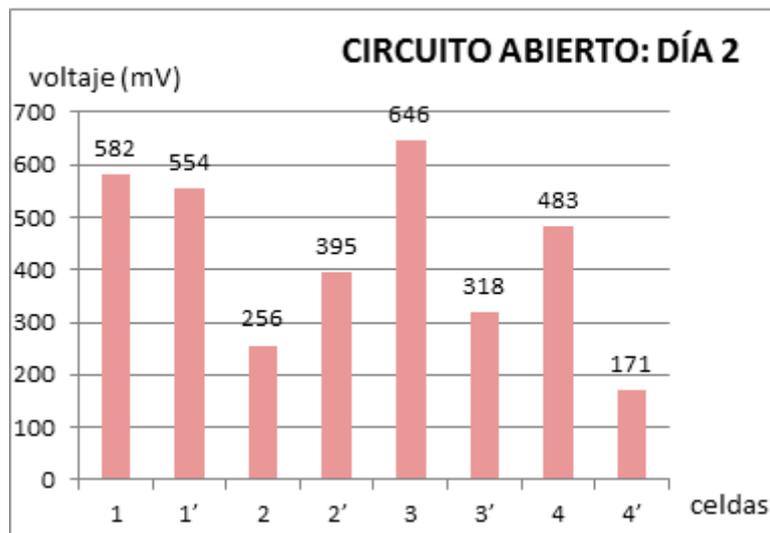
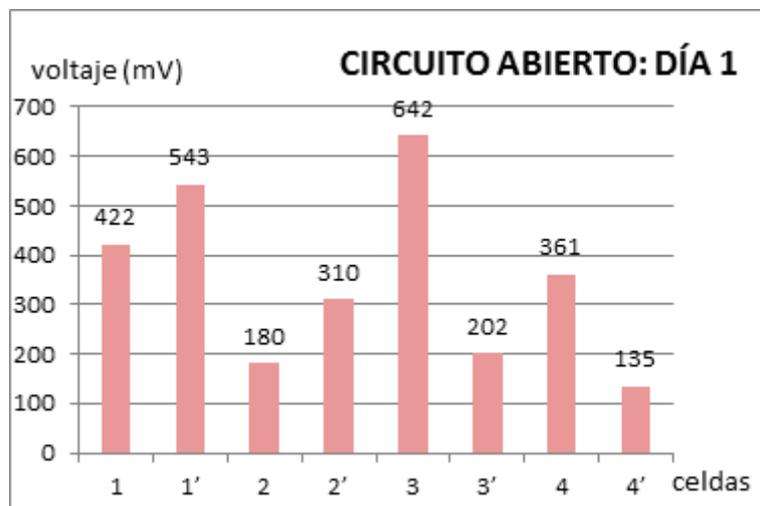
Hasta el último paso el circuito está abierto. Se debe esperar a llegar a un valor de aproximadamente 0,8 voltios para cerrar el circuito. Ya sea con una resistencia o una luz de poco voltaje para poder llevar a cabo la transferencia de electrones de un electrodo a otro.

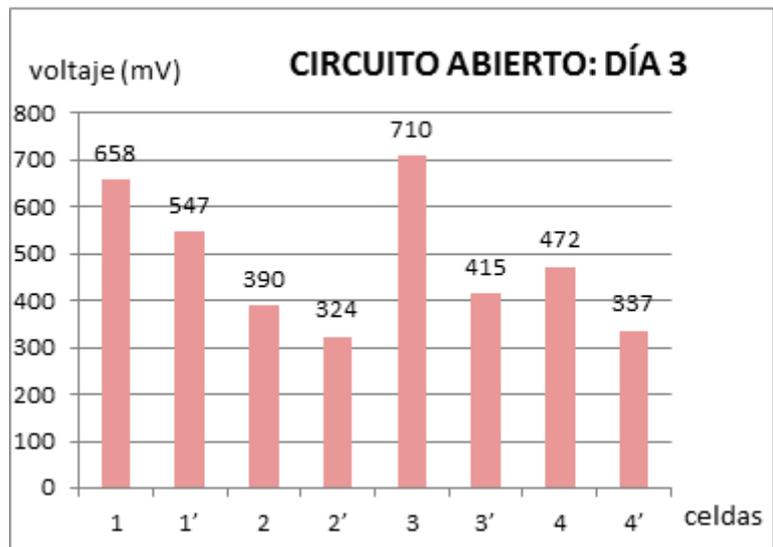
## Resultados

CIRCUITO ABIERTO						
Celda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Voltaje (1 mV)						
1	422	582	658	667	862	535
1'	543	554	547	559	558	558
2	180	256	390	464	503	420

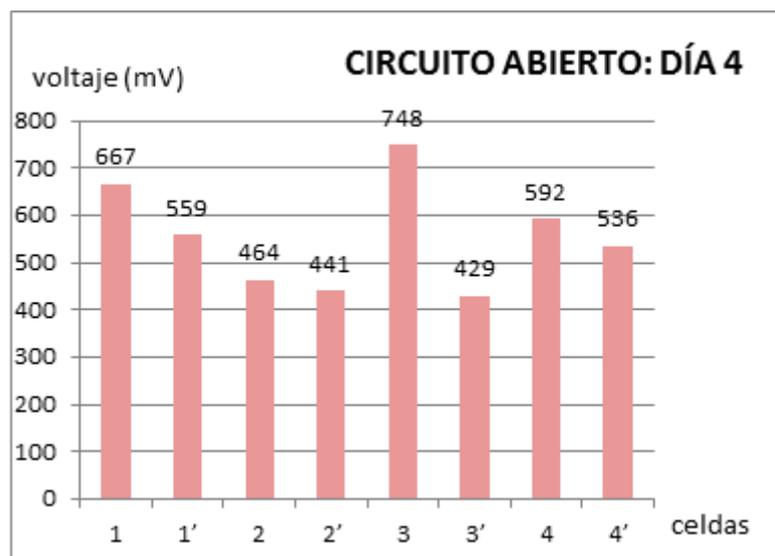
CIRCUITO ABIERTO						
Celda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
	Voltaje (1 mV)					
2'	310	395	324	441	486	453
3	642	646	710	748	779	790
3'	202	318	415	429	447	444
4	361	483	472	592	700	617
4'	135	171	337	536	536	459

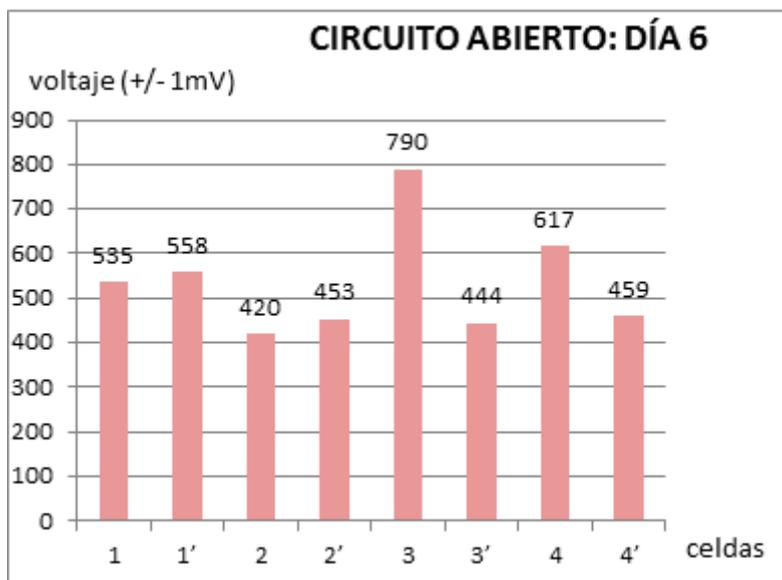
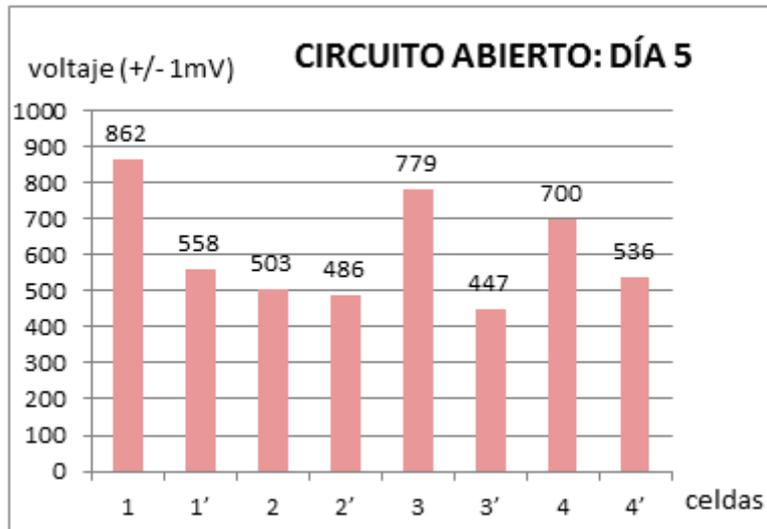
Tabla 1. Resultados de los días 1 a 6 con circuito abierto





Gráficas días 1 a 3



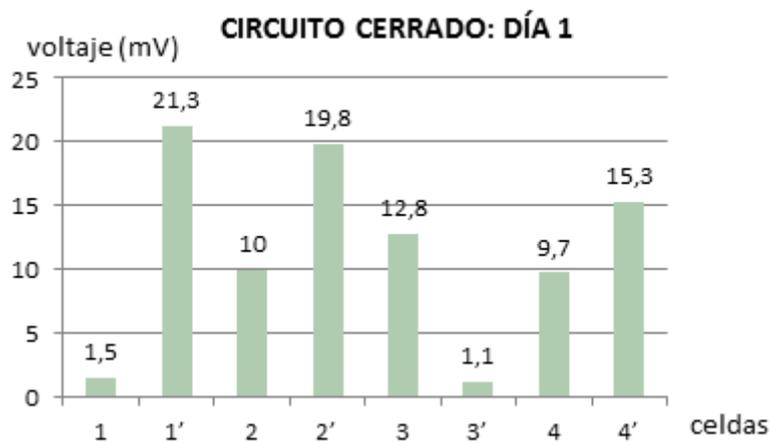


Gráficas días 4 a 6

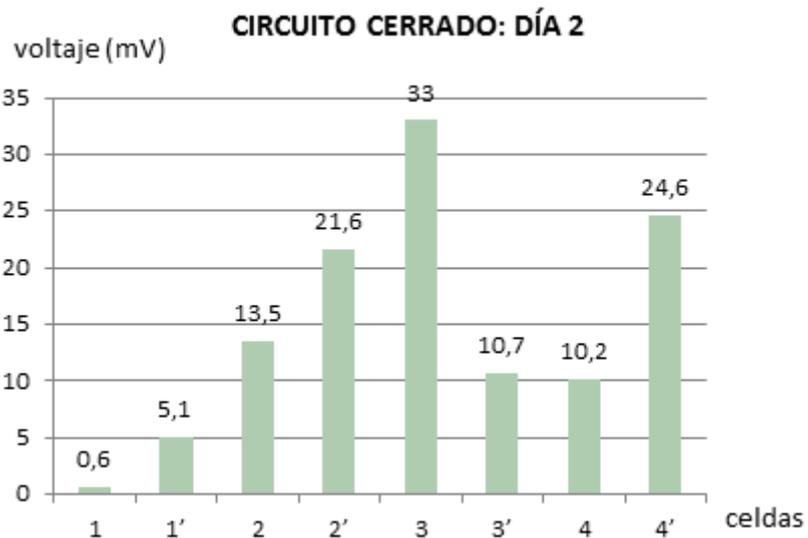
CIRCUITO CERRADO						
Celda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
	Voltaje (0,1 mV)					
1	1,5	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5
1'	21,3	5,1	2,5	2,5	3,5	8,5
2	10,0	13,5	16,3	16,3	17,1	17,5
2'	19,8	21,6	27,0	27,0	29,5	47,6

CIRCUITO CERRADO						
Celda	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
	Voltaje (0,1 mV)					
3	12,8	33,0	47,8	47,8	45,1	42,6
3'	1,1	10,7	8,3	8,3	7,8	8,0
4	9,7	10,2	18,5	18,5	24,5	30,3
4'	15,3	24,6	36,9	36,9	43,2	108,7

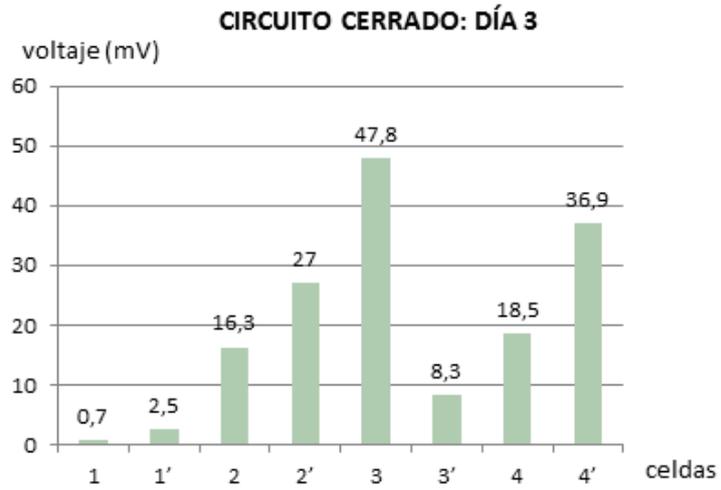
Tabla 2. Resultados de los días 1 a 6 con circuito cerrado



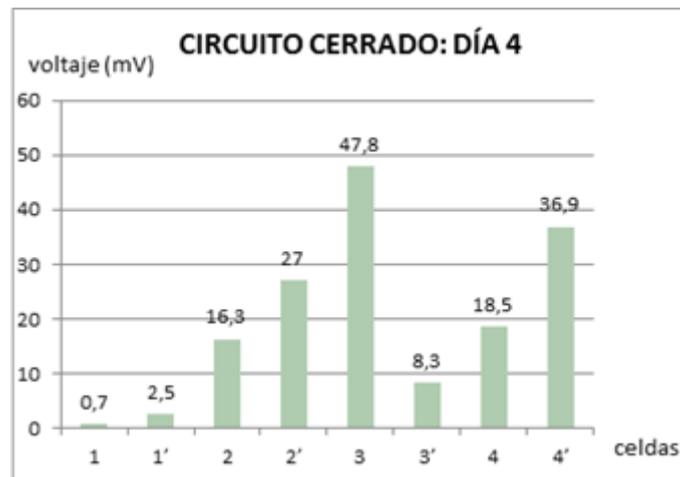
Gráfica día 1



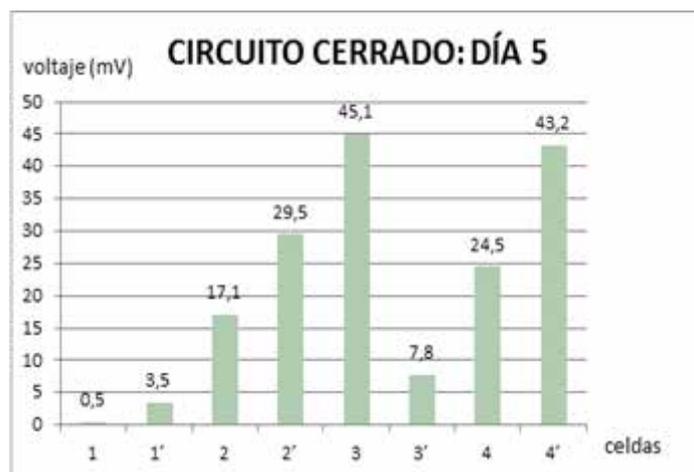
Gráfica día 2



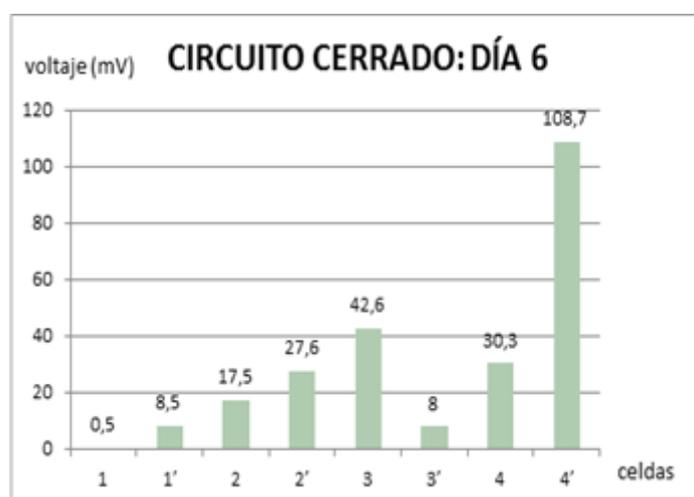
*Gráfica día 3*



*Gráfica día 4*



*Gráfica día 5*



*Gráfica día 6*

## **Análisis de resultados y conclusiones**

Se logró satisfactoriamente la construcción de cuatro celdas de combustible microbianas de sedimento con sus respectivas copias; al igual que la transformación de energía química a energía eléctrica a raíz de dichas celdas.

La celda que obtuvo el mejor rendimiento antes de cerrar el circuito fue la 3, que está construida con el sedimento número 2 y el electrodo A (hecho de grafito y tela de carbono). Se deduce que el electrodo utilizado aportaba mayor conductividad, ya que las celdas 1, 1' y 3' también alcanzaron buenos resultados antes de cerrar el circuito.

El sedimento no marcó diferencias importantes porque fueron extraídos de lugares cercanos y con características muy similares, si bien es posible que uno contuviera más compuestos orgánicos o mayor cantidad de microorganismos que el otro.

Las celdas que obtuvieron peores resultados antes de cerrar el circuito fueron 2 y 2', que emplearon los electrodos B, que eran más "artesanales" (su construcción fue enteramente realizada por nosotros y por lo tanto tiene mayor margen de error), por lo que sus rendimientos pueden haber sido causados por la realización de los electrodos. Las celdas 4 y 4' que utilizaron los mismos electrodos no obtuvieron malos resultados, de hecho la celda número 4' en la última medición con el circuito cerrado obtuvo los mejores resultados, incluso inesperados por su extremadamente rápida ascendencia en el voltaje.

La elaboración de la celda también aporta errores. Por ejemplo, puede que en algunas celdas quedaran partículas de dióxigeno en el sedimento y no se lograra una anaerobiosis completamente estricta, lo que afecta a las celdas.

Las celdas que funcionaban como copias -1', 2', 3' y 4'- mantuvieron una similitud con las celdas correspondientes -excepto la última-, aunque no lograron los mismos resultados. La diferencia puede encontrarse tanto en la elaboración del electrodo como en la cantidad de sedimento y agua colocada en la celda.

En general subió el voltaje, y se mantuvo en los márgenes esperados.

Luego de cerrado el circuito, hubo celdas a las cuales les costó más "adaptarse" a la resistencia -como es el caso de la número 1-, por lo que el voltaje producido fue muy pequeño y muy lento su crecimiento. Las celdas 2' y 3 obtuvieron los mejores resultados, a pesar de estar construidos con electrodos y sedimentos diferentes; además de la ya mencionada y destacada celda 4'.

## Bibliografía

El marco teórico se elaboró en base a la información aportada por Mariana Buadas (Bioquímica de la Facultad de Química).

Álvarez, G.; Moreno, L.; Jiménez, J. *Bacterias eléctricas*. Recuperado de: [https://www.upo.es/moleqla/export/sites/moleqla/documentos/Articulo\\_destacado\\_numero\\_4.pdf](https://www.upo.es/moleqla/export/sites/moleqla/documentos/Articulo_destacado_numero_4.pdf)

Autores varios. (2006). *La Enciclopedia del estudiante: Física y Química*. Santillana.

Borneo, R. Clases de química. Conceptos de oxidación reducción. Recuperado de: <http://clases-dequimica.blogspot.com.uy/2009/06/conceptos-de-oxidacion-y-reduccion.html>

Egaña, E.; Berruti, M.; González, A. (2009). *Interacciones: campos y ondas. Física de 4º*. Montevideo, Uruguay: Contexto.

Falcón, A.; Lozano, E; Juárez K. (2009). Bioelectricidad. *BioTecnología 13* (3). Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: [http://www.smbb.com.mx/revista/Revista\\_2009\\_3/Bioelectricidad.pdf](http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2009_3/Bioelectricidad.pdf)

Gutiérrez, J. Unidad 5 - Oxidación reducción. Recuperado de: <http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/quimica2/ArchivosPDF/05Redox.pdf>

Mejía, A.; Vásquez, J.; González, A. (2012). Bacterias, fuente de energía para el futuro. *Tecnura* 16 (32). pp 118-143. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v16n32/v16n32a11.pdf>

Reimondo, S.; Rodríguez, M. (2014). Presentación prezi. *Bioelectricidad*. Cátedra de Física II

Revelo, M.; Hurtado, N.; Ruiz, J. (2013) Celdas de Combustible Microbianas (CCMs): Un Reto para la Remoción de Materia Orgánica y la Generación de Energía Eléctrica. *Información tecnológica* 24 (6). pp. 17-28. doi: 10.4067/S0718-07642013000600004. Recuperado de: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v24n6/art04.pdf>

Figura 1. Recuperada de: [http://www.nature.com/nrmicro/journal/v4/n7/fig\\_tab/nrmicro1442\\_F3.html](http://www.nature.com/nrmicro/journal/v4/n7/fig_tab/nrmicro1442_F3.html)

Figuras 2 y anexos tomadas por S. Franco.

## ANEXOS



1. Recolección de materiales



2. Construcción de los electrodos



3. Armado de las celdas



4. Circuito cerrado

# 3. Coca-Cola

## ESTUDIANTES

Camila Candia

Noelia Grela

Fiorella Piccininno

Milena Rodríguez

Gimena Seijas

3º Ciencias Biológicas 3

## Profesoras Orientadoras

Virginia Navarro y María Oroño

Liceo Nº 1 Instituto Manuel Oribe

Florida.

## Resumen

El tema de la investigación consiste en averiguar si la Coca Cola puede ocasionar pérdida de calcio en los huesos del cuerpo humano. La gaseosa no solo se utiliza como refresco sino también como un producto de limpieza, entre otros usos. Eso llevó a que el equipo se plantee la pregunta: ¿qué efectos tiene la gaseosa Coca Cola sobre los huesos humanos? Las hipótesis que se formulan refieren al efecto del refresco sobre los huesos, a las diferencias según el tipo de Coca Cola utilizada y a las evidencias que permitirían constatar la pérdida de calcio. A continuación se inicia la búsqueda de información y la forma de vincular este tema con lo trabajado en las asignaturas Biología y Química. Luego se lleva a cabo nuestro primer experimento, donde se coloca un hueso de vaca en Coca Cola durante 3 meses obteniendo como resultado que la gaseosa perdió su color y los huesos quedaron con una tonalidad oscura. Frente a tales evidencias y en relación a lo propuesto por las fuentes consultadas se infiere que los cambios se deben a que el calcio se desprende de la materia inorgánica del hueso, quedando este con un tono más oscuro. Además se realizaron otros experimentos para evacuar nuestras dudas. Como complemento del trabajo experimental se realizan encuestas a estudiantes del liceo y una entrevista a un profesional recogiendo así más datos. Los resultados obtenidos indican que las personas creen que la bebida ocasiona efectos adversos en la salud y aun así la siguen consumiendo, aunque con el tiempo provoque la descalcificación de los huesos.

## Pregunta problema

¿Qué efectos tiene la gaseosa Coca Cola sobre los huesos humanos?

## Introducción

Se mostró interés por este tema ya que la gaseosa Coca Cola es muy ingerida y conocida a nivel mundial; se supone que produce daño a los huesos, si esto es así el equipo de trabajo se siente en la obligación de informar, y difundir los resultados que obtenidos. También causa asombro que un vaso de Coca Cola contenga 10 cucharadas de azúcar aproximadamente. Además, causa curiosidad conocer los componentes que contiene la bebida. Lo mencionado anteriormente moviliza y produce la necesidad de empezar a buscar información. El propósito es intentar comprobar si realmente la gaseosa Coca Cola produce descalcificación o incide en la pérdida de calcio de los huesos del cuerpo humano.

## Hipótesis

- La bebida sabor cola produce descalcificación en los huesos.
- La Coca Cola común afecta más a los huesos que la Coca Cola Zero.
- La solución de Coca Cola quedará blanquecina por la presencia de calcio.

## Marco teórico

Se entiende por gaseosa Coca Cola, refresco azucarado de color marrón oscuro o negro debido al caramelo de su composición.

Coca-Cola se originó en 1886 en Atlanta, Estados Unidos, cuando John S. Pemberton mezcló un jarabe creado por él con agua carbonatada (es agua simple en la que se disuelve dióxido de carbono).

En sus inicios fue vendido en farmacias. Al comienzo, su venta era de aproximadamente nueve vasos por día, recaudando por año 50 dólares. En la actualidad, esto ya no es así, y se venden aproximadamente 1500 millones de vasos de Coca-Cola.

El producto llegó a Uruguay en el año 1943, gracias a Morton S. Hodgson, quien creó la primera planta embotelladora del país. A fines de 1943 se vendió la primera botella de Coca-Cola en Uruguay.

Hoy la compañía está presente en más de 200 países, ofreciendo más de 3.500 productos y 500 marcas; esto hace que se deban realizar controles para asegurar su calidad.

En Coca-Cola hay un procedimiento específico para fabricar cada producto. Solamente dos personas en el mundo conocen la fórmula exacta, lo que permite que la elaboración de todos los refrescos tengan el mismo sabor en cada país donde se elabora; sin embargo este puede variar de forma mínima y eso se debe a que el sabor del agua es diferente en cada región.

La gaseosa a estudiar es una bebida sin alcohol gasificada de extractos vegetales.

Contiene: agua carbonatada, azúcares (los azúcares son hidratos de carbono de una molécula (monosacáridos) o de dos moléculas (disacáridos), colorante: INS 150d, acidulante: INS 338 (corrector de la acidez) y extractos vegetales (es un preparado que permite extraer de las plantas determinadas sustancias útiles), cafeína (sustancia estimulante que se encuentra en el café, el té, el cacao, la cola, etc.).

### Información Nutricional que aporta un vaso de 200 mL de Coca Cola

Porción 20 mL	Un vaso cantidad	% VD (*)
Valor Energético	84 kcal = 353 kJ	4
Carbohidratos	22 g	7
Azúcares	22 g	
Sodio	12 mg	0

(\*) % Valores Diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ

<http://www.coca-cola.com.uy/es/coca-cola/>

## Información Nutricional que aporta un vaso de 200 mL de Coca Cola Zero

Porción 20 mL	Un vaso cantidad	% VD (*)
Valor Energético	0 kcal = 0 kJ	0
Carbohidratos	0 g	0
Azúcares	0 g	
Sodio	18 mg	1

<http://www.coca-cola.com.uy/es/coca-colazero/>

## Edulcorante utilizado y cantidad

Producto	Acesulfame K	Aspartamo
Coca Cola Zero	24 mg/100 mL	16 mg/100 mL

<http://www.coca-cola.com.uy/es/coca-colazero/>

El aspartamo es una sustancia sintética. La fenilalanina constituye cerca del 50 % de la molécula de aspartamo, el ácido aspártico el 40 % y el metil alcohol (metanol) el 10 %. Es un polvo blanco, cristalino, sin olor, que se deriva de dos aminoácidos: el ácido aspártico y la fenilalanina. Es aproximadamente 200 veces más dulce que el azúcar y puede usarse como edulcorante de mesa o en postres congelados, gelatinas, bebidas y en goma de mascar. Los aminoácidos se obtienen cuando se consume alimentos proteicos como huevos, carne, pescado, queso, productos lácteos y nueces.

Para responder nuestra pregunta problema es necesario centrarnos en un concepto clave, la descalcificación. Esta es la pérdida de calcio en los huesos. Dicho órgano es una estructura formada por tejido óseo, principalmente, sus componentes extracelulares que se encuentran calcificados y esto hace que sea un material duro, firme y adecuado para su función de soporte y protección de órganos.

Este tejido está constituido por los osteoblastos y osteocitos responsables de la formación de la matriz ósea. Esta última posee componentes orgánicos e inorgánicos; dentro de los orgánicos se reconocen a las fibras de colágeno de tipo I y proteoglicanos como queratán sulfato, sulfato de condroitina, ácido hialurónico, osteocalcina. Como componentes inorgánicos están presentes las sales, tales como fosfato de calcio que se reordena para formar cristales de hidroxapatita, los iones citrato, magnesio, sodio, carbonato y potasio. La dureza del tejido depende de los componentes inorgánicos y su resistencia y elasticidad de la matriz orgánica. Una de las enfermedades relacionada con la descalcificación es la osteoporosis que se da por llevar una dieta inadecuada, con malos hábitos (alcohol y tabaco) por un desequilibrio hormonal (acción de la calcitonina y la hormona paratiroidea, disminución de estrógeno y por no realizar ejercicio).

Algunos factores que aumentan la fijación del calcio en el hueso son vitamina D, ésta permite a los osteoblastos y osteocitos que dispongan de Ca y P adecuados para la mineralización y calcificación del tejido, la acción de la hormona calcitonina, ejercicio físico, dieta rica en calcio, (pescado, moluscos, leche, etc). Pero hay factores que aumentan la eliminación del calcio como comer con mucha sal, exceso de proteínas animales (dieta rica en carne, huevos, etc.), exceso de azúcar refinado, beber en exceso gaseosas que contengan ácido fosfórico como por ejemplo la Coca Cola, ya que la acción de este ácido con el carbonato de calcio presente en los huesos, provoca un desequilibrio en la relación calcio-fósforo lo que impide la fijación del calcio. Químicamente se expresa bajo esta reacción:



## Metodología

### 1- Actividad experimental

Se responderá la pregunta problema a través de encuestas, experimentos, opiniones de expertos, etc.

También se colocará un hueso de vaca en Coca Cola común, otro en Coca Cola Zero y el tercero en comparación con el experimento número uno, se varía un factor; se pone un hueso de menor tamaño con la misma cantidad de gaseosa.

Después de tres meses, se acude al laboratorio para tratar de identificar calcio en dichas bebidas. Se coloca en los tubos de ensayo muestras de los tres tipos de soluciones obtenidas. Luego se agrega un par de gotas de oxalato de amonio para detectar calcio en la solución. Se tiene en cuenta que en la detección del calcio, la solución debe ser lo más incolora posible para que sea notorio el precipitado blanco. El resultado fue el esperado, en las tres soluciones se ha detectado Ca (símbolo del elemento químico calcio).

También se determina la actividad óptica de las soluciones obtenidas con un polarímetro. En el caso de la Coca Cola común resultó ser dextrógira +50 y en la Coca Cola Zero -5 levógira. Esto se debe a el tipo de endulzante que tiene (se obtiene dextrógira en presencia de glucosa y levógira en presencia de aspartamo).

El experimento se inició el 2 de junio.



*Figura 1.* Se presentan los tres bollones con los diferentes tipos de Coca Cola con los huesos de vaca. En el bollón N°3 con Coca Cola común con hueso pequeño. El bollón N°2 con la Coca Cola Zero con hueso y el bollón N°1 con Coca Cola común con hueso.



*Figura 2.* Bollón con Coca Cola y hueso de vaca



*Figura 3.* Bollón con Coca Cola y hueso de vaca.



*Figura 4.* Bollón con Coca Cola y hueso de vaca después de 20 días.

El 23 de junio, luego de 21 días de poner el primer hueso en Coca Cola común, se coloca otro hueso similar al anterior en otro bollón con la misma cantidad de Coca Cola pero en este caso *Zero*.

El mismo día también se agrega en otro frasco la misma cantidad de Coca Cola que en los anteriores, en este caso común y dentro un hueso similar a los anteriores pero más pequeño.



*Figura 5.* Foto 3 de agosto. Observaciones de los bollones con los huesos y las soluciones.



*Figura 6.* Soluciones de los bollones con huesos. Bollón 1 solución con Coca Cola común. Bollón 2 solución con Coca Cola Zero. Bollón 3 solución de Coca Cola común con hueso pequeño.



*Figura 7.* Soluciones con tubos testigos 2, 4, 6. Los tubos 1, 3 y 5 con soluciones de Coca Cola y oxalato de amonio.

En los tubos N° 1 y 2 se agrega solución de Coca Cola común. En los tubos 3 y 4 soluciones de Coca Cola con hueso pequeño y en los tubos 5 y 6 solución de Coca Cola Zero. Los tubos 2, 4 y 6 son testigos.

Los tubos 1, 3 y 5 son las soluciones obtenidas luego de agregarle gotas de oxalato de amonio.

Se observa que donde se hace más notorio el precipitado blanco es en el tubo 5, ya que era la solución más incolora y corresponde a la Coca Cola Zero.



Figura 8. Filtrando la solución para emplearla en el polarímetro. Fotografía del 12 de setiembre



Figura 9. Fotografía tomada el 19 de setiembre. Utilización del polarímetro

Para observar la actividad óptica de la Coca Cola se utiliza un instrumento llamado polarímetro (imagen 2). Las soluciones deben ser incoloras para que pase la luz a través de ella. Por lo tanto para detectar la actividad óptica de la Coca Cola, se filtr con carbón activado, para quitarle el color (imagen 1).

## 2- Encuesta y algunos análisis

### Porcentaje de encuestados por edad según el sexo

FEMENINO		MASCULINO	
EDAD (años)	PORCENTAJE (%)	EDAD (años)	PORCENTAJE (%)
15	25	15	17
16	29	16	32
17	34	17	32
18	7	18	13
19	3	19	2
20	1	20	2
21	1	24	1
		25	1

### Porcentaje de edades, sexo femenino

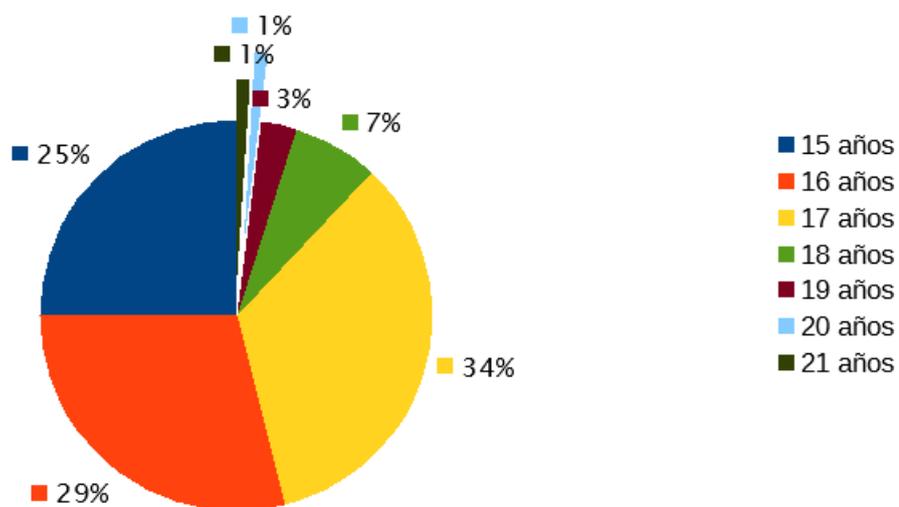


Figura 10. Gráfico de porcentaje de edades de personas encuestadas del sexo femenino.

El 91% de las mujeres encuestadas toman Coca Cola.

### Consumo de Coca Cola según el tipo, sexo femenino

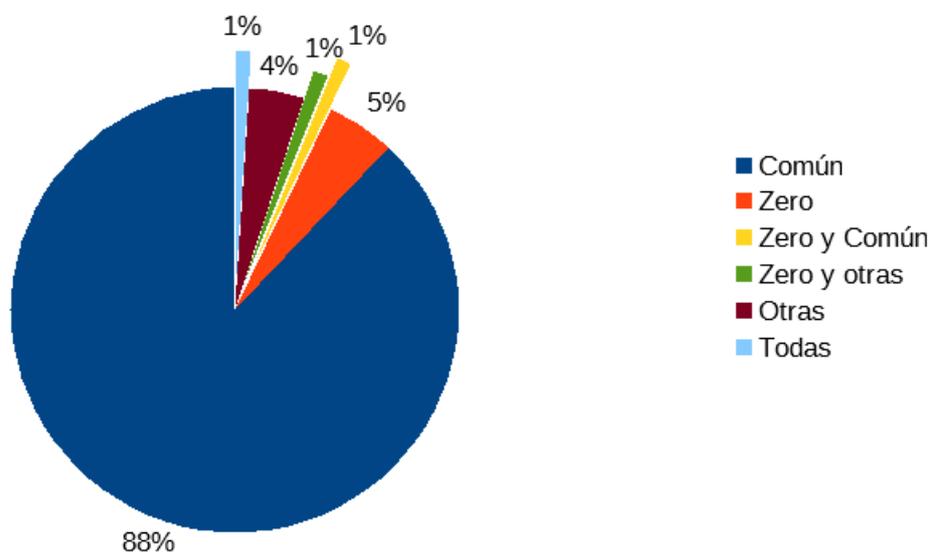


Figura 11. Gráfico de consumo de Coca Cola según el tipo (femenino).

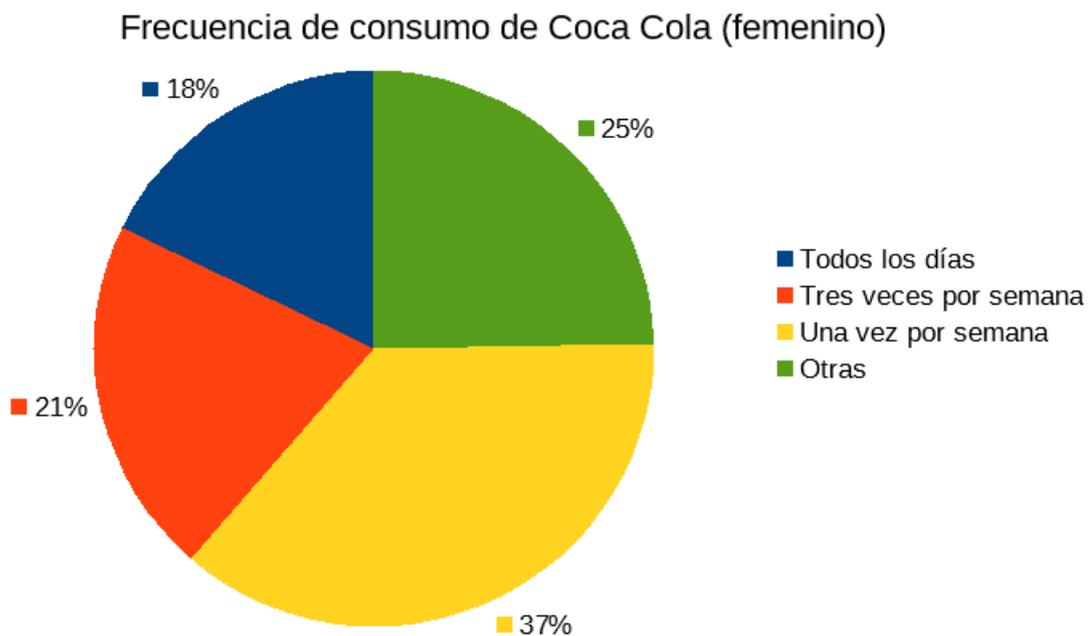


Figura 12. Gráfico de la frecuencia de consumo, del sexo femenino.

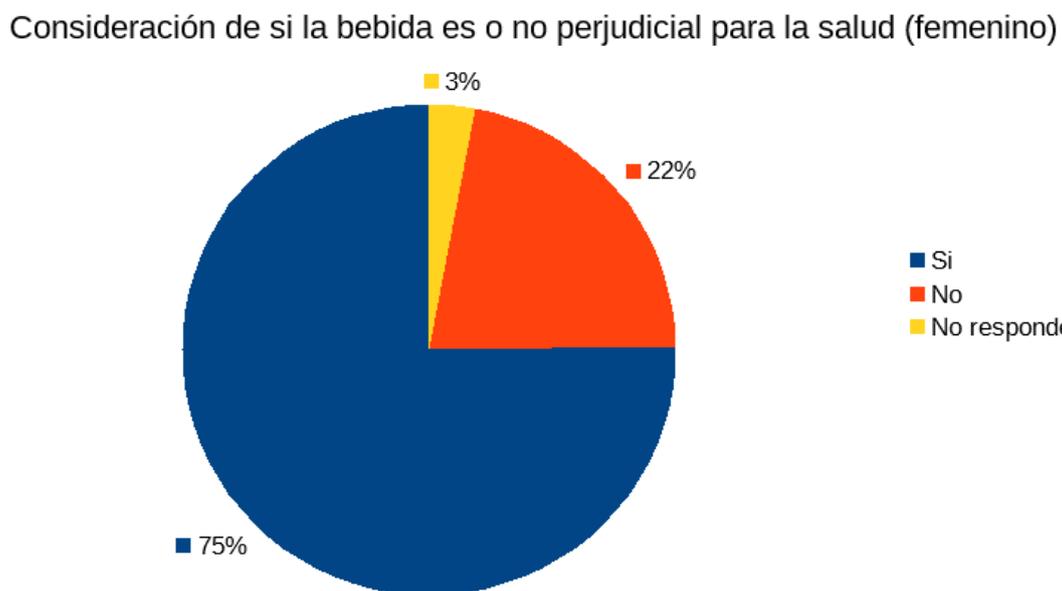


Figura 13. Gráfico de la consideración de si la bebida es o no perjudicial para la salud, según el sexo femenino.

El 76 % de las encuestadas dice considerar que sí es la bebida Coca Cola perjudicial para la salud y el 58 % creen que sí afecta a los huesos generando descalcificación.

### Consideración si la bebida causa o no descalcificación (femenino)

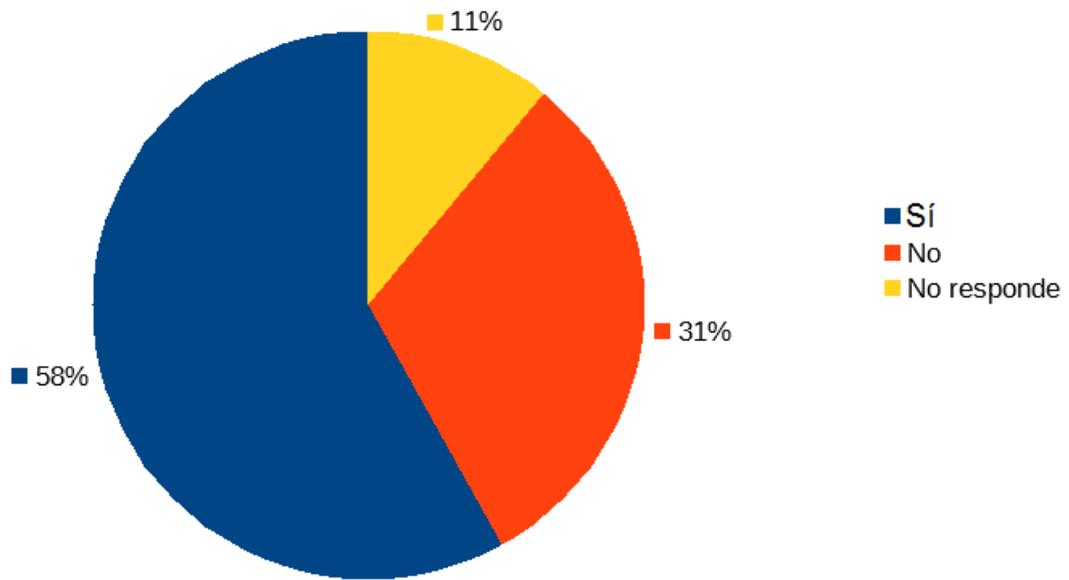


Figura 14. Gráfico de la consideración de si la bebida causa o no descalcificación, según el sexo femenino.

### Consideración de si se da o no otros usos a la bebida (femenino)

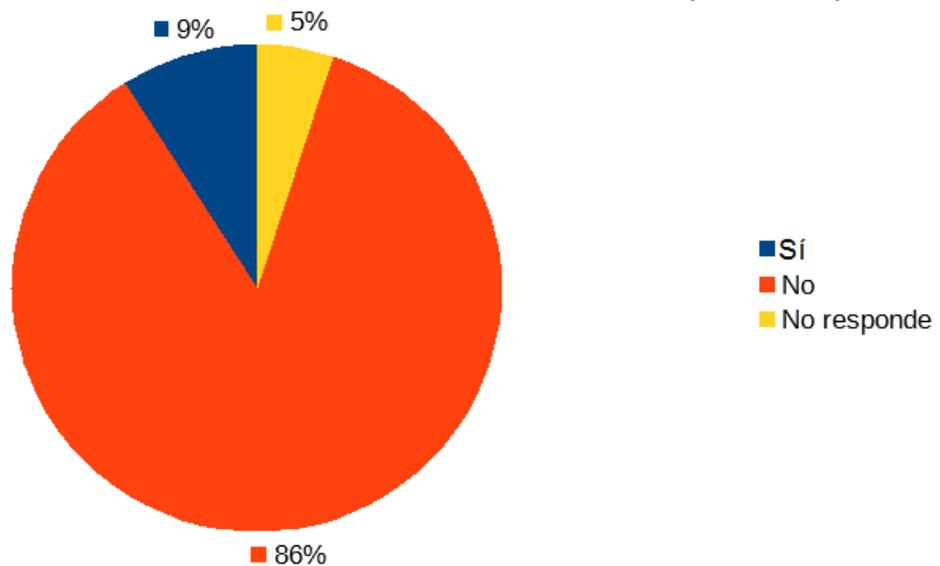


Figura 15. Gráfico de la consideración de dar o no otro uso a la bebida, según el sexo femenino.

### Porcentaje de otros usos dados a la bebida (femenino)

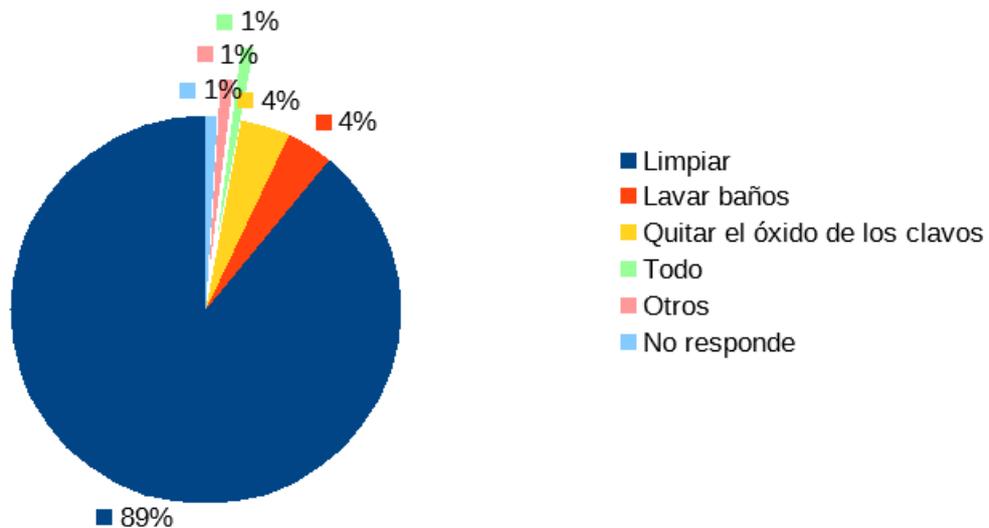


Figura 16. Gráfico del porcentaje de otros usos dados a la bebida, según el sexo femenino.

Se aplicó el mismo instrumento en una población del sexo masculino del Liceo N° 1 I.M.O. obteniendo similares resultados. Presentes en anexos.

## 3- Entrevista

### Dra. Karina Candia en Medicina General de la ciudad de Florida (datos más relevantes).

“No es un tema muy conocido para los médicos, creemos que los efectos de la Coca Cola son tapados por el mercado”.

“No hay ningún estudio científico avalado que diga si descalcifica o no”.

“Posee cafeína y ácido fosfórico”... este ácido es quien le quita la sensación de extremo dulzor (ya que cada un vaso contiene entre 8 y 10 cucharadas de azúcar) y “altera la absorción de calcio”.

“Afectaría mucho más a los niños y adultos mayores ya que es la etapa donde los huesos no son tan fuertes y resistentes”.

Según la Dra. tanto la Coca Cola Zero como la común tienen el mismo efecto sobre los huesos, su única diferencia es con que le dan la dulzura.

## Discusión y conclusión

Al realizar experimentos, se determina que había calcio en la solución, y este provenía del hueso, ya que de acuerdo a los datos obtenidos sobre la composición de la Coca Cola, señaladas en el marco teórico, ésta no lo presenta como componente. En el momento de llevar a cabo la experiencia no se previó verificar que esto fuera así. Tampoco se realizó un estudio microscópico del hueso porque no se consideró al evidenciar el precipitado en la solución.

Se piensa que en futuras investigaciones sobre el tema debería comprobarse a priori para realizar un estudio comparativo.

Sobre la base de las encuestas realizadas se determina que 218 personas del total de la muestra (238) ingieren Coca Cola, aunque ellas consideran esta gaseosa perjudicial para la salud y que causa descalcificación en los huesos.

Finalmente se puede suponer, gracias a los experimentos realizados y a la entrevista a la Dra. Candia, la primera hipótesis acerca de que la Coca Cola puede llegar a incidir con el paso del tiempo, en la descalcificación en los huesos.

La segunda hipótesis planteada no es correcta ya que con la entrevista se comprueba que ambas Coca Cola producen el mismo daño, que es causado por el ácido fosfórico, el único factor que las diferencia es el endulzante.

La tercera hipótesis fue comprobada gracias a los experimentos realizados. Luego de hacer el ensayo específico para detectar calcio. Se debe considerar también los márgenes de error que en toda actividad práctica surgen, siendo estos resultados relativos.

Se puede concluir que después de todos los pasos realizados en la metodología y con la información registrada en el marco teórico, que la Coca Cola podría contribuir en la descalcificación de los huesos humanos. Está muy claro que se utilizaron huesos de vaca, pero realizando una analogía con los huesos humanos se cree que causaría el mismo efecto. Un aspecto positivo que se quiere resaltar es que, el elaborar este trabajo de forma interdisciplinaria permitió adquirir nuevos conocimientos de distintas asignaturas, encontrando puntos en común tanto desde lo conceptual como lo metodológico. Si bien el trabajo respondió la pregunta que formulada a partir del mismo surgen nuevas interrogantes como por ejemplo: ¿Qué efectos produce la Coca Cola en el estómago? o ¿Cómo incide la Coca Cola sobre el crecimiento óseo en los niños? Sería un gran placer para el equipo que alguien se interese por el tema y siga investigando.

## Bibliografía

Brown, T. Lemay, H.; Bursten, B. (1993). *Química. La ciencia central*. (5° edición). México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.

Derrickson, B.; Tortora, G. (2007). *Principio de Anatomía y Fisiología*. China: Médica Panamericana.

Fawcett, D. (1990). *Tratado de Histología*. (11ª edición). España: Interamericana McGraw-Hill

<http://www.coca-cola.com.uy/es/coca-cola/>

<http://www.coca-cola.com.uy/es/coca-colazero>

## ANEXO

Estructura de las encuestas realizadas a alumnos del liceo número 1, Manuel Oribe, desde 4to año hasta 6to, en todo tipo de orientación.

Edad \_\_ Sexo\_\_

¿Tomas Coca Cola? Sí\_\_ No\_\_

¿Cuál? Zero\_\_ Común \_\_ Otras \_\_

¿Con qué frecuencia? Todos los días \_\_ Una vez por semana \_\_ Tres veces por semana \_\_  
Otros\_\_

¿La consideras perjudicial para la salud? Sí\_\_ No\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Crees que esta bebida produce descalcificación en los huesos? Sí\_\_ No\_\_

Además de consumirla, ¿la utilizas para otros usos? Sí\_\_ No\_\_

Lavar retretes \_\_\_\_\_

Limpiar el pavimento\_\_

Quitar el óxido de los clavos \_\_\_\_\_

Quitar grasa \_\_ Otros\_\_\_\_\_

### MASCULINO

Gráficos de los estudiantes varones encuestados.

### Porcentaje de edades, sexo masculino

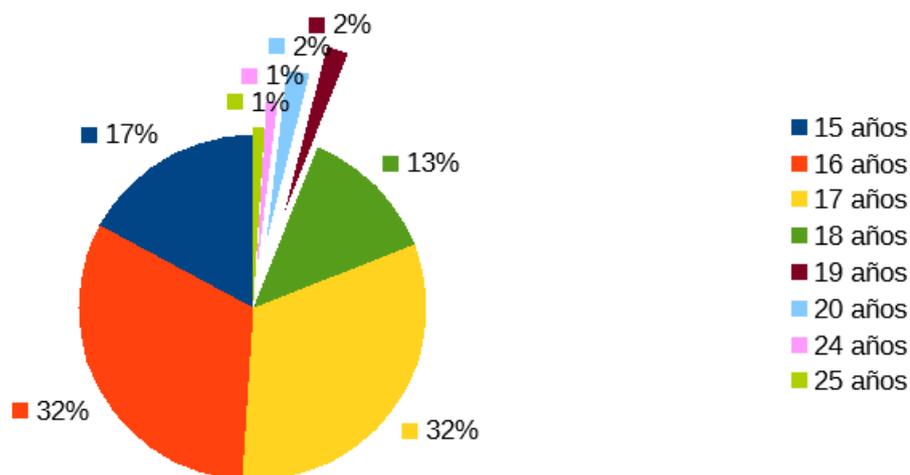


Figura 1. Gráfico de porcentaje de edades de personas encuestadas del sexo masculino.

Los alumnos varones del liceo N° 1 de 16 y 17 años fueron quienes más contestaron nuestras encuestas con el 32 % cada uno, así como también las estudiantes femeninas con un porcentaje de 34 %.

### Porcentaje de consumo de Coca Cola (masculino)

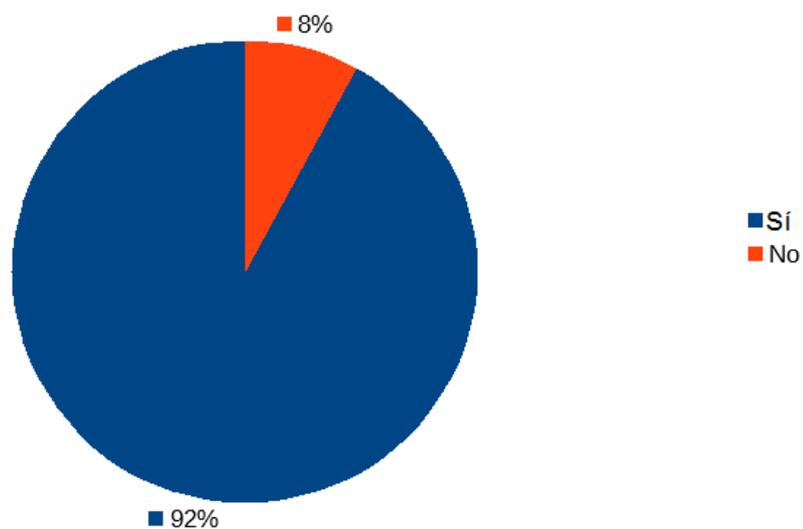


Figura 2. Gráfico de porcentaje de consumo de Coca cola del sexo masculino.

Un 92 % de ellos ingiere Coca Cola.

La mayoría de los estudiantes del sexo masculino toma Coca Cola común, representando un 77 % de los encuestados.

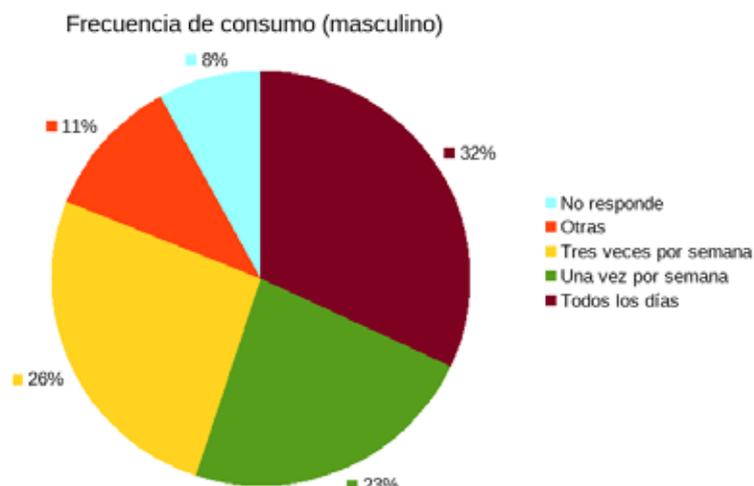


Figura 3. Gráfico de la frecuencia de consumo, del sexo masculino.

Referente a la frecuencia con que toman esta bebida, el 23 % de los 91 alumnos varones de la muestra tomada del Liceo I.M.O. toman esta bebida una vez por semana.

¿Consideras perjudicial para la salud esta gaseosa?

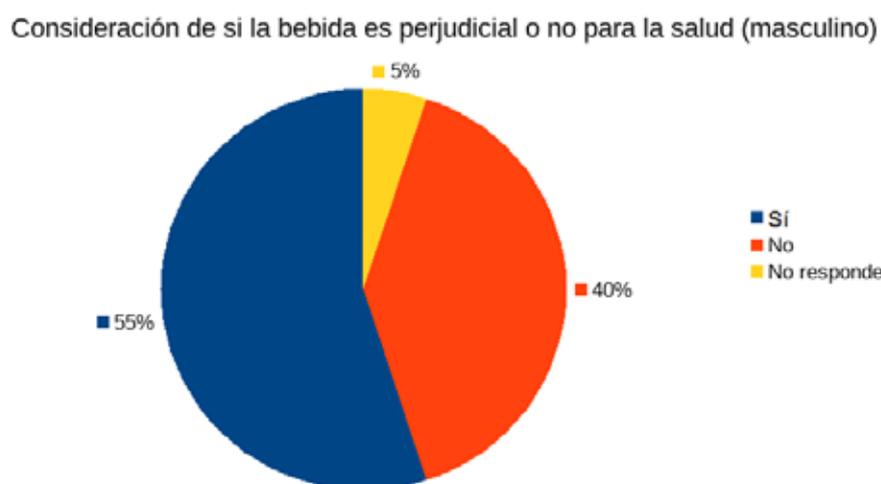


Figura 4. Gráfico de la consideración de si la bebida es o no perjudicial para la salud, según el sexo masculino.

En este gráfico (en comparación al femenino de la misma pregunta) se ve la diferencia. La gran mayoría de las mujeres (76 %) consideró que ésta gaseosa es perjudicial para la salud. Los varones la consideran perjudicial para la salud pero en un menor porcentaje (55 %).

¿Crees que esta bebida produce descalcificación en los huesos?

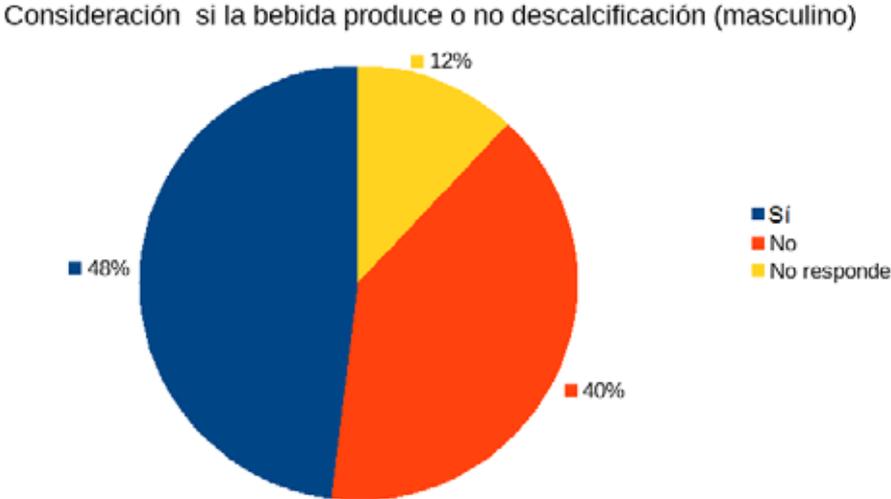


Figura 5. Gráfico de la consideración de si la bebida causa o no descalcificación, según el sexo masculino.

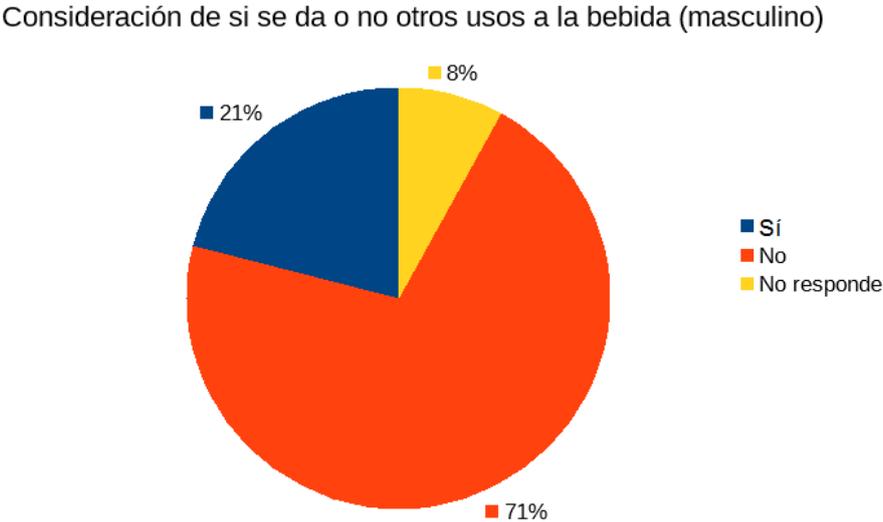


Figura 6. Gráfico de la consideración de dar o no otro uso a la bebida, según el sexo masculino.

Un 48 % piensa que la Coca Cola produce descalcificación, equivale a 44 varones de 91 encuestados.

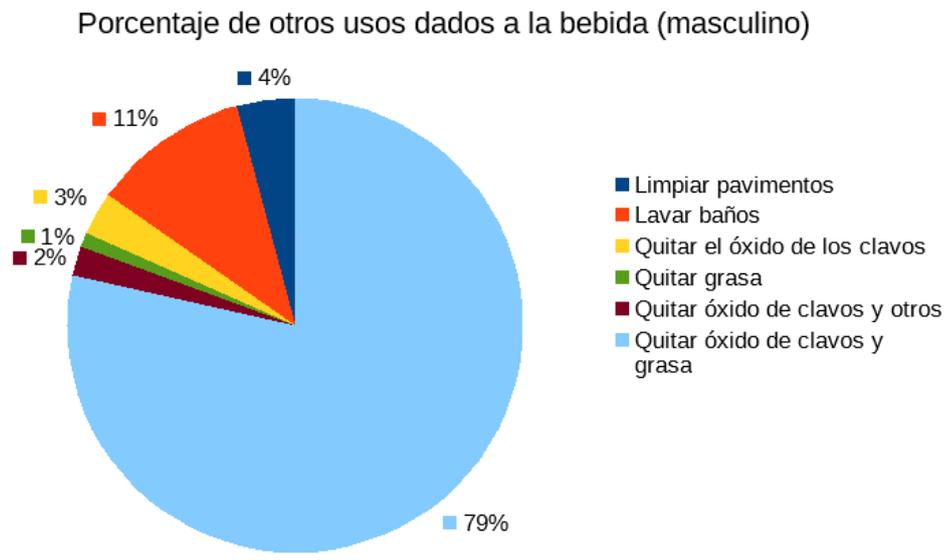


Figura 7. Gráfico del porcentaje de otros usos dados a la bebida, según el sexo masculino.

Al igual que la muestra del sexo femenino, un gran porcentaje no utiliza la Coca Cola para otra cosa, más que ingerirla.



## 4. EOFICOLAR:

“Por una vida sana y un celular cargado”

### ESTUDIANTES

Agustín González

Brunella Ganassin

Evangelina Tabárez

Federico Suárez

Florencia Bernadich

Franco Quijano

Joaquín Smith

Lucas Sellanes

Luciano Tolosa

Mauricio Villarreal

Paula Martínez

Ramiro Rodríguez

Sofía Fasola

### Profesora Orientadora

Gabriela Valdenegro (dianelibra1996@gmail.com)

### Institución

Liceo Departamental de San José N°1, Dr. Alfonso Espínola

(I.D.A.E). San José de Mayo, San José

## Resumen

El proyecto consiste en la creación de un aparato capaz de utilizar la energía eólica para poder efectuar la carga de un celular. Además, se busca fomentar la vida saludable a través del ejercicio físico. La gran interrogante que dio origen a esta investigación fue si era posible cargar una batería de celular con energía eólica a través de la utilización de una bicicleta como base en la cual se monta el dispositivo. Se pensó en este proyecto con el fin de poder resolver el problema que hoy en día se ve en muchos jóvenes: un uso excesivo del celular y falta de ejercicio. A lo largo de toda la investigación surgieron algunos problemas como la necesidad de generar la energía suficiente y el modo correcto de hacerlo, por lo que se logró cargar el celular, pero en un tiempo estimado de 6 horas. Por lo tanto, un ciclista en un paseo normal no puede cargar el celular totalmente; puede cargarlo para hacer una llamada de emergencia o enviar unos pocos mensajes de texto.

## Introducción

El objetivo principal de este proyecto es cargar la batería de un celular aprovechando la energía eólica. Esta forma de energía es renovable y ofrece una gran cantidad de beneficios. Entre sus beneficios se encuentran: es un recurso abundante, renovable y limpio, y representa una de las fuentes de energía más económicas. A su vez, se propuso la meta de fomentar el deporte como vía para una vida más saludable utilizando una bicicleta como soporte para el aparato. Otro objetivo es: a través de un incentivo, como lo puede ser el celular, motivar a las personas a hacer ejercicio, mostrando que no son excluyentes ambas acciones. Esto significa que es posible transformar una actividad actualmente criticada como lo es el uso excesivo del celular (principalmente en las nuevas generaciones) en un medio para que las personas tengan una razón más para hacer ejercicio.

## Problema

El proyecto surgió bajo el impulso de encontrarle una solución a una gran problemática mundial del siglo XXI: el sedentarismo. Para combatir el mismo, el equipo investigador se propuso la meta de cargar el celular andando en bicicleta. Se eligió un celular ya que lo consideramos un gran incentivo para la población actual y, sobre todo, para los jóvenes. Con el Cargador Eólico 2.0 se podría realizar ejercicio y simultáneamente cargar un celular, combatiendo así las dos problemáticas que nos planteamos.

## Hiptótesis

- Un celular se puede cargar andando en bicicleta utilizando un circuito eléctrico sencillo.
- Se puede hacer ejercicio y cargar el celular al mismo tiempo sobre una bicicleta.

## Marco teórico

Una de las interrogantes planteadas por el equipo investigador fue la de cuál sería el motor que deberíamos usar y si este debería generar corriente alterna o continua. En el caso de producir corriente alterna sería necesario construir un circuito específico para poder “transformar” esa corriente alterna en continua, que es la que se necesita para cargar la batería de un celular. Luego de este planteo se resolvió utilizar motores de caseteras, los cuales son aptos para generar un voltaje mayor. Estos motores generan corriente continua. Pero el nuevo problema que surgió es que se necesita un voltaje de al menos 3,7 V; los motores utilizados, por separado son capaces de generar entre 2 V y 3 V. La cuestión es poder conectarlos para que esos voltajes se sumen y llegar al mayor voltaje posible.

En el laboratorio se probó nuestra invención, con el aire producido por un secador de cabello. Por este motivo surgió otra interrogante: ¿pueden estas hélices funcionar con viento real al aire libre o solamente funcionará con el aire del secador de cabello? Dada esta inquietud el equipo se dispuso a colocar las hélices conectadas a un voltímetro sobre el manillar de una bicicleta y salir a la calle. Afortunadamente el valor obtenido fue igual al del laboratorio e incluso al circular por una calle en bajada se superó el voltaje producido empleando el secador de cabello.

## Los motores pueden cumplir la función de receptores o de generadores

Un receptor eléctrico transforma la energía eléctrica en energía mecánica de rotación; mientras que un generador eléctrico es un aparato o máquina capaz de producir corriente eléctrica a expensas de cualquier otro tipo de energía.

En el caso de este proyecto, se utilizan dos motores como generadores, ya que se necesita poder producir corriente eléctrica a través de la energía eólica.

## Dinámica de fluidos

Van Helmont fue un alquimista que, alrededor de 1620, tradujo la palabra griega “chaos” y redefinió el término gas: “es un caos violento”. Una molécula normal de aire viaja con una gran velocidad: 450 m/s (unos 1600 km/h).

La potencia transferida a las hélices por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido de las hélices y de la velocidad del aire. A presión atmosférica normal y a 15 °C tiene una densidad de 1,225 kg/m<sup>3</sup> (valor que disminuye con la humedad). El área de barrido de las hélices determina cuánta energía del viento es capaz de “capturar” para transformarla en energía de rotación y luego en energía eléctrica para el circuito.

Para calcular la potencia ( $P$ ) se averiguó la energía cinética ( $E_c$ ) de la masa de aire ( $m$ ) que atraviesa en un tiempo ( $t$ ) y la sección barrida por las hélices ( $A$ ).

$$P = E_c/t \quad (\text{Ecuación 1})$$

Sabemos que la energía cinética es la energía del movimiento por lo tanto depende de la velocidad ( $V$ ) del aire y de su masa ( $m$ ) obteniendo:

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Sustituyendo la ecuación 2 en la ecuación 1 obtenemos:

$$P = \frac{1}{2} m V^2 / t \quad (\text{Ecuación 3})$$

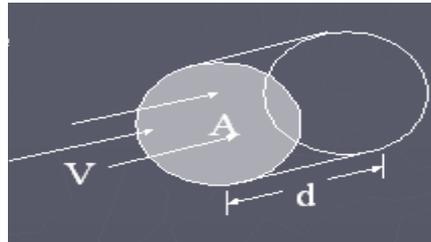


Figura 1

La figura 1 muestra el cilindro de aire que atraviesa las hélices en un tiempo  $t$ , el volumen se calcula:  $Vol = A.d$  (donde  $d$  es la altura del cilindro).

La densidad de una sustancia o material se calcula:

$$D = m / Vol \quad (\text{Ecuación 4})$$

Siendo  $D$  la densidad del aire,  $m$  la masa del aire, y  $Vol$  el volumen del mismo; como el cuerpo que estamos manejando es un cilindro el volumen de calcula:

$$Vol = A.d \quad (\text{Ecuación 5})$$

Sustituimos la ecuación 5 en la ecuación 4 y obtenemos:

$$D = m / A.d \quad (\text{Ecuación 6})$$

Como la masa de aire que atraviesa el área  $A$  en un tiempo  $t$  es:

$$m = D.A.d \quad (\text{Ecuación 7})$$

Y como el aire se mueve con una velocidad  $V$ , tenemos la siguiente ecuación:

$$d = V.t \quad (\text{Ecuación 8})$$

Siendo  $V$  la velocidad del aire. Sustituimos  $m$  en la ecuación 3 obteniendo:

$$P = \frac{1}{2}(D \cdot A \cdot d) \cdot V^2 / t \quad (\text{Ecuación 9})$$

Y por último, de las ecuaciones 8 y 9 se deduce que:

$$P = \frac{1}{2} D \cdot A \cdot V^3$$

En conclusión, la potencia recibida por las hélices es proporcional al cubo de la velocidad del aire.

## Materiales y métodos

Lo primero que se debatió para armar el proyecto fue qué tipo de motor sería más conveniente utilizar, cuál sería su tamaño, qué tipo de energía debería producir, etc. Luego de la prueba de diversos tipos de motores se encontraron eficientes a los motores de caseteras, por lo que se dispuso a trabajar con ellos. Al observar dichos motores y asesorarnos sobre el tema, se notó que los mismos poseían una salida positiva y otra negativa.

Solucionado el tema de los motores, se realizó la búsqueda de las hélices que podrían ser más eficientes. Surgió la idea de hacerlas reciclando el plástico de unos bidones. Utilizando este material, se recortaron dos círculos a los cuales se les realizaron unas ranuras cada 45 grados; de forma tal que se obtuvieron dos hélices con ocho aspas cada una. Estas parecían ser muy eficientes, de hecho utilizando un voltímetro y haciendo girar las hélices con el secador de cabello, se registraron 0,7 V. En cierto momento se notó que también se podrían utilizar *coolers* de computadoras en vez de las hélices de plástico. Dada esta idea el grupo se dispuso a investigar cuál de las dos opciones era la indicada. Se mantuvieron constantes las variables del motor utilizado y el secador de cabellos (figura 2) a una misma intensidad, pero en este caso se colocó como hélice un *cooler*. Se observó que éste era capaz de producir 1,5 V; lo cual aseguró que se debería optar por ellos.



Figura 2

Una vez que se realizó la elección de los motores y los *coolers*, se afrontó el desafío de armar el circuito con ambos motores. La cuestión era si el circuito debía ser en serie o en paralelo. El grupo se dispuso a, mediante observaciones experimentales, evacuar esta interrogante. Con el circuito conectado en paralelo se pudo producir un mayor voltaje e intensidad. Por ende se concluyó que este tipo de conexión sería la utilizada.

Una vez que el circuito estaba listo, se procedió a construir el armazón del aparato. Para ello se buscaron espejos de bicicleta, de los cuales se rescataron los soportes que los sujetan al manillar; a estos se les soldó una planchuela y se compraron soportes para los motores, los cuales se soldaron al otro extremo de cada planchuela. Como acto seguido se montaron las hélices y se soldaron los respectivos cables a los motores, como se muestra en la figura 3.



Figura 3

Durante el presente informe se ha llamado al resultado del proyecto como “aparato” o “invención”, pero al grupo le surgió la idea de proporcionarle un nombre propio, la propuesta con mayor aceptación fue: “Cargador Eólico 2.0”.

Una vez que el Cargador Eólico 2.0 aparentaba estar listo, el equipo investigador decidió probar si realmente funcionaba en la calle o si para su funcionamiento se necesitaría del aire del secador de cabello. Dada esta cuestión se montó al Cargador Eólico 2.0 en una bicicleta y se salió a la calle. Afortunadamente, funcionó como se esperaba. Luego se continuó con las pruebas para comprobar si efectivamente se podía cargar el celular en un paseo normal en bicicleta. En la figura 4 se muestra el proyecto terminado para ser mostrado, y en la figura 5 se realizó un esquema de las hélices montadas en la bicicleta.



Figura 4



Figura 5

**Los materiales que se utilizaron fueron:**

- Dos *coolers* de PC.
- Dos metros de cable.
- Dos motores de caseteras.
- Dos soportes para los motores.
- Dos soportes para espejos.
- Cargador portátil para celular (a elección).

Realizar un Cargador Eólico 2.0 tiene un costo económico, a continuación se detalla el presupuesto del mismo (en setiembre de 2016):

2 <i>Coolers</i>	\$240
2 metros de cable	\$20
2 motores	\$100
2 soportes de motor	\$180
2 soportes para la bicicleta	\$80
Cargador portátil (a elección)	\$150
Total	\$770

## Resultados

A continuación registramos algunos resultados obtenidos en la investigación.

Para calcular la potencia recibida por las hélices cuando estas se mueven a 5,0 m/s, debemos conocer el radio de las hélices (3,5 cm), y con él calcular su área:

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (3,5 \times 10^{-2} \text{ m})^2 = 3,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Sabiendo además del teórico que: “A presión atmosférica normal y a 15 °C tiene una densidad de 1,225 kg/m<sup>3</sup>”, podemos tener un valor de la potencia que reciben las hélices:

$$P = \frac{1}{2} \cdot D \cdot A \cdot V^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 3,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot (5,0 \text{ m/s})^3 = 0,29 \text{ W}$$

$$P = 0,29 \text{ W}$$

En los amperímetros y voltímetros se obtuvieron los siguientes valores al conectar el circuito:

	SERIE	PARALELO
voltaje (V)	(2,11 ± 0,005)	(4,30 ± 0,005)
intensidad (A)	(0,25 ± 0,005)	(0,47 ± 0,005)

El equipo se basó en las siguientes ecuaciones para obtener los siguientes resultados:

$$P = V \times I \quad E = P \times t$$

Donde:

$E$  = (energía generada)  $P$  = (potencia generada)  $t$  = tiempo  $V$  = voltaje  $I$  = intensidad

Se calculó la energía generada en cada caso en el transcurso de 1 hora.

#### EN SERIE:

$$P = (2,11 \pm 0,005) \times (0,25 \pm 0,005) \quad P = (0,53 \pm 0,01) \text{ W} \quad E = (0,53 \pm 0,01) \text{ Wh}$$

#### EN PARALELO:

$$P = (4,30 \pm 0,005) \times (0,47 \pm 0,005) \quad P = (2,02 \pm 0,02) \text{ W} \quad E = (2,02 \pm 0,02) \text{ Wh}$$

#### LO QUE NECESITA EL CELULAR:

$$P = (3,800 \pm 0,005) \times (1,200 \pm 0,005) \quad P = (4,6 \pm 0,03) \text{ W} \quad E = (4,6 \pm 0,03) \text{ Wh}$$

## Discusión y conclusiones

- La potencia generada por el viento es muy pequeña, pero puede aumentarse al aumentar la velocidad del ciclista.
- Para poder cargar un celular durante una hora se necesita 4,6 Wh.

- Conectando los dos generadores en paralelo se genera mayor voltaje que conectándolos en serie.
- Si bien conectando los generadores en paralelo, se logra generar un voltaje de valor suficiente, incluso mayor al necesario, es la baja intensidad de corriente que el Cargador Eólico 2.0 produce lo que hace que la potencia del mismo sea insuficiente para poder cargar por completo el celular.
- Tras haber realizado una intensa búsqueda, se encontró que la manera de incrementar la intensidad de corriente es logrando que el generador -en vez de producir corriente continua- produzca corriente alterna. Lo que permitiría, a través de la utilización de un transformador, regular la intensidad.
- Es posible que el generador produzca corriente alterna, desarmándolo y retirándole las escobillas.
- Cuando salimos a andar en la bicicleta intentando cargar el celular, se pudo comprobar que necesitábamos entre 5 horas y 6 horas aproximadamente para cargar por completo el mismo. Si se anda 1 hora en la bicicleta, podemos cargar el celular en un 20 % aproximadamente, lo que sirve para realizar alguna llamada de emergencia o enviar unos pocos mensajes. En el futuro, al agregar al circuito un transformador y un puente rectificador, confiamos en que lograremos mejorar la intensidad de corriente en el mismo y disminuir la cantidad de horas que se necesita para cargar el celular andando en la bicicleta.

## Bibliografía

- Beneficios de la Energía Eólica, 2014. [online] [citado 5 de setiembre 2016]. Disponible en internet: <http://www.gamesacorp.com/es/gamesa/energia-eolica/beneficios-energia-eolica.html>
- Bonda, Suárez & Vachetta (2010). *Electromagnetismo, Cuántica y Relatividad*. Montevideo, Uruguay.
- Cómo cargar tu teléfono con tu bicicleta #Capsulabs* [VIDEO] / Charly Labs, director. Duración 8'34". Chile, 22 de diciembre 2013.
- Energía Eólica 1*. Disponible en internet: <http://es.slideshare.net/ablitas/energia-eolica>.
- Hecht. (1998). *Física 2, Álgebra y Tecnología*. América del Sur, Buenos Aires, Argentina.



## 5. Estudio comparativo

### Hongo *Amanita muscaria* vs Hongo de Eucaliptus

#### **ESTUDIANTES**

Silvina Sassi

Micaela Waller

3° Bachillerato. Ciencias Agrarias

#### **Profesora Orientadora**

Rossana Müller

#### **Institución**

Liceo “Daniel Armand Ugon”

Colonia Valdense, Colonia.

## Resumen

Este proyecto se realizó con el propósito de investigar acerca de la toxicidad y beneficios que pueden llegar a tener dos especies de hongos presentes en nuestra región, que químicamente resultaron ser diferentes, pero bajo determinadas circunstancias son similares en apariencia.

¿Cuáles son los compuestos químicos presentes en los hongos *Amanita muscaria* y *Gymnopilus spectabilis* que resultan tóxicos o beneficiosos para el ser humano?

Esta fue la pregunta problema que guió esta investigación apostando a investigar y caracterizar dos especies de hongos (*Amanita muscaria* y *Gymnopilus spectabilis*) presentes en nuestra zona, reconociendo a través de ensayos grupos funcionales y elementos químicos que determinan el grado de toxicidad de cada uno al ser ingeridos.

Durante la investigación se descubrió que ambas especies son tóxicas en caso de ser ingeridas, pero una de ellas, si se tienen las precauciones adecuadas en su preparación, resulta comestible. Se propuso también reconocer qué efectos provocan ellos en el ser humano y averiguar cómo distinguirlos de otras especies de hongos. Con los estudios realizados también se pudo aportar información a la sociedad sobre estas especies, promoviendo un consumo responsable y previniendo posibles intoxicaciones, ya que se hallaron indicios de micas tóxicas, que marcan diferencias entre una especie y la otra.

## Introducción

El objetivo general de esta investigación fue comparar dos especies de hongos (*Gymnopilus spectabilis* y *Amanita muscaria*) similares en apariencia, bajo determinadas condiciones, pero cuya composición química resultó distinta.

Los objetivos específicos fueron, indagar sobre la composición de las especies para luego investigar mediante la experimentación, la presencia de elementos, grupos funcionales y compuestos químicos que caractericen a las especies tratadas. Otro de los objetivos, será informar a la población acerca de ambas especies investigadas.

Al momento de comenzar a trabajar en el proyecto, fueron planteadas varias hipótesis, con el propósito de orientar el trabajo, pero luego de realizada una profunda búsqueda bibliográfica, entrevistas con expertos y ensayos experimentales acerca del tema, se fueron dilucidando muchas de ellas.

## Problema de investigación

¿Cuáles son los compuestos químicos presentes en los hongos *Amanita muscaria* y *Gymnopilus spectabilis* que resultan tóxicos o beneficiosos para el ser humano?

Se eligió este tema, debido a que en la zona en que se enmarca el proyecto, es muy común la recolección y el posterior consumo de hongos, ya sea en escabeche, pickles o salsas. Se cree que esto puede deberse a que Colonia Valdense es una ciudad con numerosas costumbres heredadas de los inmigrantes europeos que, en su llegada a estas tierras, quizá se vieron forzados a recolectar hongos para saciar sus necesidades alimenticias. La tradición hizo que sus descendientes sigan manteniendo dichas costumbres. Por ello el equipo de trabajo cree que es importante que la sociedad tenga información sobre las especies estudiadas, ya sea para saber que una de ellas es mortal, o para saber que enriquecen su alimentación si consumen la restante especie.

## Objetivos

### Generales

- Investigar y caracterizar dos especies de hongos (*Amanita muscaria* y *Gymnopilus spectabilis*) presentes en la zona, reconociendo a través de ensayos grupos funcionales y elementos químicos que determinan el grado de toxicidad de cada uno al ser ingeridos.

### Específicos

- Determinar a través de ensayos prácticos realizados en el laboratorio, nutrientes y sustancias nocivas presentes en las dos especies a estudiar.
- Compartir los conocimientos adquiridos con la comunidad de Colonia Valdense y hacerlo extensivo a otras zonas del departamento y del país, donde se ingieren hongos con el fin de informar para un consumo responsable de los mismos.

## Hipótesis

Estas especies de hongos contienen sustancias químicas, de las cuales algunas son nutritivas y otras son capaces de causar diferentes grados de alteración en el sistema nervioso, llegando a ser muy tóxicas para el ser humano.

## Antecedentes

Para comenzar con la investigación se indagó sobre el tema, consultando diferentes fuentes halladas en biblioteca del liceo D.A.U., biblioteca del CeRP SW, páginas web, (que nos dieron a entender que son muy escasas o nulas las investigaciones publicadas al respecto), entrevistas con expertos, entre otros. Información hallada en libros cedidos por docentes interesados en el tema, validaron el comienzo de este proyecto. Por otro lado, se consultó a profesores de Biología, a la hora de evacuar dudas. Es de destacar que el aporte de Sequeira (2015) facilitó el reconoci-

miento de las especies a la hora de realizar salidas de campo, y motivó aún más a los integrantes de este equipo.

## Marco teórico

Los hongos son conocidos desde hace miles de años en el mundo, y desde la antigüedad y durante mucho tiempo los hongos fueron considerados vegetales, hasta que en 1969 un botánico estadounidense Robert H. Whittaker (1920-1980) propuso una nueva clasificación de los seres vivos, donde los hongos tuvieron su propio reino, el reino Fungi. Estos constituyen un complejo grupo de organismos, donde se calculan más de 70000 especies, pero se cree que realmente hay más de un millón y medio, ya que éstos viven en los medios más variados.

El surgimiento del nuevo reino se debió a que los hongos eran muy diferentes a los vegetales; siendo la ciencia que estudia a los hongos la Micología, que deriva de la palabra griega *mykes* que significa hongo.

En cuanto a su historia, podemos decir que los primeros fósiles de hongos se formaron hace unos 540 millones de años, a principios del Período Cámbrico; a pesar de que como la mayoría de los hongos poseen cuerpos bastantes blandos no se fosilizaron bien. Pero además hay otros tipos de evidencia que demostraron información acerca de la evolución de los hongos; como por ejemplo la comparación de secuencias de aminoácidos de más de 100 proteínas comunes a los hongos, plantas y animales sugiere que los hongos aparecieron hace unos 1500 millones de años. Y que además los filos debieron de comenzar a separarse hace unos 1400 y 1100 millones de años. Además, se cree que los primeros hongos eran acuáticos, ya que solo hace 700 millones de años que los animales y plantas colonizaron la Tierra.

Por otra parte, las pruebas moleculares realizadas demuestran que los hongos tienen más relación con los animales que con los vegetales, ya que se cree que los hongos al igual que los animales evolucionaron a través de un protista flagelado, que al igual que los hongos de la actualidad absorbía los nutrientes.

Los hongos son organismos eucariotas, unicelulares o pluricelulares en la mayoría. Todos son heterótrofos, ya que no tienen pigmentos que les permitan realizar la fotosíntesis y por esto es que no necesitan de la luz para vivir. Algunos de estos son depredadores, otros son saprófitos (se alimentan de materias orgánicas en descomposición), pero la mayoría se alimentan absorbiendo los nutrientes que necesitan de otros organismos vivos, o sea a partir de las materias orgánicas ya elaboradas. También existen hongos que establecen relaciones simbióticas con algas o cianobacterias para nutrirse, conformando el líquen.

Se desarrollan principalmente en ambientes húmedos y crecen durante todo el año, pero para fructificar y formarse deben encontrarse las condiciones ambientales adecuadas, humedad, alimento, temperatura y pH. Se puede decir también que hay especies que fructifican varias veces al año y otras que lo hacen en mayor cantidad en los meses más húmedos. Son aerobios, ya que necesitan dióxígeno para su respiración. Además, los hongos tienen gran importancia para

conservar el equilibrio de la naturaleza, ya que descomponen o reciclan casi todos los restos orgánicos (descomponen la materia orgánica); intervienen en la producción del humus del suelo, muy importante para su fertilidad; también sirven como alimento o se utilizan en la elaboración de otros; además se los utiliza en procesos industriales; y en la medicina para la obtención de antibióticos.

Por otra parte, existen especies que son un gran problema para los cultivos, ya que les ocasionan enfermedades; algunos también perjudican a los animales y a los seres humanos.

La reproducción de los hongos puede ser sexuada o asexuada, y se da en ambos casos mediante la producción de esporas, que les permite dispersarse por nuevos lugares y además sobrevivir en condiciones adversas. Estas esporas en los basidiomicetos son denominadas basidiosporas. Se puede agregar también que cuando se reproducen mediante reproducción sexual, se fusionan los citoplasmas, mediante un proceso denominado cariogamia, habiendo entonces dos núcleos separados, y es por esto que se dice que su ploidía (cantidad de cromosomas que tiene una célula) se denomina  $n+n$ , en lugar de  $n$  (haploide) o  $2n$  (diploide); luego sucede la cariogamia, donde se unen los núcleos.

El reino Fungi se divide dependiendo de cómo sea el ciclo vital y la morfología del hongo en cuatro filos (grupos taxonómicos inferiores al reino): *Ascomycota*, *Chitridiomycota*, *Zigomycota* y *Basidiomycota*.

El filo *Ascomycota*, el mayoritario, con aproximadamente 30000 especies independientes y 60000 líquenes, contiene a los ascomicetos. Su hábitat más común es la tierra seca. Estos hongos poseen formas muy variadas: de copa, botón, disco, colmena y dedos, entre otras. Agrupa una gran cantidad de hongos patógenos de plantas y animales y aquellos que crecen sobre alimentos. La característica principal, además de su forma, es la presencia de estructuras reproductoras microscópicas llamadas ascas, que dan origen a las esporas. El 99 % de las especies de líquenes conocidos, pertenecen a este Filo (*Ascolíquenes*).

El filo *Chitridiomycota*, comprende los hongos llamados quitidiomicetos. A este pertenecen aproximadamente 700 especies, son principalmente hongos acuáticos microscópicos, aunque algunos pueden crecer también sobre materia orgánica en descomposición u organismos vivos como gusanos, insectos, plantas y otros hongos. Las esporas de las especies pertenecientes a este filo, llamadas “zoosporas”, poseen flagelos que les permiten moverse en medios líquidos.

En tercer lugar, encontramos el filo *Zigomycota*, el cual contiene a los denominados zigomicetos. Dentro de este grupo encontramos 1000 especies; hongos microscópicos que pueden desarrollarse sobre materia orgánica en descomposición, aunque también se pueden encontrar en el tracto digestivo de algunas especies de artrópodos, como los insectos. Causan podredumbre en la superficie que colonizan.

Por último, el filo *Basidiomycota*. Este contiene 14000 especies (tanto comestibles como venenosas). A este filo pertenecen las especies estudiadas y analizadas en este proyecto. Se caracterizan por tener el 90 % del micelio bajo tierra y sobre la superficie crece el cuerpo fructífero denominado seta. A nivel microscópico su característica principal es la presencia de estructuras

reproductoras especializadas o basidios, las cuales dan origen a las esporas, pero en forma externa, generalmente en grupos de cuatro, aunque en algunas especies pueden encontrarse dos y seis esporas por basidio. Las esporas se conocen como basidiosporas. Este filo se divide en tres clases más, *basidiomicetos*, *telemicetos* y *ustilagomicetos*.

Además de las setas, también incluye las royas. Éstas crecen en los soros de las hojas o tallos de los vegetales y afectan al organismo que utilizan para vivir. Afectan a la agricultura y al coste de los alimentos ya que no hay fungicidas que puedan eliminarlos, por su alta capacidad de mejorar genéticamente y hacerse resistentes a ellos.

### Partes del hongo del Filo Basidiomycota:<sup>[1][2]</sup>

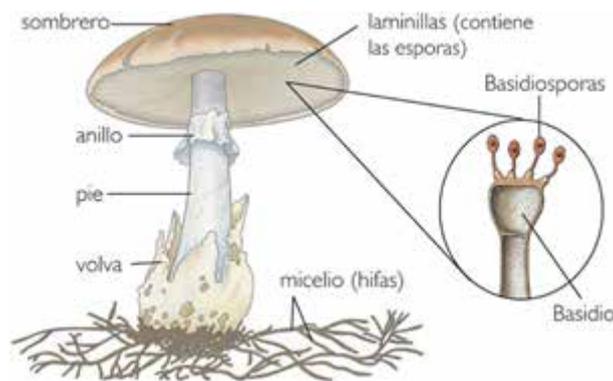


Imagen 1. Extraída de: [http://3.bp.blogspot.com/\\_sGbXtMuYXxA/TOqtxvrYzWI/AAAAAAAAAC4/Duc6c53UTQo/s1600/20070417klpcnavid\\_35\\_Ees\\_LCO.png](http://3.bp.blogspot.com/_sGbXtMuYXxA/TOqtxvrYzWI/AAAAAAAAAC4/Duc6c53UTQo/s1600/20070417klpcnavid_35_Ees_LCO.png)

El sombrero es la parte más carnosa del hongo, tiene forma redondeada (similar a la de un paraguas), variando su tamaño según la edad del hongo; el sombrero en la parte inferior está compuesto por laminillas. El pie es la parte que sirve de soporte al hongo, tiene forma cilíndrica en la mayoría de los basidiomicetos, y en su parte inferior está unido al micelio.

Este último está compuesto por hifas, que son largos filamentos, que subterráneamente o superficialmente forman una masa entrelazada. Puede haber un solo micelio por hongo y éste contener los dos sexos, o dos micelios por hongo teniendo cada uno sexo diferente. La volva, es la membrana espesa que envuelve al pie del hongo en la parte inferior, y se presenta casi siempre en las especies tóxicas; y el anillo que es una membrana que rodea el pie en la parte superior, se forma a partir de los restos del velo parcial que recubre las laminillas cuando el sombrero aún no se ha abierto; algunas especies no tiene anillo y otras no lo conservan siempre. Además su pared celular contiene quitina, sustancias que les proporcionan estabilidad y soporte.

## Las dos especies investigadas



Imagen 2 extraída de: <https://lh4.googleusercontent.com/-GmDOTwGaI-I/TW5gbnqLgqI/AAAAAAAAAOI/iBZ8p-Dw8BA/s1600/hongo+de+eucalipto.jp>

Una de las especies investigada fue *Gymnopilus spectabilis* o más conocida como el hongo del eucalipto; en nuestro país, es abundante su presencia y común de encontrar en los campos y montes. También pueden verse en puestos de verduras y ferias, debido a que es una especie considerada comestible teniendo determinadas precauciones en su preparación.

En cuanto a las características principales, se puede apreciar que su sombrero es grande y de color castaño amarillento; mide entre 5 cm y 16 cm de diámetro, y a veces alcanza tamaños mayores. Su pie es robusto, fibroso, firme y con una altura de 8 cm a 12 cm de alto; siendo más delgado en la base (contra el suelo) y de color amarillo. Tiene también un anillo grueso del mismo color que con el tiempo se vuelve herrumbroso.

Normalmente crece en grupos, fundamentalmente en la base de eucaliptos vivos o muertos. Para su consumo es fundamental que sean frescos, que estén firmes y que no sean muy grandes, porque cuanto más tamaño más amargos son y más difícil será dejarlos apetecibles. Es por esto que los mejores son los jóvenes y pequeños; teniendo estos el sombrero globuloso, el cual se va aplanando con la edad. Además, cuanto más dominante sea el color amarillo sobre el marrón, más joven y menos amargo será el hongo. El cuerpo (parte comestible) es macizo, compacto y de color amarillento en el sombrero, de olor agradable y sabor amargo. No es recomendable consumirlo crudo, ya que puede causar alucinaciones; pero, si se sumergen en agua varias veces y se van desechando las aguas de lavado antes de su cocción, puede prepararse en escabeche, por ejemplo, y consumirse sin inconvenientes. Desde el punto de vista de la botánica, este hongo pertenece al reino Fungi, al filo *Basidiomycota*, a la clase *Agaricomycetes*, al orden *Agaricales*, a la familia *Strophariaceae* y dentro de ella, al género *Gymnopilus*.



Imagen 3. Extraída de: [http://www.cestaysetas.com/wp-content/uploads/2012/03/18569\\_307293094888\\_58761209888\\_3233307\\_657855\\_n.jpg](http://www.cestaysetas.com/wp-content/uploads/2012/03/18569_307293094888_58761209888_3233307_657855_n.jpg)

La otra especie a estudiar en este proyecto es *Amanita muscaria*, conocido comúnmente como “matamoscas”. También en algunas regiones del mundo es denominado “la seta de los locos” ya que su ingesta produce alucinaciones.

En cuanto a sus principales características, se puede destacar que su sombrero varía de los 10 cm a 25 cm de diámetro; su forma pasa de globosa (cuando está en estado botón) a convexa (cuando madura), pero finalmente es plana como el resto de las amanitas; es carnoso, consistente y ligeramente estriado en la madurez; el color principal de la cutícula es el rojo, aunque se torna a naranja-marrón a medida que pasa el tiempo (que se vuelve más viejo), siendo en ese momento en que esta especie se confunde con la otra especie estudiada. Sobre la cutícula hay gran cantidad de “puntos blancos”, que son restos de la volva. Estos, suelen ser de textura algodonosa y están dispuestos en círculos concéntricos, de color blanco que amarillean o se pierden con el tiempo. En la parte inferior del sombrero, se encuentran las laminillas, siendo éstas de color blanco puro, numerosas, gruesas y con la arista algodonosa y suave.<sup>[1]</sup> El pie es cilíndrico, blanco tirando a amarillento, recto y robusto. Su tamaño varía desde unos 12 cm a 20 cm de altura y de 1 cm a 3 cm de diámetro. Además, éste posee un anillo amplio, membranoso, con el borde ligeramente teñido de amarillo y flequeado. La base del pie es claviforme, rodeado de una volva blanca.

Las condiciones de hábitat de la *Amanita muscaria* son muy variadas, ya que pueden encontrarse desde las regiones más bajas, hasta las zonas de media y alta montaña. Vive en todo tipo de bosques (coníferos y caducifolios principalmente), crece asociada a las raíces de los árboles, con los que intercambia sales minerales y agua por otras sustancias orgánicas, pudiendo llegar a formar grupos relativamente numerosos.

## Valor nutricional de los Basidiomycetos

Se sabe que en épocas de hambre, algunas poblaciones lo han usado para su alimentación básica. Pese a que hoy se conoce su relativa pobreza nutritiva, ya que entre el 80 % y 90 % es agua, las setas son objeto de un gran consumo a causa de sus sabores y aromas. El contenido en carbohidratos en las setas frescas es muy variable oscilando entre el 3 % y el 8 %, siendo en gran parte monosacáridos o disacáridos. El porcentaje en proteínas está entre el 2 % y el 5 % conteniendo todos los aminoácidos esenciales. Las grasas se encuentran en muy baja proporción dependiendo del contenido en agua de la seta fresca. Es un alimento rico en fibra dietética, teniendo un contenido de alrededor del 1 %. La fibra que contienen las setas es la quitina que forma parte de la estructura de la pared celular de los hongos.

Otro 1 % del contenido fresco de las setas corresponde a minerales de los que hay que destacar la presencia de hierro, magnesio, cinc, fósforo, potasio y cobre. Es destacable su bajo contenido en sodio y aportan a la dieta, nutrientes inorgánicos que no existen en otros alimentos. Además, hay setas que contienen metales pesados como plomo, cadmio y mercurio, por lo tanto, al consumirlos pueden causar riesgos toxicológicos. Pero no solo absorben metales pesados, sino también elementos radioactivos por lo que podrían ser utilizadas como marcadores radioactivos para determinar el nivel de radioactividad de una zona determinada. Por ello habrá que tener especial cuidado en el consumo de setas localizadas en zonas de potencial actividad radioactiva.

## Patologías

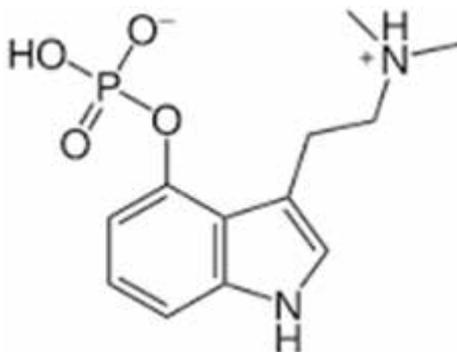


Figura 4. Extraída de: [4-http://qnint.sbg.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=D4bi1bi19\\_mS4pGa5UJwVI6121lwhbwkMAxShjDRzYsyhjOnG3xW3o4cQI-9KpKtEpfpjpyRv3Iap5JgkU\\_o3dQ](http://qnint.sbg.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=D4bi1bi19_mS4pGa5UJwVI6121lwhbwkMAxShjDRzYsyhjOnG3xW3o4cQI-9KpKtEpfpjpyRv3Iap5JgkU_o3dQ)

Comenzando por la especie comestible *Gymnopilus spectabilis* (hongo de eucaliptus), contiene el alcaloide psilocibina, un componente con propiedades similares al LSD, la cual se produce dentro del cuerpo fructífero o sombrero y que causa alucinaciones si se consume de forma cruda. Este alcaloide ejerce su acción sobre algunos receptores cerebrales que normalmente responden al neurotransmisor serotonina, por lo tanto causa síntomas como dilatación de pupilas, sensación de energía, visiones con los ojos cerrados, náuseas, ansiedad, entre otros. Al envenenamiento

to producido por la ingestión de setas tóxicas se le llama micetismo. Debe tenerse en cuenta que, en el caso que las toxinas lleguen al torrente sanguíneo, pueden dañar irreparablemente distintos órganos, lo cual muchas veces puede resultar mortal. Por ser soluble esta sustancia, el hongo de eucalipto al lavarlo varias veces y darle un pequeño hervor en la preparación, queda apto para consumirlo sin riesgo.

Continuando con *Amanita muscaria*, y en el caso de ingesta, puede causar desde micetismo gastrointestinal, hasta alteraciones cerebrales y la muerte. Se sabe que en dosis muy altas tiene un gran efecto neurotóxico, mientras que si está seca su potencial alucinógeno es mucho más alto. Sus principales propiedades son enteógenas, lo que significa, que al ser ingerido provoca un estado modificado de conciencia, debido a lo cual se ha utilizado desde tiempos remotos como estimulantes. [4]

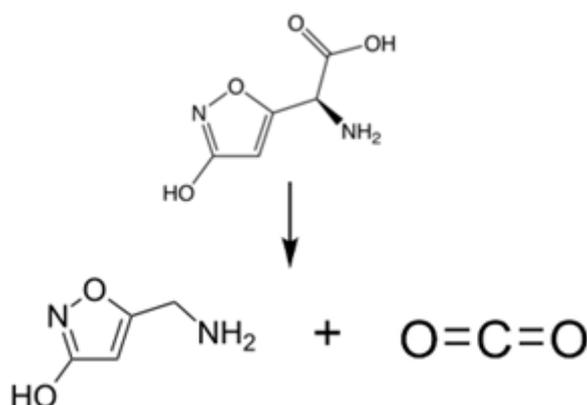


Figura 5. 5-[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b0/Ibotenic\\_acid2.png/220px-Ibotenic\\_acid2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b0/Ibotenic_acid2.png/220px-Ibotenic_acid2.png)

El principio activo de *Amanita muscaria* fresca es el alcaloide ácido iboténico (Alfa-amino-3-hidroxi-5-isoxazolil-acético). El contenido de este ácido en este hongo es muy elevado, y va desde el 0,03 % al 0,1 %. Al secarse, o al ser consumido fresco, ocurre la descarboxilación, convirtiéndose en muscimol (5-aminometil-3-hidroxi-isaxazolil).

El ácido iboténico produce efectos enteogénicos en el hombre a una dosis de entre 50 mg y 100 mg. Se obtiene un efecto equivalente con entre 10 mg y 15 mg de muscimol.

Desde el punto de vista químico, se define al ácido iboténico como un aminoácido que actúa como neurotóxico, utilizado como “agente de lesión cerebral”. El muscimol es el componente psicoactivo que, al ingresar al sistema nervioso, actúa sobre los receptores de serotonina, a la molécula sustituyéndola (ya que son muy similares en tamaño y composición), logrando alterar todas las funciones cerebrales.

Los elementos psicoactivos se encuentran en todo el hongo, pero la mayor concentración está en el sombrero.

Otra sustancia presente en *Amanita muscaria* es la muscarina, que es la responsable de la salivación, lagrimeo, cefaleas, miosis, alteraciones visuales y sobre todo, es la responsable de provocar alteraciones gastrointestinales como náuseas y vómitos acompañados de somnolencia.

Este alcaloide tiene propiedades paralelas al neurotransmisor serotonina (los neurotransmisores son los encargados de llevar la información de una neurona a la siguiente).<sup>[5]</sup> Por el hecho de poseer estructuras moleculares similares, estas sustancias enteogénicas ingresan al cerebro cumpliendo funciones similares a las que ejerce la serotonina (responsable de la percepción sensorial, la regulación de la temperatura y el inicio del reposo nocturno) y otros neurotransmisores, provocando desajustes en todo el sistema nervioso

## Metodología:

### 1- Ensayos realizados en el lugar del hallazgo

Utilización de Sensores Ceibal (DiscLab) para determinar:

- Ubicación geográfica del lugar, utilizando GPS
- Temperatura del suelo y temperatura del ambiente donde se desarrollan
- Recolección de una muestra de suelo para determinación de pH (Anexo I - Técnica 1.1)
- Luminosidad
- Humedad

(Véase los datos obtenidos en ANEXO 2)

### 2- Experiencias realizadas sobre muestras frescas

Como los compuestos químicos que hacen tóxicas a estas especies son moléculas orgánicas muy inestables y para las cuales no existen ensayos específicos de reconocimiento, se diseñó una metodología de investigación con el propósito de reconocer grupos funcionales y elementos que forman a dichas moléculas, con los materiales e instrumentos que hasta el momento se dispone en el laboratorio de química del Liceo D.A.U. y en el Laboratorio del Ce.R.P., SW de Colonia. Allí fueron realizados entonces los siguientes experimentos, con muestras frescas, recién arrancadas y con muestras que se conservaron congeladas hasta el momento del ensayo. También con muestras que se llevaron al punto de carbonización en estufa (en casa de una de las integrantes del equipo) y continuaron su proceso de calcinación en el laboratorio.

#### 2.1 - Reconocimiento de elementos y grupos funcionales

(Ver Técnicas en Anexo I, Resultados en Anexo II)

2.1.1 - Reconocimiento de Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Oxígeno

2.1.2 - Reconocimiento de Carbono e Hidrógeno por oxidación de CuO

- 2.1.3 - Reconocimiento de Nitrógeno
- 2.1.4 - Reconocimiento de Azufre
- 2.1.6 - Detección de Halógenos Prueba de Lassaigne
- 2.1.7 - Detección de grupo fosfato

## **2.2 - Ensayos de solubilidad en diferentes solventes**

(Ver Técnicas en Anexo I, Resultados en Anexo II)

- 2.2.1 - Prueba en  $H_2SO_4$  (ac), 1 mol/L
- 2.2.2 - Prueba en éter sulfúrico
- 2.2.3 - Prueba en agua destilada
- 2.2.4 - Prueba en HCl (ac) 1 mol/L
- 2.2.5 - Prueba en NaOH (ac), 1 mol/L
- 2.2.6 - Prueba en HCl cc

## **2.3 - Reconocimiento de nutrientes**

(Ver Técnicas en Anexo I, Resultados en Anexo II)

- 2.3.1 - Determinación de glúcidos reductores, ensayo de Fehling
- 2.3.2 - Reconocimiento de enlace peptídico. Reactivo de Biuret.

## **2.4- Calcinación de muestras para reconocimiento de elementos (Ver Técnicas en Anexo I, Resultados en Anexo II)**

- 2.4.1 - Calcinación de compuestos orgánicos
- 2.4.2 - Determinación del % de materia orgánica en cada muestra.

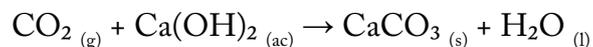
## **3 - Experiencias realizadas sobre muestras calcinadas**

- 3.1 - Ensayos a la llama - Reconocimiento de iones metálicos presentes en las cenizas.
- 3.2 - Detección de Hierro

## **Discusión**

Observando las tablas de datos que se muestran en el Anexo II, referentes a resultados obtenidos en los diferentes ensayos químicos realizados, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

2.1.1 Se confirmó la presencia de agua y materia orgánica en ambos casos, observándose que se empañaron los tubos, se desprendieron vapores aromáticos y que la coloración final de las muestras correspondió a residuos carbonosos. Además, en el ensayo 2.1.2 para ambas muestras se observó burbujas y cierta turbidez en la solución, con formación de un precipitado blanco correspondiente a  $\text{CaCO}_3$  para el caso del hongo de eucaliptus:



El residuo sólido del tubo que contenía la muestra junto con el óxido de cobre, al finalizar su calentamiento se tornó rojizo, correspondiendo a la reducción del cobre, por lo tanto, la materia orgánica fue oxidada. A través del ensayo 2.1.3 en *Amanita muscaria* se pudo observar una tonalidad levemente más azul que en el hongo del Eucaliptus, de esta forma se pudo reconocer la presencia de nitrógeno por desprendimiento de  $\text{NH}_3$  gaseoso (amoníaco); este gas conjuntamente con el vapor de agua desprendido se convirtió en  $\text{NH}_4\text{OH}$  (ac) (base débil capaz de hacer virar el papel de tornasol de rojo a azul). Con esta detección se pudo afirmar que las muestras contienen algunos de los siguientes grupos funcionales: amida, anión nitroso, nitro y anillos heterocíclicos.

Con el ensayo 2.1.4 se reconoció la presencia de azufre en el hongo de eucaliptus ya que el papel que recibió los vapores provenientes de la muestra de esta muestra se tornó de una coloración marrón (correspondiente a  $\text{PbS}$ ), percibiéndose aroma desagradable, no siendo así en el caso de la Amanita. Se confirma con el ensayo 2.1.5 la presencia de azufre y se pudo predecir que la muestra del hongo del eucaliptus contiene azufre combinado en alguno de los siguientes grupos funcionales: sulfuros, sulfóxidos, sulfonas, sulfonamidas y compuestos heterocíclicos con azufre.

Se continúa con la experiencia 2.1.6 donde se observó color blanco en el precipitado correspondiente a la muestra de *Gymnopilus spectabilis*, detectando la presencia de un halógeno, en este caso el cloro ( $\text{AgCl}$ ). En *Amanita muscaria* solo se observó cierta turbidez blanca.

Respecto al ensayo 2.1.7, solo en el caso de *Gymnopilus spectabilis*, el resultado obtenido fue positivo, comprobándose la presencia de grupos fosfato en esta muestra.

## 2.2 Ensayos de solubilidad en diferentes solventes

Según la bibliografía consultada, el comportamiento de los compuestos orgánicos en diferentes solventes puede indicar la presencia de un cierto grupo funcional. Aquellos compuestos que son insolubles en éter sulfúrico (solvente apolar) pero sí solubles en agua destilada (solvente polar), serían compuestos iónicos o que pueden contener dos o más grupos polares con no más de 4 átomos de carbono por grupo polar. La medición del pH de la solución acuosa resultante confirma que la *Amanita muscaria* tiene sustancias más ácidas (ácido iboténico) en su composición que la otra especie,

El ácido clorhídrico diluido disuelve a las aminas alifáticas (de cadena larga) para formar sales con ellas. A partir de esto podemos decir que *Amanita muscaria* contiene aminas ya que fue soluble, mientras que el hongo del eucaliptus no.

En cuanto al hidróxido de sodio, podemos decir que ambas muestras se disolvieron, esto indicaría que contienen grupos ácidos carboxílicos, que reaccionan neutralizándose por la base y formándose sales solubles, en solución acuosa.

El ácido sulfúrico se usa como solvente de compuestos neutros, no solubles en agua y que sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, lo que da a entender la disolución parcial de ambas muestras.

Con el ensayo 2.3.1 Determinación de glúcidos reductores, se observó que en *Amanita muscaria* la coloración inicial, al enfrentar la muestra al reactivo, era azul pero luego, al calentar, se formó precipitado rojo. En el hongo *Gymnopilus spectabilis*, no se percibió cambio de coloración. Con este ensayo se verificó la presencia de monosacáridos y disacáridos reductores, tal como lo decía la teoría en *Amanita muscaria*. Estos glúcidos son especies químicas que facilitan la acción de las toxinas de *Amanita muscaria* sobre el sistema nervioso central.

Al efectuar el ensayo 2.3.2, la coloración de los pigmentos solubles en el agua no permitió detectar la coloración violeta característica de la presencia de enlaces peptídicos. Por lo tanto, no se pudo concluir al respecto.

#### 2.4.1 Calcinación de compuestos orgánicos

Con la aplicación de esta técnica se logró destruir la materia orgánica (hidratos de carbono, grasas, proteínas y otros nutrientes que pudieran estar presentes) así como también, eliminar el agua en las muestras, lo cual permitió emprender la determinación inorgánica de los elementos que aún persistían en cada una y cálculos posteriores de porcentaje. Se utilizó el Método por vía seca, con calentamiento lento hasta desaparición de residuo carbonoso.

Por el ensayo 2.4.2 se logró determinar el porcentaje de agua y materia orgánica partiendo de una gran cantidad (1 kg) de hongo *Gymnopilus spectabilis* de tan solo 44 g de *Amanita muscaria*, debido a que en las condiciones climáticas existentes cuando se realizaron los ensayos fue muy difícil obtener especímenes de este último. Igualmente se logró calcinación total, y a la hora de hacer cálculos se observa que una de las especies, la correspondiente al hongo de Eucaliptus, tiene una pequeña proporción (0,77 %) mayor de agua y materia orgánica que la *Amanita muscaria*. Luego, con ensayos a la llama (3.1) se detectan iones calcio y hierro para el caso del *Gymnopilus spectabilis* y sólo ion calcio en las cenizas de *Amanita muscaria*.

Este es un proceso analítico que según la bibliografía, permite detectar la presencia de ciertos elementos, basado en el espectro de emisión característico a cada elemento. El color de la llama también puede depender de la temperatura, por lo que debe hacerse en la parte superior de la llama del mechero Bunsen. Al efectuar el procedimiento, se pudo observar claramente las coloraciones diferenciadas entre una especie y la otra.

Para la detección de hierro (3.2) fue necesario trabajar con un compuesto elaborado a base de hierro (una cápsula de medicamento “Cheltin Folle”) como testigo, para determinar cualitativamente si existía hierro o no en cada una de las muestras. Con la formación del complejo  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  de color azul intenso se verificó la presencia de elemento en una de las muestras.

## Conclusión

A la hora de realizar la búsqueda bibliográfica y hacer ensayos químicos en ambas especies, frescas y calcinadas, se pudo determinar que *Amanita muscaria* es tóxico debido a la presencia de ácido iboténico y muscarina. Por ser éstos compuestos orgánicos imposibles de reconocer directamente (ya que se descomponen fácilmente), se optó por efectuar ensayos que permitieran determinar los grupos funcionales presentes en estas moléculas (tales como grupo amino, presencia de nitrógeno, por ser soluble en HCl se confirmó que contiene alcaloides, por presencia de glúcidos la existencia de muscarina), dando resultados que confirman la presencia de ambas sustancias nocivas. También mediante ensayos se detecta la presencia de calcio.

Se encuentra además que *Gymnopilus spectabilis* presenta cierto grado de toxicidad también y principalmente cuando está recién arrancado, debido a la presencia de psilocibina y psilocina. Ambos compuestos se confirmaron por reconocimiento de grupos funcionales y presencia de ciertos elementos químicos (como la existencia de grupo fosfato, de azufre y de cloruro). Es por ello que debe entonces ser lavado varias veces antes de ser preparado para su consumo, ya que se puede confirmar que estas sustancias nocivas son solubles en agua. Además, en esta especie se detectó presencia de azufre, hierro y calcio.

## Bibliografía

Sequeira, Alejandro (2015). *Guía visual de especies en Uruguay, Hongos*.

1º Ed. Ediciones de la Plaza.

Laessoe (1998). Thomas. *Manuales de identificación, Hongos*. 1º Ed. Ediciones Omega

Bermejo, Raquel (1990). *Química analítica, general cuantitativa e instrumental*. Vol. 1, Editorial Paraninfo.

Murray, W. Nabors. *Introducción a la Botánica*. Editorial Pearson, Addison Wesley.

## Web-grafía

-<http://www.forovegetariano.org/foro/showthread.php?27192-Character%EDsticas-nutricionales-de-los-hongos>. Fecha de consulta: 27/06/2016

-<http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/historia.htm>. Fecha de consulta: 29/07/2016

-<http://www.micomania.rizoazul.com/micologia>. Fecha de consulta: 02/07/2016

-[www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/micotoxi.htm](http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/micotoxi.htm). Fecha de consulta: 02/07/2016

-<http://www.asturnatura.com/especie/amanita-muscaria.html>. Fecha de consulta: 02/7/2016

-[www.cannabismagazine.es/conociendo-la-amanita-muscaria](http://www.cannabismagazine.es/conociendo-la-amanita-muscaria). Fecha de consulta: 03/07/2016

-[http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas\\_educativas/public/ciencias-naturales/reino-de-los-hongos/003-el-hongo-del-chivito.html](http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas_educativas/public/ciencias-naturales/reino-de-los-hongos/003-el-hongo-del-chivito.html). Fecha de consulta: 05/07/2016

-<http://www.asturnatura.com/especie/gymnopilus-spectabilis.html>. Fecha de consulta: 05/07/2016

-<http://amanitacesarea.com/amanita-muscaria.html>. Fecha de consulta: 05/07/2016

-[https://es.wikipedia.org/wiki/Amanita\\_muscaria](https://es.wikipedia.org/wiki/Amanita_muscaria). Fecha de consulta: 06/07/2016

-<http://conomedioblog.blogspot.com.uy/2010/11/caracteristicas-de-los-hongos-debido-la.html>. Fecha de consulta: 07/07/2016

## ANEXOS

### ANEXO 1: Técnicas de Trabajo

Técnica 1.1: Medición de pH del suelo.

Recoger muestra del suelo ubicado al pie de los hongos. Colocar en vaso de bohemia, agitar y dejar reposar 1 hora. Filtrar con algodón y medir el pH de la solución límpida obtenida con sensor del DiscLab (Ceibal).

Técnica 2.1.1: Detección de materia orgánica.

Colocar una punta de espátula de la muestra en un tubo de ensayo y calentar suavemente. Observar si existe desprendimiento de vapor de agua, gases y residuo carbonoso.

Técnica 2.1.2: Reconocimiento de carbono e hidrógeno por oxidación de CuO.

Deshidratar la muestra, colocando una pequeña cantidad en un tubo de ensayo y calentando suavemente con mechero. Agregar una punta de espátula de óxido cúprico, CuO. Tapar con tapón mono perforado, que contiene un tubo de desprendimiento el cual se sumerge en otro tubo que contiene solución de agua de cal (solución saturada de hidróxido de calcio). Observar si hay desprendimiento de burbujas, en el tubo que contiene agua de cal y si se forma allí precipitado de color blanco.

Técnica 2.1.3: Reconocimiento de nitrógeno.

Colocar en un tubo de ensayo, una pequeña porción de muestra y en la boca del tubo se coloca una banda de papel de tornasol rojo, la que se sujeta a través de un pliegue. Calentar y observar si se provocan cambios en la coloración del papel de tornasol.

#### Técnica 2.1.4: Reconocimiento de azufre.

Humedecer un círculo de 5 cm de diámetro de papel de filtro con 4 gotas de solución de acetato de plomo ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ) al 10 %. Colocar ambos papeles a secar en el desecador. Por otro lado, colocar una pequeña cantidad de muestra en un tubo de ensayo, y en la boca del mismo, colocar el papel de filtro plegado que ya se encuentra seco. Calentar suavemente el tubo y observar si suceden cambios en el papel.

#### Técnica 2.1.5: Detección de azufre - Prueba de Lassaigne.

La prueba de Lassaigne se basa en convertir algunos elementos presentes en las muestras, en compuestos iónicos solubles en agua y posterior aplicación de ensayos específicos para detectarlos.

1.- Se coloca dentro de un tubo de ensayo, un trozo de magnesio metálico, de aproximadamente 4 mm de largo.

2.- El tubo se calienta con un mechero Bunsen hasta que se observa que el metal se funde.

3.- Se coloca en mortero una punta de espátula de la muestra orgánica y se mezcla con igual cantidad de sacarosa en polvo. Se mezcla muy bien, preparándose una pasta.

4.- Se retira el tubo del mechero y se adicionan aproximadamente 5 mg de la mezcla preparada anteriormente.

5.- Nuevamente se calienta el tubo y se repite la adición de la misma cantidad de la mezcla, por una segunda vez. Se calienta el fondo del tubo al rojo vivo, por unos 5 minutos.

6.- Aún caliente se deja caer dentro de un vaso de precipitado que contenga 20 mL de agua destilada.

7.- El tubo se rompe por el choque con el agua fría. Se calienta nuevamente la solución a ebullición y se filtra. El filtrado debe ser incoloro y se usa para las hacer pruebas:

##### Detección de azufre:

Tomar 2 mL del filtrado y agregar 5 gotas de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 1 mol/L y 5 gotas de acetato de plomo ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ). Observar si se forma precipitado negro correspondiente a  $\text{PbS}$ .

#### Técnica 2.1.6: Detección de Halógenos – Prueba de Lassaigne

Tomar 2 mL del filtrado obtenido en punto 7 de la técnica 2.1.5 y se colocan en tubo de ensayo. Agregar 5 gotas de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) 6 mol/L, calentar hasta el punto de ebullición, y luego agregar 5 gotas de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) al 3 %. Observar si se torna de color blanco, lo que indicará presencia de cloro o amarillo correspondiente a yodo.

#### Técnica 2.1.7: Detección de grupo fosfato.

Tomar 2 mL del filtrado obtenido en punto 7 de la técnica 2.1.5 y se colocan en tubo de ensayo. Agregar igual cantidad de solución saturada de óxido de calcio (CaO) y calentar hasta ebullición. Observar si se forma un precipitado turbio o turbidez de color amarillo correspondiente al fosfato de calcio (Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>).

Técnica 2.2.1: Prueba en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ac) 1 mol/L.

Colocar una punta de espátula de la muestra de *Amanita muscaria* en un tubo de ensayo y en otro tubo colocar igual cantidad de *Gymnopilus spectabilis*, agregar 20 gotas de ácido sulfúrico 1 mol/L a cada uno. Agitar y Observar.

Técnica 2.2.2: Prueba en éter sulfúrico.

Se reitera lo realizado en técnica 2.2.1 pero utilizando como solvente al éter.

Técnica 2.2.3: Prueba en agua destilada.

Se reitera lo realizado en técnica 2.2.1 pero utilizando como solvente al agua destilada. Luego medir el pH con sensores DiscLab, de cada uno de los contenidos de los tubos.

Técnica 2.2.4: Prueba en HCl 1 mol/L.

Se reitera lo realizado en técnica 2.2.1 pero utilizando como solvente al HCl, 1 mol/L.

Técnica 2.2.5: Prueba en NaOH 1 mol/L.

Se reitera lo realizado en técnica 2.2.1 pero utilizando como solvente al NaOH, 1 mol/L.

Técnica 2.2.6: Prueba en HCl cc.

Se reitera lo realizado en técnica 2.2.1 pero utilizando como solvente al HCl concentrado.

Técnica 2.3.1: Determinación de glúcidos reductores – Ensayo de Fehling.

A través del reactivo de Fehling se puede reconocer la presencia de glúcidos reductores, sean monosacáridos o disacáridos, por oxidación del grupo carbonilo y reducción del cobre. Para preparar el reactivo se mezclan partes iguales de Fehling A y Fehling B. Se somete hasta ebullición verificándose que está en buenas condiciones, ya que mantiene su coloración azul intenso. Se preparan por separado las muestras, macerando una pequeña porción de cada una de ellas en mortero con una pequeña cantidad de agua. Se toma 1 mL de solución del macerado y se le

agrega 1 mL de reactivo de Fehling a cada una. Se calienta en mechero. Observar si viran a color rojo ladrillo las preparaciones.

#### Técnica 2.3.2: Reconocimiento de enlace peptídico – Reactivo de Biuret

Para reconocer si hay dos o más enlaces peptídicos en las muestras, lo que podría dar indicio de la presencia de proteínas, se prepara el reactivo de Biuret mezclando 2 mL de solución de  $\text{CuSO}_4$  (ac) 1 %, con 6 mL de solución de NaOH al 10 %.

Se maceran las muestras por separado en dos morteros con una pequeña cantidad de agua destilada. Se coloca en dos tubos de ensayo una punta de espátula de cada preparación anterior y se le agrega 1 mL de reactivo. Se agita vigorosamente y se observa si existe coloración violeta – lila.

#### Técnica 2.4.1: Calcinación de compuestos orgánicos.

Se masa cierta cantidad de muestra fresca y se coloca sobre fuente en horno a leña. Se cocinan hasta llegar al punto de carbonización. Se lleva a crisol en laboratorio con mechero Bunsen hasta calcinación total.

#### Técnica 2.4.2: Determinación del porcentaje de agua y materia orgánica.

Luego de realizar la técnica 2.4.1, se masan las cenizas de cada muestra y se calcula el porcentaje de agua y materia orgánica contenida.

#### Técnica 3.1: Ensayos a la llama – Reconocimiento de iones metálicos presentes en las cenizas

Se calienta para esterilizar un ansa de platino. Luego se humedece con HCl 1 mol/L, y se toca la muestra de ceniza de *Amanita muscaria*. Se coloca en la llama más caliente del mechero Bunsen y se observa su coloración.

Se reitera el procedimiento con las cenizas del *Gymnopilus spectabilis*.

#### Técnica 3.2: Detección de Hierro por Azul de Prusia.

Por ensayos a la gota (debido a la pequeña cantidad de cenizas que se dispone), y utilizando como testigo una cápsula gelatinosa de Cheltrin Folle (medicamento que contiene 500 mg de Fe) realizar el siguiente procedimiento:

- Tomar tres vidrios reloj y colocar en uno, pequeña cantidad de cenizas de *Gymnopilus spectabilis*, en el dos, una pequeña cantidad de cenizas de *Amanita muscaria* y en el tercero, el contenido de la cápsula de Cheltrin Folle.

- En cada uno agregar 2 gotas de HCl 1 mol/L y 2 gotas de solución de ferrocianuro de potasio.
- Observar y comparar con la coloración azul que muestra el Cheltin Folle.

## ANEXO 2: Resultados

1- Datos obtenidos del lugar del hallazgo:

Ubicación geográfica del lugar: 34° 26' 22" S 57° 11' 46" W

Temperatura del suelo: 15,8 °C

Temperatura del ambiente donde se desarrollan: 22,9 °C

Medición de pH del suelo: 6,45 (*Amanita muscaria*) y 7,0 (*Gymnopilus spectabilis*)

Luminosidad: 112 lux

Humedad: 72,2 %

ENSAYOS SOBRE MUESTRAS FRESCAS		
<i>Gymnopilus spectabilis</i>	<i>Amanita muscaria</i>	Ensayos
Desprendió vapores, gases y se carbonizó	Desprendió vapores, gases y se carbonizó	<b>Reconocimiento de materia orgánica</b>
Desprende mucho CO <sub>2</sub> Se aprecia precipitado de CaCO <sub>3</sub>	Desprende poco CO <sub>2</sub> Se aprecia turbidez por CaCO <sub>3</sub>	<b>Reconocimiento de Carbono e Hidrógeno por oxidación de CuO</b>
Coloración lila de papel de Tornasol	Coloración azulada de papel de Tornasol	<b>Reconocimiento de Nitrógeno</b>
Coloración negro-marrón en el papel de filtro	No se aprecia coloración en el papel de filtro	<b>Reconocimiento de Azufre</b>
Se aprecia precipitado negro de PbS	No se aprecia precipitado negro de PbS	<b>Detección de Azufre</b>
Precipitado blanco de AgCl	Turbidez blanca por AgCl	<b>Detección de Halógenos</b>
Se aprecia precipitado amarillo de Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	No se aprecia precipitado de Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	<b>Detección de grupo fosfato</b>
Parcialmente soluble	Parcialmente soluble	<b>Solubilidad en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mol/L</b>
Insoluble	Insoluble	<b>Solubilidad en éter sulfúrico</b>

ENSAYOS SOBRE MUESTRAS FRESCAS		
Parcialmente soluble, más que la Amanita (pH = 5,50)	Parcialmente soluble (pH = 4,97)	<b>Solubilidad en agua destilada</b>
Insoluble	Parcialmente soluble	<b>Solubilidad en HCl 1 mol/L</b>
Soluble	Soluble	<b>Solubilidad en NaOH 1 mol/L</b>
Insoluble	Soluble	<b>Solubilidad en HCl c.c.</b>
No se ve precipitado	Se ve precipitado rojo de Cu <sub>2</sub> O	<b>Determinación de glúcidos reductores (Fehling)</b>
No se aprecia coloración lila	No se aprecia coloración lila	<b>Reconocimiento de enlace peptídico (Biuret)</b>

ENSAYOS SOBRE MUESTRAS CALCINADAS		
<i>Gymnopilus spectabilis</i>	<i>Amanita muscaria</i>	
1000,00 g	44,00 g	<b>Cantidad a calcinar</b>
10,33 g	0,76 g	<b>Cantidad de cenizas obtenidas</b>
Gris claro	Rojizas	<b>Color de las cenizas</b>
99,00 %	98,30 %	<b>Porcentaje de agua y materia orgánica</b>
Llama dorada con bordes rojo ladrillo Presencia de Hierro y Calcio	Llama rojo ladrillo Presencia de Calcio	<b>Reconocimiento de iones metálicos presentes (ensayos a la llama)</b>
Color azulado, contiene hierro	Color rojizo, no contiene hierro	<b>Detección de Hierro</b>

### ANEXO 3: Imágenes de la realización de experimentos



Ilustración 6: Prueba de Lassaige *Gymnopilus spectabilis muscaria*



Ilustración 7 Reconocimiento de Materia Orgánica en *Amanita*



Ilustración 8: Detección de Azufre



Ilustración 9: Reconocimiento de halogenuros (anión Cloruro)



Ilustración 10: Comparación de solubilidad de las muestras en agua



Ilustración 11: Comparación de la solubilidad de las muestras en NaOH 1,0 mol/L

## ANEXO 4: Futuras proyecciones

- Investigar por qué las cenizas del hongo *Amanita muscaria* son de coloración rojizas
- Estudiar si es posible detectar el grado de contaminación del suelo a partir de los elementos químicos que se puedan detectar en la composición química de *Amanita muscaria*, usando esta especie como bioindicador.



## **6. Resistencia antibiótica**

**Estudio de la problemática actual por la presencia de bacterias resistentes, sus efectos sobre la Salud y el conocimiento de los jóvenes sobre el tema.**

### **ESTUDIANTES**

Manuela Piñeyrua, Patricio Jaureguiberry y Sofía Acerenza

### **Prof. Orientadora**

Andrea Carlos

### **Preuniversitario Carrasco**

Montevideo

## Resumen

La Resistencia Bacteriana a los Antibióticos, referido más comúnmente como Resistencia Antibiótica, es la capacidad de un microorganismo de no ser afectado por un antibiótico. Constituye un serio problema sanitario cuya magnitud se halla en un alarmante crecimiento como se detallará profundamente durante la primera parte de este trabajo. En esta revisión se estudiará las consecuencias y riesgos del mal uso de los antibióticos, el desarrollo de resistencias y se realizó una evaluación del conocimiento acerca del tema en jóvenes.

## Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha publicado el primer informe en el tema, “Resistencia Antimicrobiana: Reporte Global en Vigilancia” (2014) , describiendo la resistencia<sup>1</sup> antibiótica como “un problema tan serio que amenaza los avances de la medicina moderna”. La directora de la OMS, la doctora Margaret Chan, describió la severidad del problema en la conferencia virtual de resistencia antibiótica diciendo que “el incremento de la resistencia antibiótica es una crisis global [...] y más gobiernos reconocen la importancia de este problema como una de las principales amenazas a la salud hoy en día” (OMS, 2015) .<sup>2</sup>

En 1928, Alexander Fleming descubrió la Penicilina, el primero de los antibióticos, aunque no fue hasta años después que se utilizó por primera vez. La mortalidad por infecciones como neumonía bacteriana y tuberculosis fueron las causas principales de muerte a comienzos del siglo XX [Ver Figura 1.1A],<sup>3</sup> representando en conjunto más del 20 % de las muertes registradas (CDC ; 1999). No fue hasta la década <sup>45</sup> del 1940, momento en el que los antibióticos comenzaron a comercializarse y ser utilizados en la práctica diaria de la medicina, que las cifras de mortalidad de enfermedades de origen bacteriano, comenzaron a disminuir [Ver Figura 1.2] y la esperanza de vida de la población aumentó significativamente. En los Estados Unidos, por ejemplo, las muertes por enfermedades infecciosas disminuyeron drásticamente en el correr del siglo XX. Esta disminución aumentó la esperanza de vida casi 30 años y redujo la cantidad de muertes atribuidas a niños menores de 5 años en un 29 %, hasta un 1,4 % aproximadamente a fines del siglo (CDC, 1999) . Previo a los antibióticos, por ejemplo, 90 % de los casos de meningitis bacteriana <sup>6</sup> pediátrica eran terminales (AAP , 2015) reducido a un 5-10 % actual (Pediatric Clinics of North 7 8 America; 2005).<sup>9</sup>

Décadas después de que los antibióticos fueron incorporados en la práctica médica hasta hoy en día, las infecciones bacterianas ya no son la principal causa de muerte, y fueron sustituidas por otras enfermedades, entre ellas, problemas cardíacos, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas, accidentes, enfermedades cerebrovasculares, etc. En el Uruguay, este patrón se observa de igual forma [Ver Figura 1.3]. Éstas varían entre diferentes regiones, con la aparición de enfermedades no transmisibles más frecuentemente en países más desarrollados [Ver Figura 1.1B], y enfermedades transmisibles más frecuentemente en países de menor desarrollo. (Africa Check, 2015)<sup>10</sup>

No obstante, la aparición más frecuente de bacterias resistentes a los antibióticos están virviendo la situación. La OMS (2014) lo pone de la siguiente manera: “Sin una acción urgente y coordinada [...] <sup>11</sup> el mundo se dirige hacia una era post-antibióticos, en la cual infecciones comunes y heridas menores las cuales han sido tratables por décadas podrán matar nuevamente.” Si se refiere al uso de antibióticos más ampliamente, son elementos esenciales para realizar incontables procedimientos médicos. Margaret Chan (2015)<sup>12</sup>, directora de la OMS, alerta “el fin de la medicina moderna como la conocemos” dificultando o incluso imposibilitando “transplantes de órganos, reemplazos articulares, quimioterapia y cuidado prenatal”, todos procedimientos y tratamientos donde forzosamente se requiere el uso de antibióticos. Un reporte del Gobierno de Inglaterra y Wellcome Trust (2014)<sup>13</sup> estima que la Resistencia Antibiótica crecerá a tener una mortalidad de 10 millones de personas en el mundo anualmente en 2050 sin una acción coordinada, superando la mortalidad de otras enfermedades como cáncer (8.2 millones) y cardiopatía isquémica (7.4 millones).<sup>14</sup>

La tuberculosis (TB), por ejemplo, es una infección bacteriana respiratoria que afecta a un estimado de 2200 millones de personas anualmente, un cuarto de la población mundial. Según cifras de la OMS, en 2013 se registraron un estimado de 480 mil nuevos casos de TB multirresistente, de los cuales un 9 % correspondieron a TB extremadamente resistente. (OMS, 2015)<sup>15</sup> La aparición más frecuente de bacterias resistentes, no solo de TB sino de cualquier infección bacteriana, dificultará e incluso imposibilitará el tratamiento de las enfermedades infecciosas, pudiendo nuevamente convertirse en una de las primeras causas de morbimortalidad.

## Parámetros de Estudio

### Objetivos e Hipótesis

¿Cómo los antibióticos pueden ser una amenaza para el futuro de la medicina y para la Salud de la población?

El objetivo de este estudio es **informar y promover el uso racional de los antibióticos en la población objetivo.**

I. Evaluar el conocimiento de jóvenes de entre 14 y 19 años acerca de la resistencia antibiótica y conocimientos generales de la utilización de antibióticos.

II. Informar efectivamente acerca de la resistencia antibiótica y los riesgos del mal uso de los antibióticos. Por comunicar efectivamente la información se entiende una buena adecuación de los conceptos hacia los diferentes grupos dentro de la población objetivo.

Dado al estudio previo que fue realizado sobre el tema, la hipótesis de este estudio es: “Se espera hallar un conocimiento escaso en los conceptos a evaluar, donde los encuestados ignoran o desconocen qué es la resistencia antibiótica, así como también conceptos básicos del uso de los antibióticos y su importancia. En el laboratorio se esperan registrar varias cepas con diferentes resistencias.”

## Método y Muestreo

La población objetivo de este estudio son las adolescentes de entre 14 y 19 años de edad de liceos en Carrasco y Punta Gorda. Los estudios se realizaron sobre esta población, durante el segundo semestre de 2016. El estudio se presenta en dos partes; se estudiarán aspectos teóricos y prácticos de la resistencia antibiótica. Se realizará un relevamiento bibliográfico de la literatura disponible, entrevistas a expertos y demostraciones prácticas mediante pruebas de resistencia en cepas bacterianas (antibiogramas). Por otro lado se busca conocer y evaluar el conocimiento de la población objetivo mediante encuestas. Asimismo, se publicarán los resultados y se compartirán para dar a conocer la problemática. El trabajo se desarrollará en las disciplinas de Biología, Química y Estudios Económicos y Sociales.

## Marco Teórico

### Antibiótico

Los antibióticos comprenden un amplio grupo heterogéneo de sustancias químicas con diferentes comportamientos farmacocinéticos y farmacodinámicos capaces de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos. Cabe destacar que los antibióticos no combaten virus. Son sustancias que presentan una elevada potencia biológica y con toxicidad selectiva (Seija y Vignoli, 2015)<sup>16</sup>, de forma que logra eliminar un patógeno específico sin dañar al organismo significativamente. Podemos hallar también diferentes tipos de antibióticos. Por un lado pueden ser: a) Bactericidas: acción letal (lisis bacteriana); o b) Bacteriostáticos: impiden el desarrollo y multiplicación bacteriana sin destruir los organismos. Pueden ser también clasificados según su espectro de acción en Amplio o Reducido. Poseen también diferentes métodos de acción: inhibidor de división cromosómica, ruptura de la pared bacteriana, inhibidores de vías metabólicas, entre otros. Otra clasificación es según farmacocinética y farmacodinamia. Asimismo, existen diferentes antibióticos agrupados de acuerdo a su estructura química: betalactámicos, aminoglucósidos, glicopéptidos, macrólidos, quinolonas.

### Resistencias y Mecanismos de Resistencia

La resistencia se define como la capacidad de un microorganismo (bacteria, parásito, hongo) de no ser afectado por un antibiótico. La resistencia puede ser natural o adquirida. La resistencia natural o intrínseca es propia del género o especie de bacteria, mientras que la resistencia adquirida se obtiene por mecanismos de transferencia genética horizontal (Seija y Vignoli, 2015)<sup>17</sup> o por mutación. Las resistencias pueden hallarse a nivel cromosómico o extracromosómico (plásmidos R). Un patógeno puede ser sensible, resistente a un antibiótico o puede ser más ampliamente resistente: patógenos multirresistentes (MDR), extremadamente resistentes (XDR) y panresistentes (PDR). Los patógenos MDR y XDR poseen cantidades limitadas de antimicro-

bios los cuales son efectivos, y los panresistentes son resistentes a todos los agentes antibióticos que se hallan comercialmente disponibles (Paterson y Doi, 2007)<sup>18</sup>.

Los mecanismos de resistencia pueden agruparse en tres categorías:

1. Inactivación enzimática. Los agentes patógenos pueden ser capaces de producir enzimas que inactivan a la sustancia antibiótica. El mecanismo principal es la hidrólisis aunque también ocurren procesos no hidrolíticos. Asimismo, las enzimas pueden sustituir químicamente las moléculas de antibiótico, impidiendo la unión del antibiótico con la bacteria.
2. Modificaciones del sitio blanco. Se producen mutaciones en el sitio blanco de los antibióticos (como las PBP<sup>19</sup> en la pared bacteriana para algunos antibióticos betalactámicos), al modificarse elimina la afinidad por el antibiótico.
3. Alteraciones de la permeabilidad. Disminución de la expresión de las porinas y creación de sistemas de eflujo.

## Antibióticos Betalactámicos

“Los betalactámicos son un grupo de antibióticos de origen natural o semisintético que se caracterizan por poseer en su estructura un anillo betalactámico.” (Seija y Vignoli, 2015)<sup>20</sup> El anillo betalactámico es una lactama<sup>21</sup> de cuatro miembros, que otorga la propiedad bactericida a esta clase de antibióticos. Dentro de estos antibióticos hallamos las penicilinas, cefalosporinas, carbapenems y monobactámicos (así como los inhibidores de betalactamasas). (Quintana, s.f)<sup>22</sup>.

El mecanismo de acción de estos antibióticos consiste en la inhibición de la síntesis de la pared bacteriana. El anillo betalactámico de los antibióticos se unen a las transpeptidasas (PBPs), las cuales se encargan de formar los puentes peptídicos (transpeptidación) entre los polímeros que conforman el peptidoglucano de la pared celular.<sup>23</sup> Tras no lograrse la síntesis de la pared por esta unión al antibiótico, la presión osmótica de la bacteria hace que estalle, completando el efecto bactericida.

## Betalactamasas

Las betalactamasas son enzimas capaces de hidrolizar los antibióticos betalactámicos, sintetizadas por algunas bacterias y liberadas al medio o al espacio periplasmático. Se clasifican en grupos funcionales (1 a 4) y según clase molecular (A a D) [Ver Figura 1.4].

Las betalactamasas de grupo 1, son la clase molecular C, son de tipo AmpC y se hallan codificadas en plásmidos o cromosomas y no son inhibidas por el ácido clavulánico. Son capaces de inhibir todos los grupos de betalactámicos excepto carbapenems<sup>24</sup>. El grupo 2 se subdivide en 8 subgrupos, y son de clase molecular A y D. Dentro de los subgrupos más importantes a destacar se hallan el 2b, betalactamasas de amplio espectro (BLAE), 2be, betalactamasas de espectro extendido (BLEE), 2f, carbapenemasas inhibidas por ácido clavulánico (todos dentro del grupo A) y el 2d, de la clase D, con cabapenmasas tipo OXA. El grupo 3, son la clase molecular B, son metallo-beta-lactamasas, inhibidas por el ácido clavulánico, e inhiben a la mayoría de los

betalactámicos, incluyendo a los carbapenems. En el grupo 4, se hallan penicilinas que no se corresponden con ninguna categoría.

## Estudio en Laboratorio

### *Klebsiella*

*Klebsiella* es un género de bacterias gram-negativo; familia enterobacteriaceae, que es muy frecuentemente un patógeno humano. Causa diferentes tipos de infecciones, incluyendo neumonía, septicemia y meningitis. (CDC, 2012)<sup>25</sup>. La *Klebsiella pneumoniae* ha desarrollado resistencias varias, entre ellas a carbapenems (una clase de antibiótico betalactámico). Los carbapenems representan una última línea de tratamiento para las enterobacterias, cuyo uso se halla limitado para el tratamiento de infecciones de patógenos multirresistentes, principalmente aquellos productores de BLEE<sup>26</sup>. Cuando el organismo adquiere la capacidad de resistir los efectos de un carbapenem, las opciones restantes de antibióticos son extremadamente limitadas, si es que resta alguna. Ver Anexo 4\*.

## Resistencia a Betalactámicos y Carbapenems

Reconocimiento e identificación de la resistencia a betalactámicos de primera y segunda línea en dos cepas de *Klebsiella pneumoniae* por medio del método Kirby-Bauer (método de difusión en agar).

## Principios del Método

### Resistencia a Betalactámicos

Utilizando los estándares de halos de inhibición (CLSI-2016<sup>27</sup>) para enterobacterias detallados en la tabla [Ver Anexo 3: Tabla 1.0], se puede determinar la resistencia de las cepas a los diferentes antibióticos. Si el diámetro del halo es mayor o igual a la medida detallada en R, la cepa es resistente al antibiótico. Si el diámetro del halo es menor o igual a la medida en S, la cepa es susceptible al antibiótico. En el caso de hallarse en una medida intermedia, la cepa tiene una resistencia intermedia (I).

### Resistencia a Carbapenems

En el método de identificación se utilizan cuatro discos de antibióticos con 10 µg de Merpenem (Carbapenem), y tres de ellos tienen adicionalmente diferentes inhibidores de betalactamasas. Si un organismo se muestra menos susceptible a un carbapenem puede atribuirse a tres razones:

1. El organismo produce betalactamasas de tipo AmpC. Como la enzima AmpC hidroliza lentamente los carbapenems, esta está siendo hiper-producida o, de lo contrario, acompa-

ñada por otros mecanismos de resistencia, como bombas de eflujo, eliminación de porinas u otras betalactamasas. La AmpC es inhibida por la Cloxacilina, la cual se utiliza para distinguir entre AmpC y KPC, dado a que ambas se inhiben por el Ácido Fenilborónico. Por tanto, una diferencia mayor o igual a 5 mm en los halos de Meropenem y Meropenem + Cloxicilina indica actividad de AmpC.

2. El organismo produce un Metalo-Betalactamasa (MBLs) que hidroliza el carbapenems eficazmente. Las MBLs son inhibidas por el Ácido Dipicolínico (ADP). Una diferencia  $\geq 5$  mm en los halos de Meropenem y Meropenem + ADP indica presencia de MBLs. El ADP no tiene resistencias bacterianas intrínsecas.
3. El organismo produce una enzima KPC. Estas enzimas son inhibidas por el Ácido Fenilborónico. No obstante, éste ácido también inhibe las AmpC, por lo que se realiza la prueba también con Cloxacilina, que solo inhibe las AmpC. Por ende, una diferencia  $\geq 4$  mm entre los halos de Meropenem y Meropenem + Ácido Fenilbórico pero sin diferencia ( $< 4$  mm) entre los halos de Meropenem y Meropenem + Cloxacilina indica la presencia de una KPC.

## Materiales

1. Medio de Cultivo (Agar Müller-Hinton), Asa Bacteriológica, Hisopo, Incubadora, Suero, Tubos de Ensayo Estériles, y cualquier herramienta para manipulación.

### 2. Discos de Antibiótico de Primera Línea

- I. Ampicilina 10  $\mu\text{g}$  (AMP)
- II. Cefalotina 30  $\mu\text{g}$  (KF)
- III. Cefuroxime 30  $\mu\text{g}$  (CXM)
- IV. Gentamicina 10  $\mu\text{g}$  (CN)
- V. Ciprofloxacina 5  $\mu\text{g}$  (CIP)
- VI. Norfloxacina 10  $\mu\text{g}$  (NOR)
- VII. Nitrofurantoína 300  $\mu\text{g}$  (F)
- VII. Trimetoprima/Sulfametoxazol 25  $\mu\text{g}$  (SXT)

### Discos de Antibiótico de Segunda Línea

- I. Amoxilina/Clavunalato 30  $\mu\text{g}$  (2:1) (AMC)
- II. Ceftriaxona 30  $\mu\text{g}$  (CRO)
- III. Ceftazidime 30  $\mu\text{g}$  (CAZ)
- IV. Amikacina 30  $\mu\text{g}$  (AK)
- V. Meropenem 10  $\mu\text{g}$  (MEM)
- VI. Imipenem 10  $\mu\text{g}$  (IMP)
- VII. Ertapenem 10  $\mu\text{g}$  (ETP)

### 3. Discos de Carbapenem e inhibidores.

- I. Meropenem 10  $\mu\text{g}$  (MRP10)
- II. Meropenem 10  $\mu\text{g}$  + Ácido Fenilborónico (MRP-BO)
- III. Meropenem 10  $\mu\text{g}$  + Cloxacilina (MRPCX)
- IV. Meropenem 10  $\mu\text{g}$  + Ácido Dipicolínico (MR-PDP)

## Procedimiento

1. Preparar una suspensión de la cepa a estudiar equivalente a 0.5 en el estándar de McFarland.
2. Utilizando un hisopo estéril, esparcir la suspensión uniformemente sobre toda la placa Agar Müller-Hinton.
3. Utilizando un dispensador de discos de antibióticos, colocar cada uno de los discos en la placa inoculada. (Realizar el estudio de betalactámicos por separado del Carbapenem e inhibidores).
4. Incubar a  $(35 \pm 1) ^\circ\text{C}$  por  $(18 \pm 2)$  horas.
5. Medir y documentar el diámetro de los halos de inhibición

## Interpretación de resultados

Antibiótico (Primera Línea)		Diámetro del Halo (mm)		Sensible / Resistente	
Nombre	Tipo	KP 1	KP 2	KP 1	KP 2
Ampicilina 10µg	Aminoglucósido	11	0	R	R
Cefalotina 30µg	Cefalosporina I	20	0	S	R
Cefuroxime 30µg	Cefalosporina II	20	0	S	R
Gentamicina 10µg	Aminoglucósido	17	17	S	S
Cirpofloxacina 5µg	Quinolona	27	0	S	R
Norfloxacina 10µg	Quinolona	24	0	S	R
Nitrofurantoína 300µg	Nitrofurano	15	0	I	R
Cotrimoxazol 25µg	Otros	26	0	S	R

Antibiótico (Segunda Línea)		Diámetro del Halo (mm)		Sensible / Resistente	
Nombre	Tipo	KP 1	KP 2	KP 1	KP 2
Amoxicilina/Clavulanato 30µg	Aminoglucósido	21	14	S	I
Ceftriaxona 30	Cefalosporina III	25	10	S	R
Ceftazidime 30	Cefalosporina III	25	8	S	R
Amikacina	Aminoglucósido	19	14	S	R
Meropenem	Carbapenem	28	29	S	S
Imipenem	Carbapenem	29	30	S	S
Ertapenem	Carbapenem	34	25	S	S

Antibiótico (Carbapenem)		Diámetro del Halo (mm)	Sensible / Resistente
Nombre	Tipo		
Meropenem 10µg	MRP10	22	R
Meropenem 10µg + Ác. Fenilborónico	MRPBO	30	S
Meropenem 10µg + Cloxacilina	MRPCX	24	R
Meropenem 10µg + Ác. Dipicolínico	MRPDP	23	R

## Interpretación de los Resultados y Conclusión

### Betalactámicos

La primera cepa de *Klebsiella* (4.0) se mostró susceptible a seis de ocho antibióticos del set de antibióticos de primera línea. Se conoce que la *Klebsiella pneumoniae* es intrínsecamente resistente a la Ampicilina (AMP) por la producción de SHV-1 (betalactamasa cromosómica),

por lo que el resultado era esperado. Asimismo presentó una resistencia intermedia a la nitrofurantoína (F). Esto implica que la CMI no fue alcanzada, y con una mayor concentración la bacteria se mostraría susceptible. Como fue esperado, la misma cepa se vio susceptible a todos los antibióticos del set de antibióticos de segunda línea, los cuales son más avanzados.

La segunda cepa de *Klebsiella* (4.1) se mostró resistente a todos los antibióticos del primer set, excepto la gentamicina (CN), el cual es altamente tóxico. En el segundo set la segunda cepa se vio resistente a las cefalosporinas de tercera generación, Ceftriaxona (CRO) y Ceftazidime (CAZ), y a la Amikacina (AK). Adicionalmente presentó una resistencia intermedia a la Amoxicilina/Clavulanato 2:1 (AMC). Por el otro lado, la segunda cepa se mostró sensible a los tres carbapenems. Por lo tanto, como la cepa es resistente a las cefalosporinas de tercer grado, pero es sensible a los carbapenems (Ver Figura 4.1B), la segunda cepa es una *Klebsiella pneumoniae* productora de BLEE.

Una tercera cepa fue evaluada, y demostró resistencias a todos los antibióticos de primera y segunda línea, incluyendo los carbapenems. Esto implica que la cepa es productora de carbapenemasas, por lo que se realizó una prueba adicional para determinar el tipo de carbapenemasa.

## Carbapenems

El halo de Meropenem 10 µg tiene un diámetro de 22 mm, presentando diferencia con el Ácido Fenilborónico de 8 mm (S), con Cloxacilina de 2 mm (R) y con Ácido Dipicolínico de 1 mm (R). Ver Figura 4.2\*

Por lo tanto se concluye que la cepa produce una enzima KPC. Se conoce adicionalmente que es una KPC tipo serina, ya que la prueba con Ácido Dipicolínico demuestra que no es una Metallo-betalactamasa (el segundo tipo de carbapenemasa). El Meropenem con Ácido Fenilborónico inhibió el crecimiento de la bacteria, resultando en un halo de 30 mm de diámetro. Se verifica que no es una betalactamasa de tipo AmpC ya que ésta es inhibida por la Cloxacilina y la bacteria no mostró susceptibilidad al Meropenem con dicho inhibidor (halo de 24 mm de diámetro; < 4 mm de diferencia).

## Encuestas: Resultados

A modo de evaluar los conocimientos de la población objetivo de esta investigación, se realizó una encuesta a los estudiantes del PreUniversitario Carrasco (Montevideo). Se obtuvo un total de 134 resultados que describen los conocimientos y conceptos generales de adolescentes entre 14 y 19 años.<sup>28\*</sup> Ver Anexo 2 para acceder a la encuesta y ver resultados gráficos.

## Conocimiento de los Antibióticos

Para evaluar el conocimiento general de qué es un antibiótico, se elaboró un múltiple opción “un antibiótico...”, con las respuestas: “1) es un medicamento”, “2) debe utilizarse en caso de una infección bacteriana”, y “3) debe utilizarse en caso de una infección viral” [Figura 2.0]; de las cuales la uno (1) y dos (2) son ambas verdaderas. Un 28,4 % respondió que los antibióticos son

un medicamento. Del total de los encuestados, un 61,2 % seleccionó que deben utilizarse en caso de una infección bacteriana (2), no obstante, dentro de esas respuestas se halla que el 8,2 % indicó a la par de esa opción la número tres (infección viral), resultando solamente en un 53,0 % que seleccionaron la opción dos sin la tres. Cabe destacar que únicamente un 4,5 % de los encuestados marcaron ambas opciones correctas, uno y dos. Hubo un 31,3 % de los encuestados que marcaron a la opción tres como correcta, donde 18,7 % seleccionaron a la tres como única respuesta correcta. La siguiente pregunta, un verdadero y falso, “un antibiótico puede curar un resfriado” [Ver Figura 2.1] mantiene un patrón similar en los resultados, definiendo el número de personas encuestadas que realmente saben qué es un antibiótico. Una mayoría de 65,7 % respondió correctamente que un antibiótico no cura un resfriado, dejando un resultante de 34,3 % que opina que sí puede combatirlo. No obstante, un 14,2 % parece no conocer la naturaleza de un resfriado, de forma que seleccionaron que un antibiótico debe utilizarse para tratar infecciones bacterianas, excluyendo la opción tres de la respuesta, pero afirmaron en su respuesta que puede tratar un resfriado, que es una condición causada por un virus. Adicionalmente, 28,4 % cree erróneamente que los antibióticos son analgésicos [Ver Figura 2.2].

De acuerdo al consumo personal de los antibióticos, se preguntó cuándo uno deja de tomar antibióticos. Un 77,6 % indicó que deja de hacerlo cuando llega el plazo de la prescripción, un 17,9 % cuando se siente bien y no presenta más síntomas, y un 4,5 % cuando el medicamento se acaba [Ver Figura 2.3]. Esto es importante porque “La OMS recomienda que los pacientes siempre tomen la prescripción completa, incluso si se sienten mejor más temprano.” (OMS, 2015)<sup>29</sup> Asimismo, un 38,1 % considera que “es correcto comprar el mismo antibiótico que curó estos síntomas si vuelven a aparecer hoy” [Ver Figura 2.4], con un 61,9 % que seleccionó que esto era falso; y un 17,2 % afirmó que “está bien tomar antibióticos de un familiar/amigo siempre y cuando se trate la misma enfermedad” [Ver Figura 2.5].

## Conocimiento de Resistencia Antibiótica

Al responder “¿Sabes qué es la Resistencia Antibiótica?” un 70,9 % respondió que no, dejando un resultante un 29,1 % que afirmó que sí lo sabe [Ver Figura 2.6]. Sin embargo, cabe destacar que un 22,4 % de los encuestados que marcaron sí como respuesta en la pregunta mencionada, respondieron más adelante que la resistencia antibiótica “es cuando tu cuerpo se hace resistente a los antibióticos [...]”, por lo tanto, solo un 6,7 % realmente aparenta saber qué es la resistencia antibiótica. A modo de asegurar el total entendimiento de qué es este fenómeno, se colocó una respuesta abierta, donde se debía escribir brevemente una definición o concepto de la resistencia antibiótica. Un 8,2 % en general redactaron correctamente el concepto básico de qué es la resistencia antibiótica. Del 6,7 % mencionado anteriormente, un 3,7 % de las respuestas escritas fueron erradas, señalando un concepto diferente al de resistencia antibiótica. Esto implica que sólo un 3,0 % de todos los encuestados respondieron que sabían qué era la resistencia antibiótica, la definieron correctamente y señalaron que no es la resistencia que desarrolla el organismo al medicamento, sino las bacterias al medicamento.

Las respuestas del 3,7 % que respondieron la parte escrita incorrectamente, son concepciones comunes entre las halladas en todos los encuestados, por lo que se entiende que el concepto de resistencia antibiótica se desconoce o incluso que se cree ser muchas cosas diferentes. Frecuentan mucho las ideas de que la resistencia antibiótica es ‘cuando el cuerpo es resistente a los (efectos de los) medicamentos’, ‘cuando las personas se niegan a ingerir medicamentos’ y ‘resistencia a padecer enfermedades’. Se ve con mucha frecuencia que se justifica la ineficacia de los antibióticos en el organismo porque éste se hace resistente a ellos, lo cual es falso, e indica que hay una falta de conocimientos en por qué ocurre la resistencia antibiótica. Esta idea se refleja en otra de las preguntas “V/F: La resistencia antibiótica es cuando tu cuerpo se hace resistente a los antibióticos, y por eso no funcionan tan bien”, donde un 76,9 % respondieron que era verdadero y un 23,1 % respondieron que era falso [Ver Figura 2.7].

Otro punto de estudio fue “¿A quién afecta la resistencia antibiótica?”, donde las respuestas eran: 1) “A las personas que toman antibióticos regularmente”, 2) “A las personas que todavía no han utilizado antibióticos”, 3) “A las personas en países de menor desarrollo”, y 4) “A todos” [Ver Figura 2.8]; siendo la cuatro la única respuesta correcta. Un 55,2 % seleccionó la opción 1, seguido por un 32,8 % que marcó la opción 2. Un 11,2 % y 0,7 % marcaron las respuestas 2 y 3 respectivamente como correctas.

Para la pregunta “V/F: Si se me receta un antibiótico y lo tomo correctamente no tengo riesgos en relación a la resistencia antibiótica” [Ver Figura 2.9] se hallaron los resultados más parejos, donde un 47,8 % respondieron que era verdadero, y el restante 52,2 % que era falso, siendo esta última opción seleccionada por la mayoría la correcta. A pesar de que una cantidad considerable de personas entiende que tiene riesgos en algún punto independientemente de su propia voluntad al consumir antibióticos, casi la mitad de los encuestados no conoce estos riesgos o los ignora.

## Conclusión

La resistencia bacteriana a los antibióticos es ciertamente una problemática sanitaria muy alarmante. En el laboratorio se reconocieron varias cepas resistentes a una gran gama de antibióticos. Esto indica la frecuente presencia de bacterias resistentes en pacientes hospitalarios. Se registraron varios grados de resistencia (algunas susceptibles a todos los antibióticos y otras resistentes a los de última línea) pero las cepas con resistencia predominaban considerablemente frente a las cepas más susceptibles.

La mayoría de las cepas estudiadas eran resistentes a una cantidad considerable de antibióticos de primera línea.

Como fue planteado en la hipótesis, las encuestas muestran una falta de conocimiento de los conceptos trabajados. La resistencia antibiótica no es un problema reconocido por la mayoría de las personas y aquellos que creen saber qué es, en su mayoría, no lo saben realmente. El problema es aún mayor dado que, según los resultados de la encuesta, las personas no conocen la

naturaleza de los antibióticos y cuándo deben utilizarse, por lo que un mal uso prolongado solo alimenta más el problema.

Por lo tanto existe evidencia tangible de la problemática y debería de ser un llamado para actuar de manera inmediata, inicialmente, informándose uno y luego informando a otros.

### Referencias bibliográficas:

<sup>1</sup>[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112642/1/9789241564748\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112642/1/9789241564748_eng.pdf?ua=1)

<sup>2</sup><http://www.who.int/mediacentre/multimedia/antibiotic-press-briefing.pdf>

<sup>3</sup>La neumonía bacteriana es más frecuente frente a la viral y fúngica.

<sup>4</sup>Centers for Disease Control and Prevention

<sup>5</sup><https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4829a1.htm>

<sup>6</sup><https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4829a1.htm>

<sup>7</sup>American Academy of Pediatrics

<sup>8</sup> <https://www.healthychildren.org/English/health-issues/conditions/treatments/Pages/The-History-of-Antibiotics.aspx>

<sup>9</sup><http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/famed/curr3304/6tepedtextocaso3.pdf>

<sup>10</sup><https://africacheck.org/factsheets/factsheet-the-leading-causes-of-death-in-africa/>

<sup>11</sup><http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/amr-report/en/>

<sup>12</sup><http://www.who.int/mediacentre/multimedia/antibiotic-press-briefing.pdf>

<sup>13</sup>[https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations\\_1.pdf](https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations_1.pdf)

<sup>14</sup>OMS. (2014) “The top 10 causes of death”<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>

<sup>15</sup><http://www.who.int/tb/areas-of-work/drug-resistant-tb/xdr-tb-faq/en/>

<sup>16</sup><http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA34.pdf>

<sup>17</sup><http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA34.pdf>

<sup>18</sup><http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/Principalesmecanismosderesistenciaantibiotica.pdf>

<sup>19</sup>Del inglés, Penicillin-Binding Proteins (Proteínas de unión a la Penicilina)

<sup>20</sup><http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA34.pdf>

<sup>21</sup>Amida Cíclica

<sup>22</sup><http://www.higiene.edu.uy/cefa/Libro2002/Cap%2028.pdf>

<sup>23</sup>Copolímero formado por n-acetil-glucosamina y Ácido N-acetilmurámico

<sup>24</sup> Hiperproducción de betalactamasas de clase C (tipo AmpC) puede conducir a una resistencia a carbapenems, especialmente si se halla combinado con otros mecanismos de resistencia.

<sup>25</sup> <https://www.cdc.gov/HAI/organisms/klebsiella/klebsiella.html>

<sup>26</sup> Betalactamasas de Espectro Extendido

<sup>27</sup> Estándares de los Halos de Inhibición para la determinación de Resistencia/Susceptibilidad del Clinical and Laboratory Standards Institute (Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio).

<sup>28</sup> Nota: Todos los porcentajes están dados de acuerdo a la cantidad total de los encuestados.

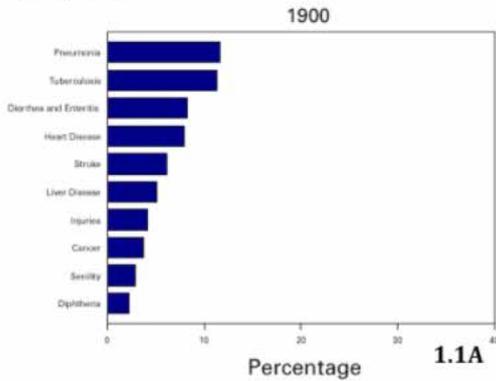
<sup>29</sup> [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/194460/1/9789241509817\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/194460/1/9789241509817_eng.pdf?ua=1)

### Fuentes Consultadas

1. American Academy of Pediatrics. (2015, Noviembre 21). The history of antibiotics. Obtenido en Agosto 25, 2016, de <https://www.healthychildren.org/English/health-issues/conditions/treatments/Pages/The-History-of-Antibiotics.aspx>
2. CDC. (1999, Julio 30). Achievements in public health, 1900-1999: Control of infectious diseases. Obtenido en Agosto 6, 2016, de <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4829a1.htm>
3. CDC. (2012, Agosto 27). Klebsiella pneumoniae in healthcare settings. Obtenido en Agosto 7, 2016, de <https://www.cdc.gov/HAI/organisms/klebsiella/klebsiella.html>
4. Chávez-Bueno, S., & McCracken, G. H. (2005). Bacterial Meningitis in Children. *Pediatric Clinics of North America*, 52(3), 795–810. doi:10.1016/j.pcl.2005.02.011
5. HM Government. (2014). *Antimicrobial resistance: Tackling a crisis for the health and wealth of nations*. Obtenido en Setiembre 20 de [https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations\\_1.pdf](https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations_1.pdf)
6. OMS. (2014, Setiembre 22). WHO's first global report on antibiotic resistance reveals serious, worldwide threat to public health. Obtenido en Agosto 7, 2016, de la Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/amr-report/en/>
7. OMS. (2014). *ANTIMICROBIAL RESISTANCE: Global Report on Surveillance*. Obtenido en Agosto 2, 2016, de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112642/1/9789241564748\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112642/1/9789241564748_eng.pdf?ua=1)
8. OMS. (2015). OMS Media Center. In Y. Jin (Ed.), *WHO virtual press conference on antibiotic resistance*. Obtenido en Agosto 2, 2016, de <http://www.who.int/mediacentre/multimedia/antibiotic-press-briefing.pdf>
9. OMS. (2015b, Octubre 27). Drug-resistant TB: XDR-TB FAQ. Obtenido en Agosto 25, 2016, de la Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/tb/areas-of-work/drug-resistant-tb/xdr-tb-faq/en/>
10. Paciel, D. D., Seija, V., Prieto, J., Vignoli, R., Medina, J., & Savio, E. (2011). *Enterobacterias productoras de KPC (Klebsiella pneumoniae carbapenemasa)*. Obtenido en Agosto 30, 2016, de [http://www.infectologia.edu.uy/images/stories/pdf/publicaciones/biomedicas/tendencias/KPC\\_pacieletal.pdf](http://www.infectologia.edu.uy/images/stories/pdf/publicaciones/biomedicas/tendencias/KPC_pacieletal.pdf)
11. Quintana, A. ANTIBIOTICOS. BASES MICROBIOLÓGICAS DEL USO DE ANTIMICROBIANOS. Obtenido en Setiembre 10, 2016, de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/Libro2002/Cap%2028.pdf>
12. Seija, V., & Vignoli, R. (2015). *Principales Mecanismos de Resistencia Antibiótica*. Obtenido en Agosto 2, 2016, de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/Principalesmecanismosderesistenciaantibiotica.pdf>
13. Seija, V., & Vignoli, R. (2015). *Principales Grupos de Antibióticos*. Obtenido en Agosto 2, 2016, de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA34.pdf>

# ANEXO

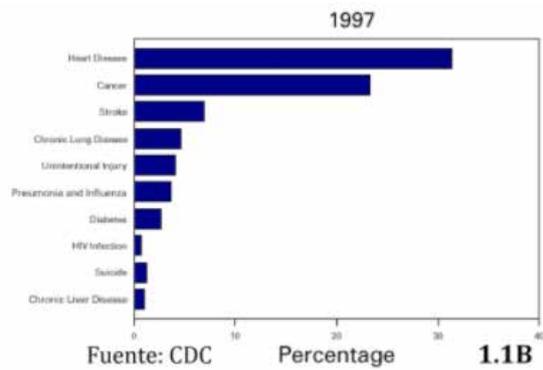
FIGURE 2. The 10 leading causes of death as a percentage of all deaths — United States, 1900 and 1997



Death Rates by Cause of Death, 1900–2011 (per 100,000 population)

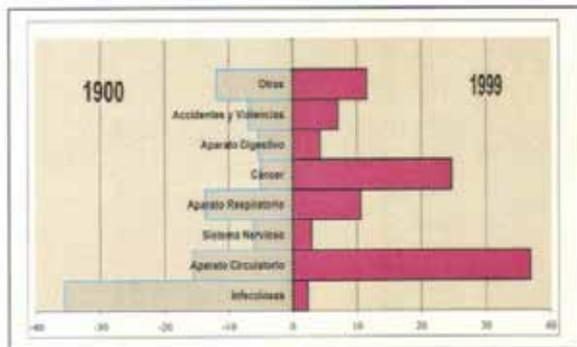
Year	Tuberculosis, all forms	Malignant neoplasms (cancer)	Major cardiovascular diseases	Influenza and pneumonia	Motor vehicle accidents
1900	194.4	64.0	345.2	202.2	n.a.
1910	153.8	76.2	371.9	155.9	1.8
1920	113.1	83.4	364.9	207.3	10.3
1930	71.1	97.4	414.4	102.5	26.7
1940	45.9	120.3	485.7	70.3	26.2
1950	22.5	139.8	510.8	31.3	23.1
1960	6.1	149.2	521.8	37.3	21.3
1970	2.6	162.8	496.0	30.9	26.9
1980	0.9	183.9	436.4	24.1	23.5
1990	0.7	203.2	368.3	32.0	18.8
2000	0.3	200.5	340.4	24.3	15.2
2001	0.3	194.4	323.9	21.8	15.4
2002	0.3	193.8	318.3	22.9	15.5
2003	0.2	191.5	310.3	22.4	15.4
2004	0.2	187.4	293.8	20.9	15.0
2005	0.2	188.7	288.8	21.3	15.3
2011	0.2	184.6	249.8	17.2	11.1

Source: 1900–1970, U.S. Public Health Service, *Vital Statistics of the United States*, annual, Vol. 1 and Vol 6; 1971–2001, U.S. National Center for Health Statistics, *Vital Statistics of the United States*, annual, *National Vital Statistics Report (NVSR)* (formerly *Monthly Vital Statistics Report*), and unpublished data.



Fuente: CDC

Estructura de las muertes según las principales causas en 1900 y 1999.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística

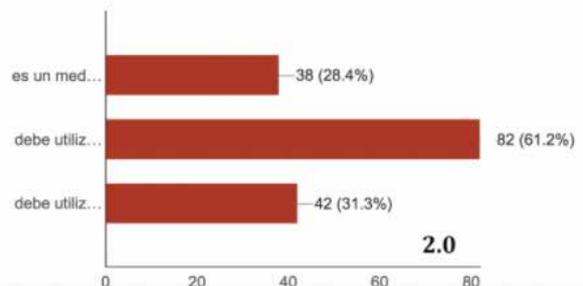
1.3

Functional group	Subgroup	Molecular class	Main substrate	Peculiarities of beta-lactamase members
1	1	C	all groups of beta-lactam antibiotics except carbapenems	chromosome-encoded Amp <sup>C</sup> beta-lactamases, some plasmid-encoded Amp <sup>C</sup> beta-lactamases — are not inhibited by clavulanic acid
2	2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g	A	penicillin	penicillinses of Gram-positive bacteria — are inhibited by clavulanic acid
		A	penicillins, cephalosporins	broad spectrum beta-lactamases (TEM-1, TEM-2, SHV-1) — are inhibited by clavulanic acid
		A	penicillins, cephalosporins, monobactams	extended spectrum beta-lactamases (ESBLs) — are inhibited by clavulanic acid
		A	penicillin	inhibitor-resistant beta-lactamases of TEM and SHV types
		A	penicillins, carbapenems	carbapenim-hydrolyzing PSE type beta-lactamases
		A	cephalosporins	inducible cephalosporins from <i>Proteus</i> spp. — are inhibited by clavulanic acid
		A	penicillins, cephalosporins, carbapenems	serine carbapenemases — are inhibited by clavulanic acid
3	3a, 3b, 3c	B	most beta-lactams, including carbapenems	OXA type beta-lactamases hydrolyzing oxacillin — are mainly inhibited by clavulanic acid
		B	most beta-lactams, including carbapenems	metallo-beta-lactamases — are not inhibited by clavulanic acid but are inhibited by EDTA
4	not determined		penicillins	penicillinses not belonging to other groups

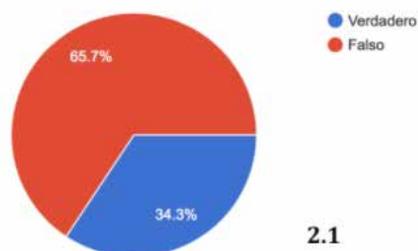
1.4

## ANEXO 2

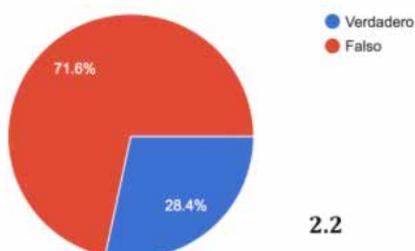
Un antibiótico... (134 respuestas)



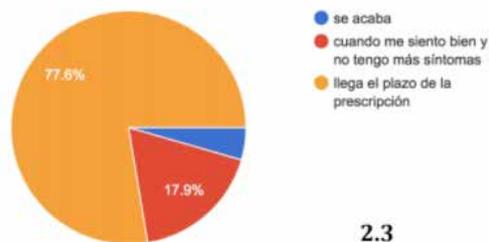
V/F: Un antibiótico puede curar un resfriado (134 respuestas)



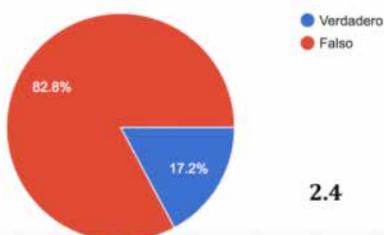
V/F: Un antibiótico es un analgésico (alivia dolores) (134 respuestas)



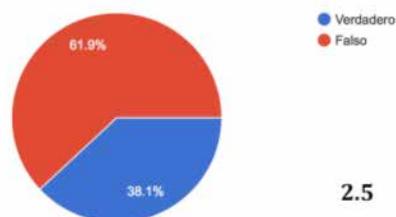
Una vez que se me receta un antibiótico dejo de tomarlo cuando... (134 respuestas)



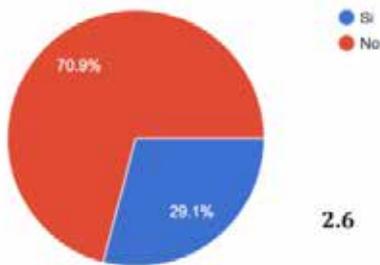
V/F: Esta bien tomar antibióticos de un familiar/amigo siempre y cuando se trate la misma enfermedad (134 respuestas)



V/F: Si tuve determinados síntomas en el pasado, es correcto comprar el mismo antibiótico que curó estos síntomas si vuelven a aparecer hoy (134 respuestas)



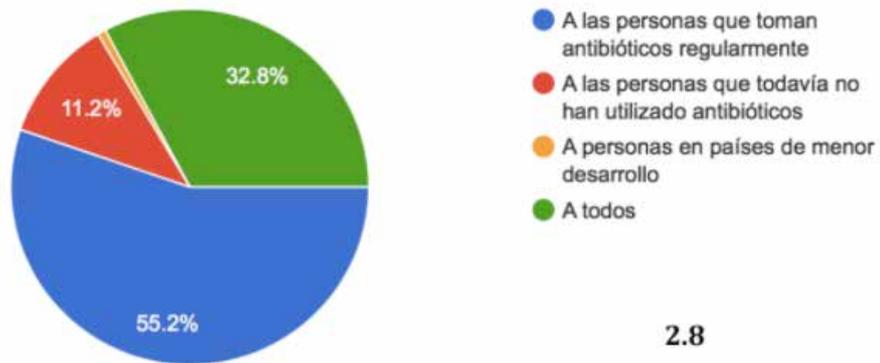
¿Sabes qué es la Resistencia Antibiótica?  
(134 responses)



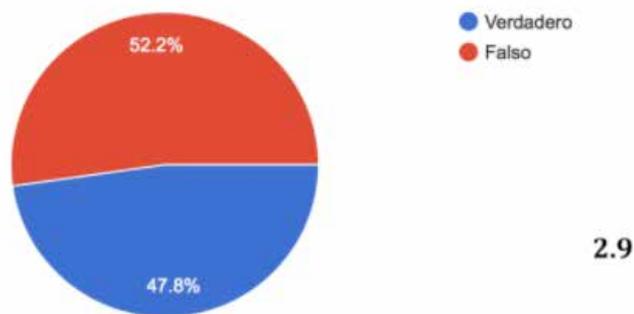
V/F: La resistencia antibiótica es cuando tu cuerpo se hace resistente a los antibióticos, y por eso no funcionan tan bien  
(134 responses)



¿A quién afecta la resistencia antibiótica? (134 responses)



V/F: Si se me receta un antibiótico y lo tomo correctamente no tengo riesgos en relación a la resistencia antibiótica  
(134 responses)



Ver datos adicionales en [goo.gl/JfSyvb](https://goo.gl/JfSyvb)

Encuesta en blanco disponible en <https://goo.gl/RT02gx>

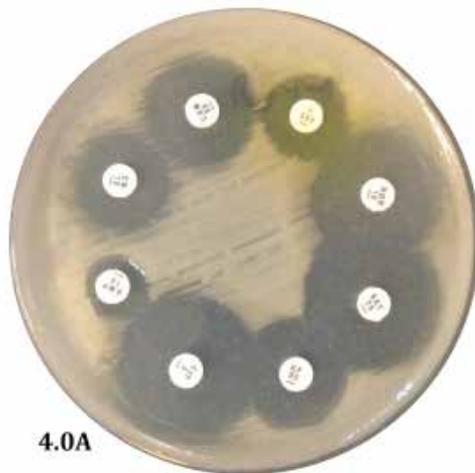
## ANEXO 3

Tabla 1.0 Estándares de halos de inhibición para enterobacterias (CLSI-2016)

Antibiótico	Difusión en Disco (mm)		
	R	I	S
Ampicilina 10µg	≤ 13	14-16	≥ 17
Cefalotina 30µg	≤ 14	15-17	≥ 18
Cefuroxime 30µg	≤ 14	15-17	≥ 18
Gentamicina 10µg	≤ 12	13-14	≥ 15
Cirpofloxacina 5µg	≤ 15	16-20	≥ 21
Norfloxacina 10µg	≤ 12	13-16	≥ 17
Nitrofurantoina 300µg	≤ 14	15-16	≥ 17
Cotrimoxazol 25µg			
Amoxicilina/Clavulanato 30µg	≤ 13	14-17	≥ 18
Ceftriaxona 30µg	≤ 19	20-22	≥ 23
Ceftazidima 30µg	≤ 17	18-20	≥ 21
Amikacina 30µg	≤ 14	15-16	≥ 17
Meropenem 10µg	≤ 19	20-22	≥ 23
Imipenem 10µg	≤ 19	20-22	≥ 23
Ertapenem 10µg	≤ 18	19-21	≥ 22

Fuente: CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institution)

## ANEXO 4



4.0A

Ceba 1

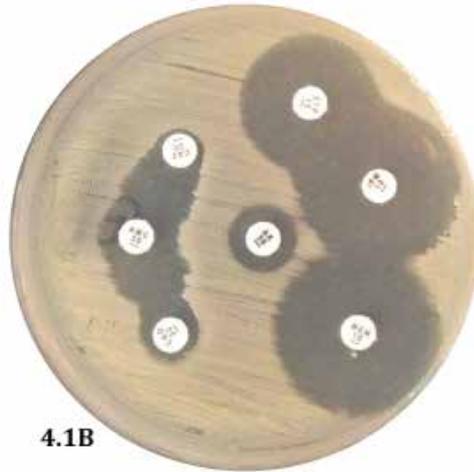


4.1A

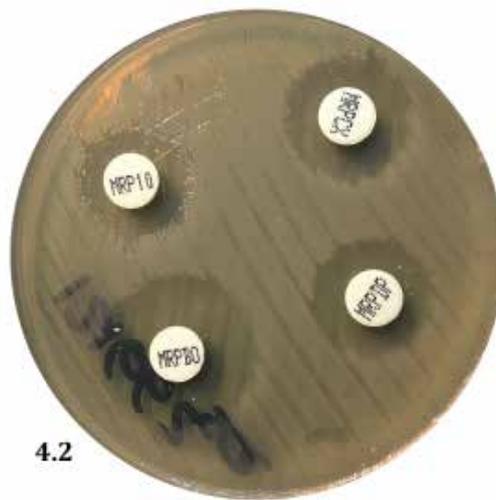
Ceba 2



4.0B



4.1B



4.2

Ceba 3

## **7. Tabaquismo en Young**

### **Consumo de cigarrillos en individuos de diez a setenta años de edad en la localidad de Young**

#### **ESTUDIANTES**

Juan Enrique Long

Antonella Pascual

Joaquín Stirling

3º Bachillerato. Ciencias Biológicas

#### **Profesora Orientadora**

Lorna Romero

#### **Liceo N° 1 “Mario W Long”**

Young, Río Negro.

## Resumen

La iniciativa de esta investigación surgió a partir de la falta de información disponible acerca del rango de edad en el cual se comienza a consumir cigarrillo, así como también en cuál de ellos es que se encuentra la mayor cantidad de consumidores por día.

Dado que el tabaquismo es un problema sanitario actual, se cree que los datos obtenidos serán de utilidad para la implementación de futuras campañas antitabaco. Pudiendo lograr de esta manera un impacto significativo que colabore en la disminución del consumo de esta droga sumamente adictiva en la ciudad de Young.

Se pudo observar que las mujeres comienzan mayoritariamente con el hábito del cigarrillo más tardíamente que los varones. El mayor consumo de cigarrillos en los varones se produce en edades tempranas.

Cuanto mayor es el consumo de cigarrillos diarios menor será la capacidad vital del individuo.

Los centros para el abandono del cigarrillo en la ciudad de Young no son exitosos ya que son muy pocas las personas que asisten a los mismos y además porque tan solo el 16 % de los encuestados tiene conocimiento de su existencia.

## Introducción

La iniciativa de esta investigación surgió a partir de la falta de información disponible acerca del rango de edad en el cual se comienza a consumir cigarrillo, como también en cuál de ellos es que se encuentra la mayor cantidad de consumidores por día.

Dado que el tabaquismo es un problema sanitario actual, se cree que los datos obtenidos serán de utilidad para la implementación de futuras campañas antitabaco. Pudiendo lograr de esta manera un impacto significativo que colabore en la disminución del consumo de esta droga sumamente adictiva en la ciudad de Young.

## Problema

- ¿En qué rango de edad se comienza generalmente con el hábito del cigarrillo en la localidad de Young?
- ¿De qué sexo y rango de edad son los individuos que consumen mayor cantidad de cigarrillos por día en la localidad de Young?
- ¿Existe relación entre el tiempo en que un individuo ha consumido cigarrillo y su capacidad vital?
- ¿Cuán conocidos son los centros de ayuda para el abandono del cigarrillo en la localidad de Young?

## Hipótesis

- El hábito del consumo de cigarrillo comienza entre los 10 y 17 años de edad (primer rango de edad establecido en la metodología).
- Los individuos de sexo masculino comprendidos entre los 31 y 50 años de edad consumen alrededor de 20 cigarrillos por día, resultando ser los mayores consumidores de esta droga.
- Cuanto mayor es el tiempo en el que un individuo ha consumido cigarrillo, menor es su capacidad vital.
- Los centros de ayuda para el abandono del cigarrillo no son exitosos por el hecho de que pocas son las personas en la ciudad de Young que tienen conocimiento acerca de su existencia, por lo que no deberían ser muchos sus pacientes.

## Objetivos

### Objetivo general

- Investigar acerca del consumo de cigarrillos en una muestra de individuos y relacionar estos datos con la capacidad vital de dichos individuos, así como la efectividad de los Centros de tratamiento antitabaco en la ciudad de Young.

### Objetivos específicos

- Determinar el rango de edad en el cual la población de Young comienza con el hábito del cigarrillo.
- Determinar en qué rango de edad y de qué género, son los individuos que consumen la mayor cantidad de cigarrillos por día en la localidad de Young.
- Establecer la relación entre el tiempo en que un individuo ha consumido cigarrillo con su capacidad vital.
- Analizar el número de personas que conocen la existencia de los centros que ofrecen métodos de ayuda para el abandono del cigarrillo que están siendo implementados en la localidad de Young.

## Marco teórico

### Antecedentes

La prevención del consumo de sustancias psicoactivas, así como la asistencia, rehabilitación y reinserción de los consumidores de drogas en situación de dependencia de las sustancias, se enmarca en nuestro país en una política pública global. En este sentido, la Junta Nacional de Drogas, realizó entre agosto y diciembre de 2014, la VI Encuesta Nacional en Hogares sobre

Consumo de Drogas en población de 15 a 65 años, de todas las localidades del país que tienen 10000 y más habitantes, donde se estudia la situación del consumo de tabaco, alcohol y otras sustancias.

Algunos de los datos que están en relación con el consumo de tabaco son las siguientes:

El tabaco es la segunda droga más consumida en Uruguay. El 64 % de las personas de 15 a 65 años ha consumido tabaco alguna vez en su vida, mientras que el 33 % declara haberlo consumido en los últimos 12 meses y el 29,5 % en los últimos 30 días. Con respecto a los consumidores habituales, y tomando como indicador el consumo en los últimos 30 días, se observa que la diferencia por sexo se mantiene, así como las prevalencias por lugar de residencia continúan sin mostrar diferencias. En cuanto al comportamiento según edad, se advierten diferencias importantes: la prevalencia es significativamente mayor en las personas de entre 26 y 35 años. La edad promedio de inicio del consumo de tabaco es 16,2 años, siendo la edad más frecuente de inicio los 15 años, con una mayor precocidad en los varones (15,8 años) respecto a las mujeres (16,6). Puede observarse que las distancias en la edad de inicio entre varones y mujeres tienden a disminuir, desapareciendo esta mayor precocidad en los varones que solo se visualiza en las generaciones más grandes. La intensidad de consumo puede observarse tanto desde la frecuencia declarada, como a partir de la cantidad de cigarrillos consumidos. La mayoría de los consumidores de los últimos 30 días pueden considerarse como consumidores habituales dado que el 85 % declara haber fumado 20 o más días en el último mes; no se presentan diferencias por sexo ni por lugar de residencia (Montevideo-interior del país). En cuanto a la edad se observa que la mayor intensidad de consumo entre los consumidores del último mes se verifica entre los 36 y 55 años, presentando los máximos porcentajes tanto en días en que se fumó como en cantidad de cigarrillos diarios. El promedio de consumo diario es de 12,2 cigarrillos, manteniéndose el guarismo tanto en Montevideo como en el interior del país. Las diferencias por sexo son significativas: son los varones los que presentan mayor consumo diario de cigarrillos. (JND, 2016)

Esta investigación se centró en estudiar el consumo de alcohol, tabaco y otras sustancias en relación a otras variables. Como el presente proyecto se centra en el tabaquismo en la ciudad de Young, se creyó más pertinente seleccionar y agregar los datos de la encuesta que tenían relación con el tabaco y no con las otras sustancias. Por tanto, en los antecedentes presentes se muestra una resumida parte de la encuesta, ya que es lo que se adecuaba a nuestro objeto de estudio: el tabaquismo.

## ¿Qué es el tabaquismo?

Según la Junta Nacional de Drogas (2016):

“El tabaquismo es considerado en la actualidad como la principal causa prevenible de enfermedad y muerte prematura. La investigación lo ha asociado con un número considerable de enfermedades, por lo que su reducción se ha convertido en uno de los principales desafíos de la Salud Pública.”

Mientras que, según la Organización Mundial de la Salud, es la primera causa de muerte prevenible en los países desarrollados, y también la causa más importante de años de vida perdidos y/o vividos con discapacidad.

Y según el SMU (Sindicato Médico del Uruguay):

“El tabaco es un producto que mata a la mitad de sus consumidores crónicos, aunque se consuma tal cual lo sugieren sus fabricantes. La ciencia ha demostrado inequívocamente que el consumo de tabaco y la exposición al humo de tabaco son causas de mortalidad, morbilidad (cantidad de personas que enferman en un lugar y un período de tiempo determinados en relación con el total de la población) y discapacidad.”

### **¿Por qué la nicotina es una droga adictiva?**

Según el Instituto de Salud Libertad (Lima, Perú, 2013):

“La nicotina provoca dependencia física, y hace que el fumador fume de manera que absorba la cantidad de nicotina que el cuerpo necesita. La supresión de nicotina provoca síndrome de abstinencia. La dependencia psíquica va unida a la dependencia social, por la que se asocian diferentes actividades agradables al hecho de fumar, y por eso incluso se llega a relacionar automáticamente alguna acción con el consumo de tabaco, convirtiéndolo en una herramienta imprescindible para la vida diaria. Al ingresar la nicotina a nuestro cuerpo: las arterias y las venas se contraen, generando un aumento en la presión arterial. La nicotina se absorbe hacia la sangre a través de los pulmones y es transportada hacia el cerebro en siete segundos y el ritmo cardíaco, se acelera.”

### **Neurobiología de la Adicción**

La adicción a la nicotina es básicamente un trastorno cerebral mediado neurobiológicamente y que se localiza en el sistema mesocórtico-límbico-dopaminérgico, lugar donde se genera la recompensa. Y esto se produce de la misma forma que para otras drogas, con la vía dopaminérgica localizada en el núcleo accumbens.

En el cerebro tiene lugar el proceso de adicción, originándose las vías en las neuronas dopaminérgicas del segmento ventral del cerebro medio (Área Ventral Tegmental) y de allí asciende al núcleo accumbens en las áreas prefrontales de la corteza del cerebro. Se estimula el aumento de dopamina en el núcleo accumbens, lo cual es el sistema de recompensa y gratificación, que establece la necesidad por la droga y la dependencia.

La abstinencia sigue la vía noradrenérgica, mediada por la norepinefrina que se concentra en las neuronas del locus ceruleus. Cuando un fumador trata de no fumar los niveles de nicotina caen y la frecuencia de los disparos de las neuronas noradrenérgicas en el locus ceruleus llega a ser anormalmente alta y causa de los síntomas de abstinencia a la nicotina.

En el cerebro del fumador la nicotina estimula la liberación de dopamina y muestra el sello característico neurobiológico de las drogas adictivas: un exceso de dopamina en el núcleo ac-

cumbens. La nicotina actúa a través de los receptores colinérgicos de nicotina, produciendo liberación de neurotransmisores dopamina, GABA, serotonina, norepinefrina, péptidos opiáceos, vasopresina y endorfinas. También otras sustancias del humo del tabaco actúan aumentando la dopamina al disminuir la enzima monoaminoxidasa (MAO) que la degrada. Los procesos y las vías que siguen se puede observar en esquema ubicado en Anexo (fig. 1). La nicotina favorece la liberación de algunos neurotransmisores a nivel cerebral como la dopamina y la norepinefrina que generan sensaciones de placer y alerta. El neurotransmisor es una sustancia producida por una célula nerviosa capaz de alterar el funcionamiento de otra célula de manera breve o durable, por medio de la ocupación de receptores específicos y por la activación de mecanismos iónicos y/o metabólicos. Un mensaje de una neurona a otra es transmitido con la ayuda de diferentes transmisores químicos. Esto ocurre en los puntos de “contacto” específicos, las sinapsis, entre células nerviosas. El transmisor químico dopamina se forma a partir de los precursores tirosina y L-dopa, y es almacenada en vesículas de las terminales nerviosas. Cuando un impulso nervioso causa que las vesículas se vacíen los receptores para dopamina en la membrana de la célula receptora son influenciados de tal manera que el mensaje es llevado al interior de la célula. (Centro Landivar para el Control de Tabaco).

## Circuito de Recompensa Cerebral

Según el Centro Landivar para el Control de Tabaco:

“El núcleo accumbens forma parte del circuito de recompensa que al ser estimulado provocan una sensación de placer. Su acción es fundamental, y cuando este circuito es estimulado por drogas, se convierte en la base de la adicción. Las vías neurológicas para el reforzamiento positivo (placer) se hallan en las vías dopaminérgicas que van del Área Tegmental Ventral en el tallo cerebral hacia el Núcleo Accumbens, localizado en los ganglios basales.”

Además de los efectos de las diferentes sustancias que contiene el humo del cigarrillo sobre el sistema nervioso, hay que considerar que su ingreso al organismo ocurre por inhalación, por tanto, también se ve involucrado el aparato respiratorio. Dado que dichas sustancias son obstructivas de las vías respiratorias, en un individuo fumador se ven modificados con el tiempo los volúmenes y capacidades pulmonares.

La **capacidad pulmonar total** es el volumen de aire que resulta de la suma del volumen de ventilación pulmonar, el volumen de reserva inspiratorio, el volumen de reserva espiratorio y el volumen residual, que en promedio se estima en 5 litros o 6 litros (5000 mL o 6000 mL) de aire. A su vez, se puede considerar por separado, la capacidad inspiratoria, la capacidad funcional residual y la capacidad vital.

La **capacidad inspiratoria** se refiere al volumen de aire que una persona puede ingresar a sus pulmones mediante una inspiración forzada. La cantidad aproximada es de 3000 mL. En tanto la capacidad funcional residual se entiende como el volumen de aire que una persona puede exhalar mediante una espiración forzada más el volumen de aire residual (aquel que permanece en pulmones y vías respiratorias, luego de una espiración forzada), es el volumen de aire

que queda en el aparato respiratorio luego de una espiración normal y se estima en 2300 mL. Por último, el volumen de aire que resulta de un esfuerzo inspiratorio máximo seguido de inmediato por un esfuerzo espiratorio máximo se llama **capacidad vital**. La capacidad vital promedio es de aproximadamente 4500 mL. El varón deportista bien entrenado puede tener una capacidad vital hasta de 6500 mL; la mujer pequeña tiene a menudo una capacidad vital que no pasa de 3000 mL. La capacidad vital es una medida de la capacidad total de la persona para inspirar y espirar aire. (Guyton, 1987)

Según Tórtora & Derrickson (2014), en reposo, un adulto sano efectúa en promedio 12 respiraciones por minuto, y con cada inspiración y espiración moviliza alrededor de 500 mL de aire hacia el interior y exterior de los pulmones. La cantidad de aire que entra y sale en cada movimiento respiratorio se denomina **volumen corriente** (VC). El aparato que suele usarse para medir el volumen intercambiado durante la respiración y la frecuencia respiratoria es el espirómetro. El registro se llama espirograma e indica los valores medios de los volúmenes y las capacidades pulmonares para adultos sanos ambos sexos (Anexo fig. 2).

Otros volúmenes pulmonares se definen en relación con la ventilación forzada. En general, estos volúmenes son mayores en los hombres, en los individuos más altos y en los adultos jóvenes (considerando además la actividad física que realiza el individuo); y menores en las mujeres, en los individuos de baja estatura y en las personas mayores. Hay algunos trastornos que pueden diagnosticarse mediante la comparación entre los valores reales y los estimados para el sexo del paciente, su altura y su edad.

El aire extra que podemos introducir en una inspiración forzada recibe el nombre de volumen inspiratorio de reserva (V.I.R.), que oscila sobre los 3100 mL. El volumen de aire que podemos expulsar en una espiración forzada después de una inspiración normal se llama volumen de reserva espiratorio (V.E.R.), que se sitúa en torno a los 1200 mL.

El aire residual que nos queda en los pulmones tras una espiración forzada, se llama volumen residual (V.R.), que está sobre los 1200 mL. No todo el aire que llega a los pulmones (500 mL), llega a la zona de intercambio. Hay una parte que se quede en el espacio muerto anatómico, que son las partes del aparato respiratorio que no tienen alvéolos (tráquea, bronquios, bronquiolos), la cantidad está alrededor de los 150 mL. Los valores promedio de las capacidades pulmonares son agrupaciones de distintos volúmenes (ver Anexo fig. 3).

## Metodología

Las técnicas de investigación:

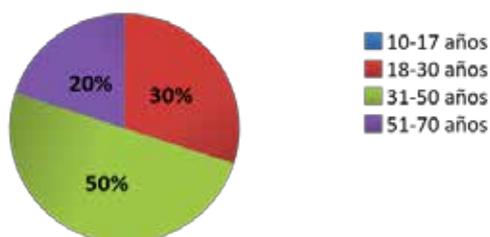
- Entrevistas a profesionales con el fin de adquirir más información acerca de cómo actúa la nicotina en nuestro cuerpo; con respecto a la efectividad de los centros de ayuda para el abandono del cigarrillo (conocimiento de la población sobre su existencia), entre otros aportes. Se aplica la misma entrevista a cada uno de los tres doctores encargados de los centros de ayuda para el abandono del cigarrillo en la ciudad de Young (Ver Anexo fig. 4).

- Encuesta para poder obtener datos referidos a los objetivos planteados. Se usó una encuesta cerrada (ver Anexo fig. 5) y se tomó una muestra de 100 individuos tomados al azar de la población. Para poder realizar dicha encuesta fue necesario dividir el objeto de estudio en los siguientes cuatro rangos de edad, con el fin de facilitar la recolección de datos y a su vez llegar a conclusiones más precisas:
  - de 10 a 17 años de edad.
  - de 18 a 30 años de edad.
  - de 31 a 50 años de edad.
  - de 51 a 70 años de edad.
- Espirometría con el fin de obtener el volumen inspiratorio/espírorio forzado y hallar la capacidad vital de cada individuo (ver Anexo fig. 6).
- Test que permite determinar el grado de dependencia de un individuo: Se trata de un test muy sencillo, pensado para poder ser auto-administrado. Se ha comprobado que la puntuación en este test está negativamente correlacionada con el grado de éxito en los intentos de dejar de fumar sin ayuda (cuanta mayor puntuación, menor éxito). El psicólogo sueco Karl-Olov Fagerström, especialista en tabaquismo, desarrolló este test en 1978. En 1991 se desarrolló una versión mejorada (ver Anexo fig. 7)

## Resultados y análisis de datos

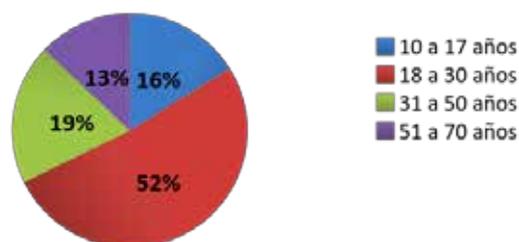
Realizada la encuesta a una muestra de 100 personas, entre los 10 y 70 años de edad, en la localidad de Young se obtienen los siguientes resultados:

**Mujeres fumadoras por edades**



*Figura 1:* Distribución por rango de edad de las mujeres fumadoras estudiadas

**Varones fumadores por edades**



*Figura 2:* Distribución por rango de edad de los varones fumadores estudiados

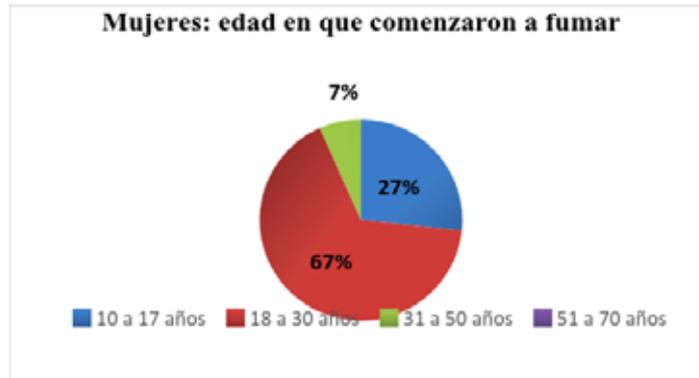


Figura 3: Edad de comienzo de consumo de cigarrillo en mujeres

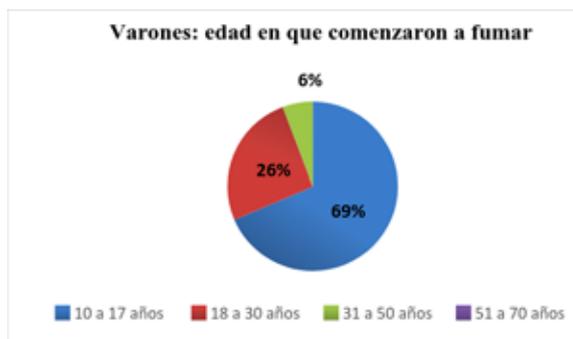


Figura 4: Edad de comienzo de consumo de cigarrillo en varones

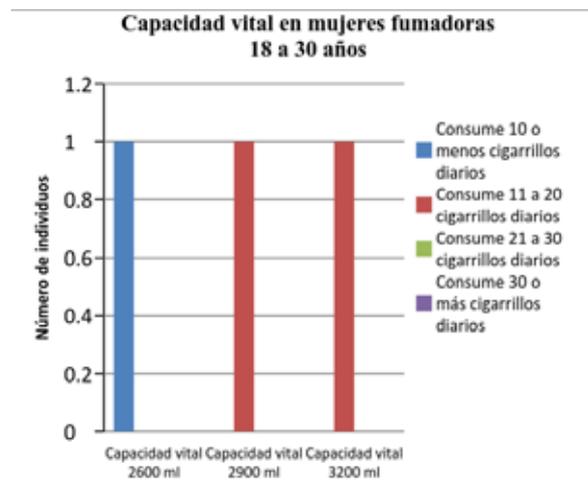


Figura 5: Capacidad vital registrada en mujeres fumadoras en el rango de edad de 18 a 30 años

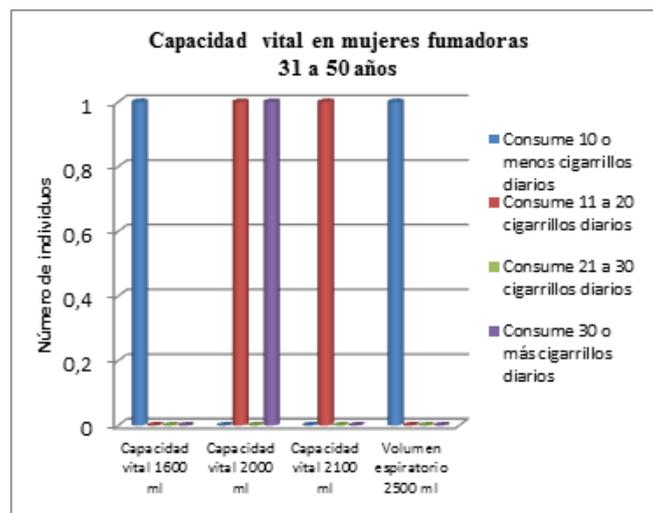


Figura 6: Capacidad vital registrada en mujeres fumadoras en el rango de edad de 31 a 50 años

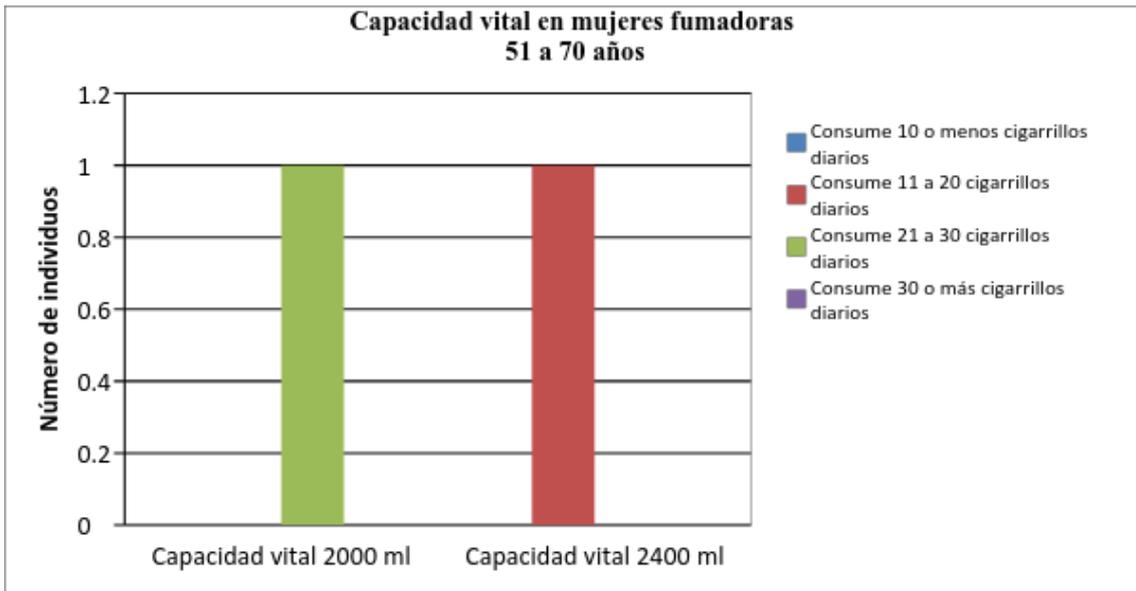


Figura 7: Capacidad vital registrada en mujeres fumadoras en el rango de edad de 51 a 70 años

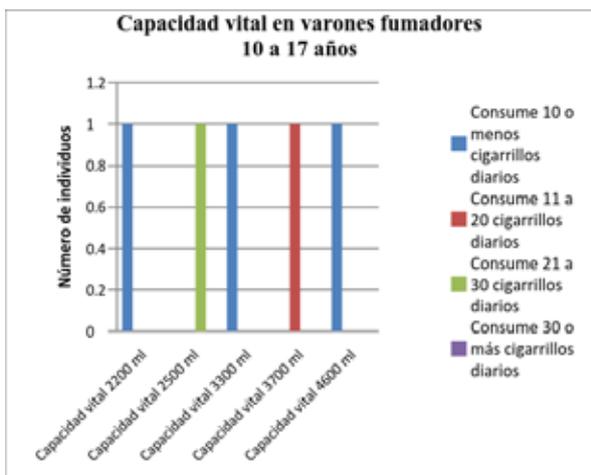


Figura 8: Capacidad vital registrada en varones fumadores en el rango de edad de 10 a 17 años

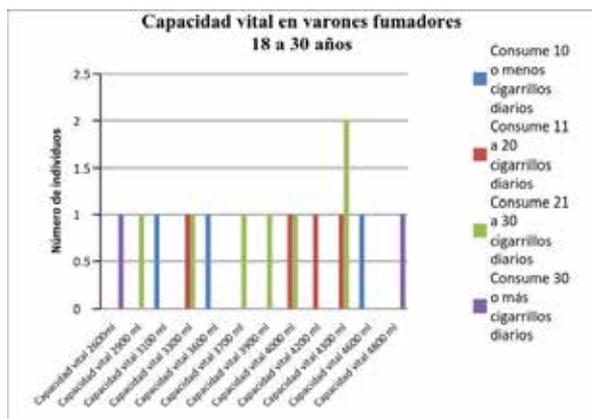


Figura 9: Capacidad vital registrada en varones fumadores en el rango de edad de 18 a 30 años

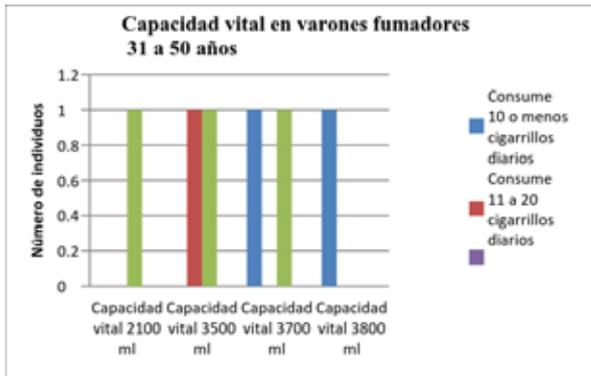


Figura 10: Capacidad vital registrada en varones fumadores en el rango de edad de 31 a 50 años

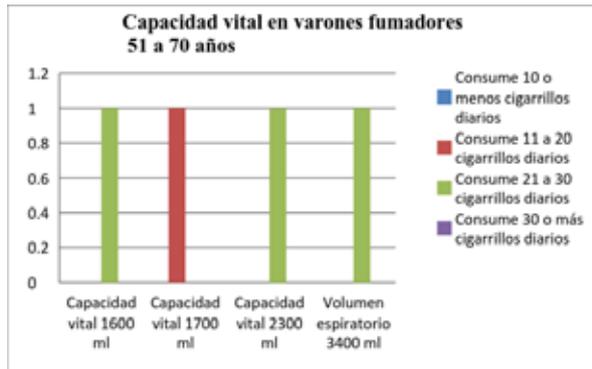


Figura 11: Capacidad vital registrada en varones fumadores en el rango de edad de 51 a 70 años

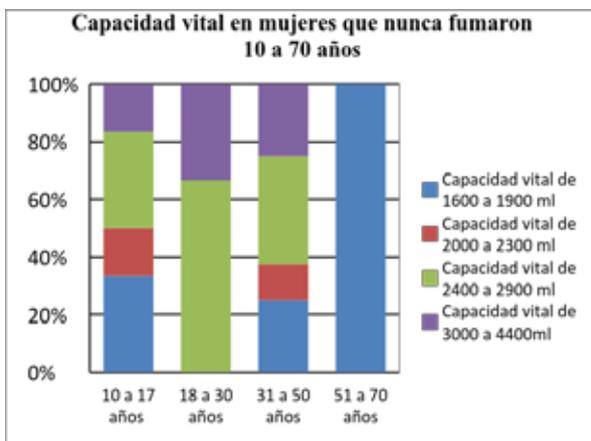


Figura 12: Capacidad vital registrada en mujeres no fumadoras en la totalidad de la muestra

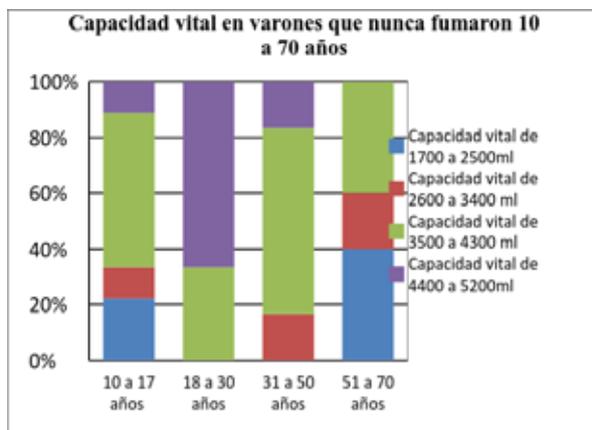


Figura 13: Capacidad vital registrada en varones no fumadores en la totalidad de la muestra

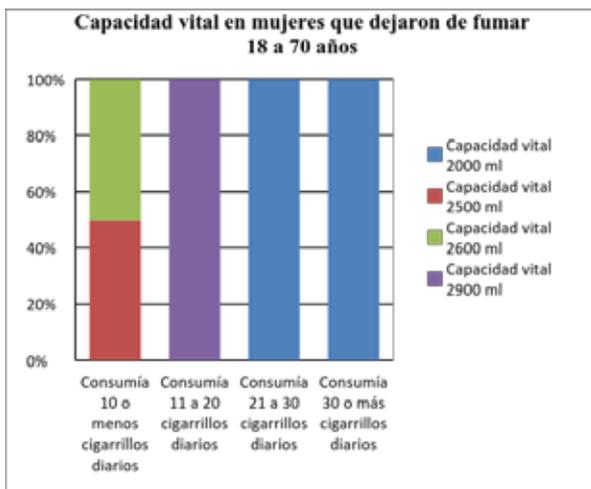


Figura 14: Capacidad vital registrada en mujeres exfumadoras, discriminado por cantidad de cigarrillos que consumía a diario

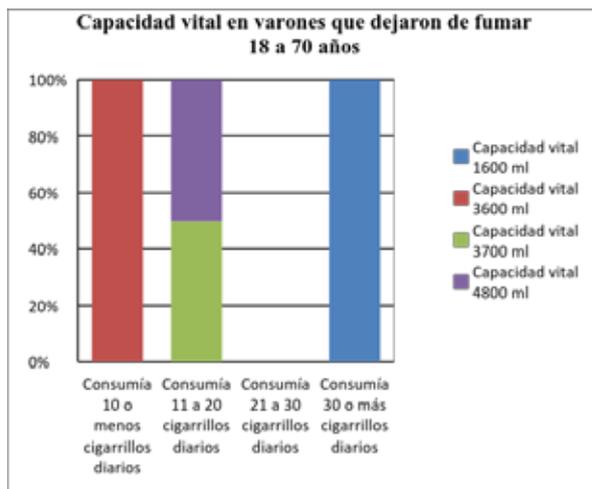


Figura 15: Capacidad vital registrada en varones exfumadores, discriminado por cantidad de cigarrillos que consumía a diario

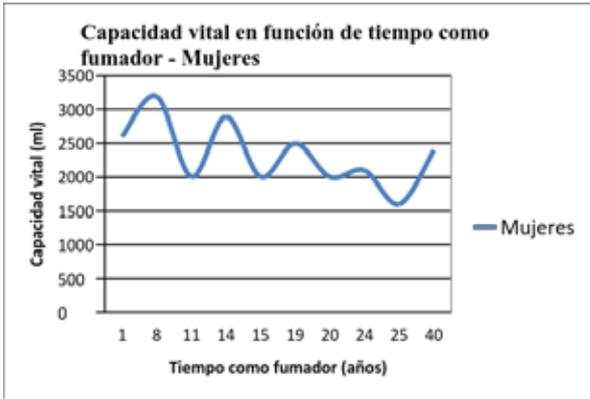


Figura 16: Capacidad vital en la totalidad de las mujeres (que fuman) en función del tiempo como fumadoras



Figura 17: Capacidad vital registrada en varones (que fuman) en función del tiempo como fumadores

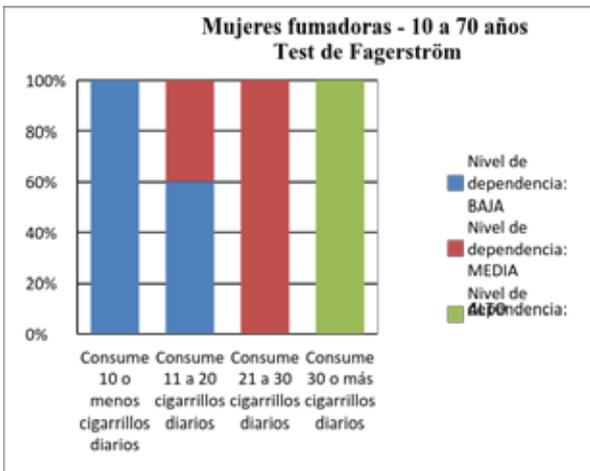


Figura 18: Nivel de dependencia al cigarrillo en la totalidad de mujeres fumadoras (Test de Fagerström) en relación a la cantidad de cigarrillos que consumen diariamente

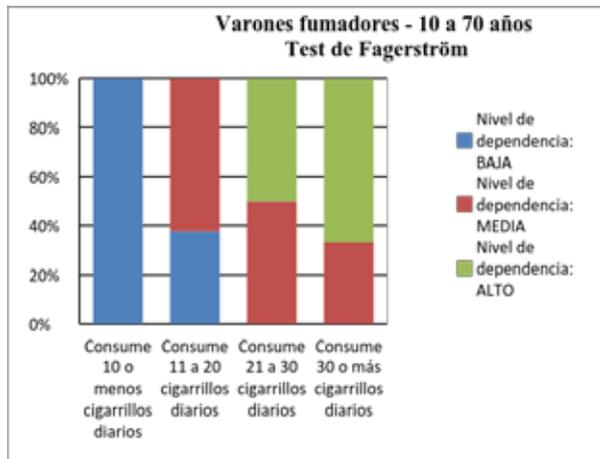


Figura 19: Nivel de dependencia al cigarrillo en la totalidad de varones fumadores (Test de Fagerström) en relación a la cantidad de cigarrillos que consumen diariamente



Figura 20: Nivel de conocimiento de los individuos encuestados acerca de la existencia de centros de tratamiento antitabaco en la ciudad de Young

En relación a los datos obtenidos se puede observar una diferencia en la franja etaria en la cual hay mayor cantidad de fumadores varones entre los 18 a 30 años (fig. 2) y en las mujeres la mayor cantidad se encuentra entre los 31 a 50 años, no habiendo registro de mujeres fumadoras entre los 10 y 17 años a diferencia que de los varones en los que sí hay registro. (fig. 1).

Cuando se observan los resultados relacionados a la capacidad vital en fumadores, discriminada por género y edad, no se aprecia influencia importante entre la cantidad de los cigarrillos consumidos con la capacidad vital registrada (fig. 5 a fig. 11), esto se debe a que aquí no se consideró ni la talla ni la realización de actividad física por parte de los individuos estudiados, que son otros factores importantes en la determinación de la capacidad vital. Este hecho en particular se aprecia en la figura 9, principalmente en los individuos que consumen 30 o más cigarrillos diarios, ya que registraron el máximo y el mínimo en cuanto a la capacidad vital. Sin embargo, aún considerando todos los factores antes dichos, parece existir una pequeña influencia entre la cantidad de los cigarrillos consumidos con la capacidad vital, registrándose las menores capacidades en aquellas personas que consumen mayor cantidad de cigarrillos.

Del total de las mujeres encuestadas (36) un 14 % de las mismas dejaron de fumar, de este porcentaje al registrar su capacidad vital (fig. 14) se encontró una menor capacidad vital relacionada a la cantidad de cigarrillos que consumían y del total de hombres encuestados (64) el 6 % dejaron de fumar, que al registrar su capacidad vital (fig. 15) se verifica lo mismo que para las ex fumadoras. O sea, que en las mujeres a mayor cantidad de cigarrillos que consumían diariamente, aún habiendo dejado de fumar, menor es la capacidad vital registrada. Observándose lo mismo para la capacidad vital de los individuos masculinos que solían consumir 30 o más cigarrillos diarios, que es significativamente menor a la capacidad vital de los demás ex fumadores.

Del total de las mujeres encuestadas el 58 % de las mismas nunca tuvo en hábito del cigarrillo y el 45 % de los mismos nunca tuvo el hábito. En las mujeres, a pesar de no haber sido fumadoras, se observa que la capacidad vital disminuye con la edad y en la franja de menores edades, es posible que influya la complejión física en los resultados obtenidos (fig. 12). Al igual que en las mujeres no fumadoras, se aprecia que la capacidad vital disminuye al aumentar la edad, registrándose igualmente mayores capacidades en varones que en mujeres de la franja de los 51 a 70 años, algo esperable dadas las diferencias anatómicas entre los géneros (fig. 13). Por otro lado, se aprecia la tendencia de que a mayor cantidad de años como fumador menor es la capacidad vital, tanto en mujeres (fig. 16) como en varones (fig. 17).

En relación a los resultados del test de Fagerström, que dan a conocer el nivel de dependencia al cigarrillo, cuando se lo vincula con el consumo de cigarrillos diario, se puede observar que como es predecible, cuanto mayor es el número de cigarrillos consumidos diariamente, mayor es el grado de dependencia. Y esto se da tanto en mujeres (fig. 18) como en varones (fig. 19).

Se consultó a los encuestados acerca de si tenían conocimiento de la existencia de centros de ayuda para el abandono del cigarrillo en la ciudad de Young. En la localidad de Young se encuentran actualmente tres clínicas de tabaquismo, una pública (localizada en la policlínica de Mevir 1) y dos privadas (en el centro de salud CAMY). La clínica de tabaquismo pública

se encuentra a cargo del Dr. Guillermo Crevoisier y de las clínicas de tabaquismo privadas una se encuentra a cargo del Dr. Javier Rodríguez y la otra a cargo de la Dra. María José González.

De la entrevista efectuada al Dr. Guillermo Crevoisier, el día 14/09/2016 surge la siguiente información relevante:

“Hoy en día en el centro de cese de tabaquismo del cual yo estoy a cargo hay tres pacientes que cumplen el régimen regularmente, y alrededor de 5 o 6 personas que van y vienen, abandonan y luego vuelven”.

“...de los pacientes que tengo asiduamente ahora, las edades oscilan de entre treinta y sesenta años de edad”.

“...a las personas que tienen poca dependencia al cigarrillo el tratamiento les puede llevar mínimo un mes”, “pero luego deben de seguir con lo que se denomina “mantenimiento” para tratar el tema de la abstinencia al tabaco”.

“...de los tres que concurren asiduamente, dos dejaron de fumar, pero se los sigue acompañando”.

“...al completar el tratamiento se liberan de los efectos de la nicotina”.

“...el volumen espiratorio forzado de cada persona está determinado por la raza, por la edad, peso, por la altura, y sexo. Hay personas que tienen un volumen espiratorio forzado de 2,5 litros y otras de 5 litros de aire”.

“los efectos de la nicotina son como los de cualquier droga, adictivos, una sustancia que produce abstinencia en la persona, efectos psicológicos y físicos”.

## Limitaciones y validez

Esta investigación es válida para la muestra de personas encuestadas. Teniendo en cuenta que hay margen de error en cuanto a las respuestas dadas por las personas que pudieron no ser completamente honestas. Por ejemplo, en cuanto al test de Fagerström y a la encuesta. Además, hay que considerar el margen de error en los resultados obtenidos mediante espirometrías, relacionado a que las personas voluntarias no conocían la técnica, y porque al realizarse mediante la implementación de un artefacto tan rudimentario como el espirómetro usado, el nivel de error aumenta ya sea por la apreciación al hacer el registro y por las pequeñas pérdidas de aire desde el momento en el que el voluntario espira y el momento en el cual se registran los datos correspondientes.

## Conclusiones

Los individuos de sexo femenino de la muestra comienzan mayoritariamente con el hábito del cigarrillo entre los 18 y 30 años de edad, en cambio los individuos estudiados de sexo masculino lo hacen entre los 10 y 17 años de edad.

Los individuos que consumen la mayor cantidad de cigarrillos por día en la localidad de Young son de sexo masculino comprendidos entre los 18 y 30 años de edad, mientras que en el sexo femenino el mayor consumo ocurre entre los 31 y 50 años.

Se presenta la tendencia de que cuanto mayor es el consumo de cigarrillos diarios menor es la capacidad vital del individuo, aunque las diferencias físicas de cada individuo en lo que respecta a peso, altura, etnia, compleción física y otros factores como la actividad física que realizan, inciden en la capacidad vital de cada persona.

Es mayor la cantidad de encuestados de sexo femenino que nunca fumaron en comparación con los individuos de sexo masculino, así como también existe un mayor porcentaje de mujeres que dejaron de fumar en comparación con los varones.

En lo que respecta a ex fumadores, cuanto menor fuere la cantidad de cigarrillos consumidos diariamente, más rápida será la recuperación de la capacidad vital.

Los centros para el abandono del cigarrillo en la ciudad de Young no parecen ser muy exitosos por el hecho de que son muy pocas las personas que asisten a los mismos y además porque tan solo el 16 % de los encuestados tiene conocimiento de su existencia.

Se puede ver que hay datos de los antecedentes que son similares a los que se obtuvieron en este proyecto, pero no en su totalidad, ya que el tamaño de muestra de estudio y el universo de análisis son muy distintos.

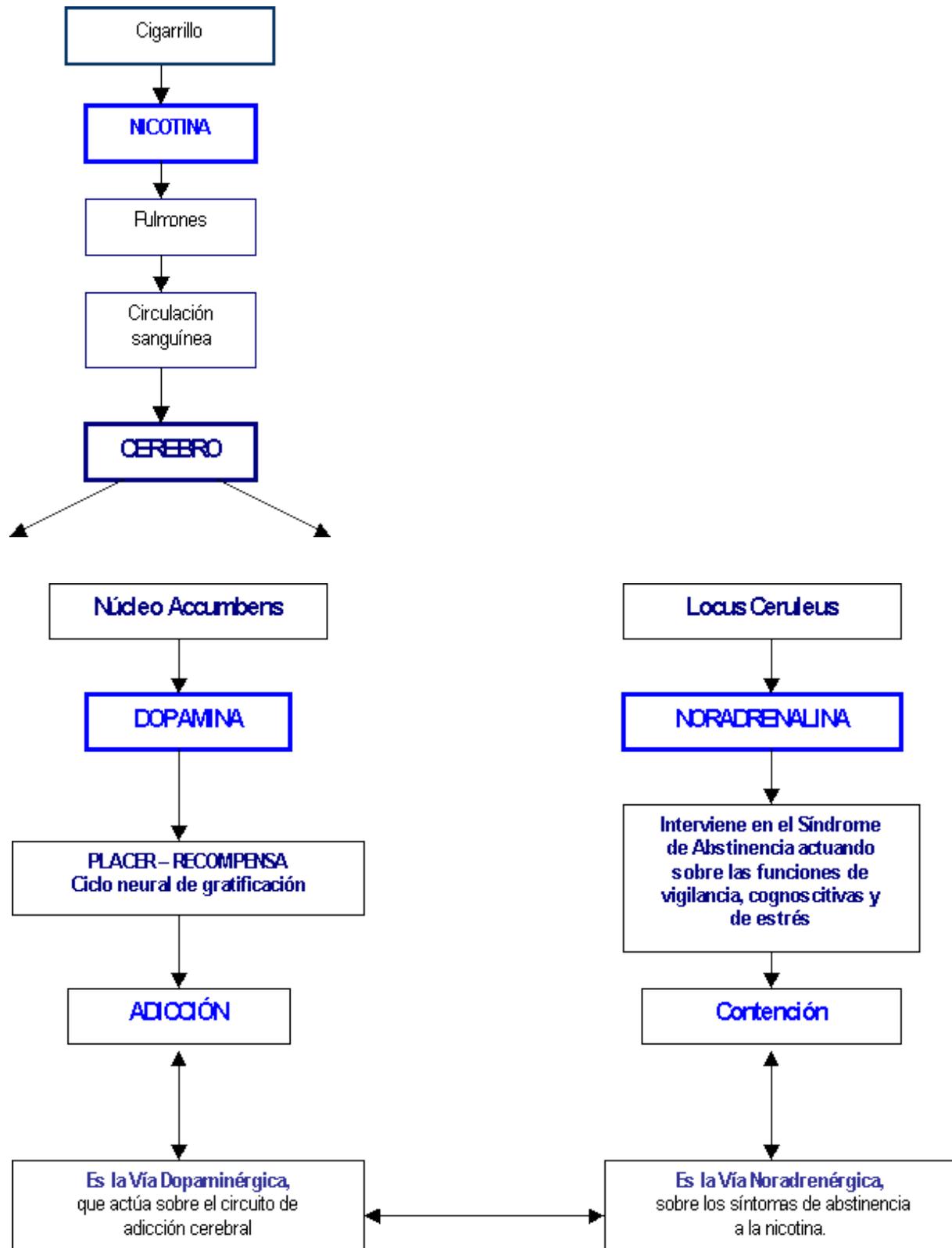
## Webgrafía y bibliografía

- Guyton, A. C. (1987). *Fisiología humana*. (6ª edición). México D.F., México: Interamericana.
- Tórtora, G. & Derrickson, B. (2014). *Principios de anatomía y fisiología*. (13ª edición). México D.F., México: Panamericana.
- ANEP-CODICEN. (1994) *Fisiología y salud*. España: Editorial Hispano didáctica y Leybold-Didactic.
- Instituto de Salud Libertad*. Adicción al tabaco-consecuencias en los fumadores. Recuperado de: <http://www.saludlibertad.com/publicaciones/adicciones/tipos-de-adicciones/adicciones-quimicas/adiccion-al-tabaco/>
- Clínicas Claidier*. Definición de adicción. Recuperado de: <http://www.claidier.org.mx/que-es-la-adiccion/>

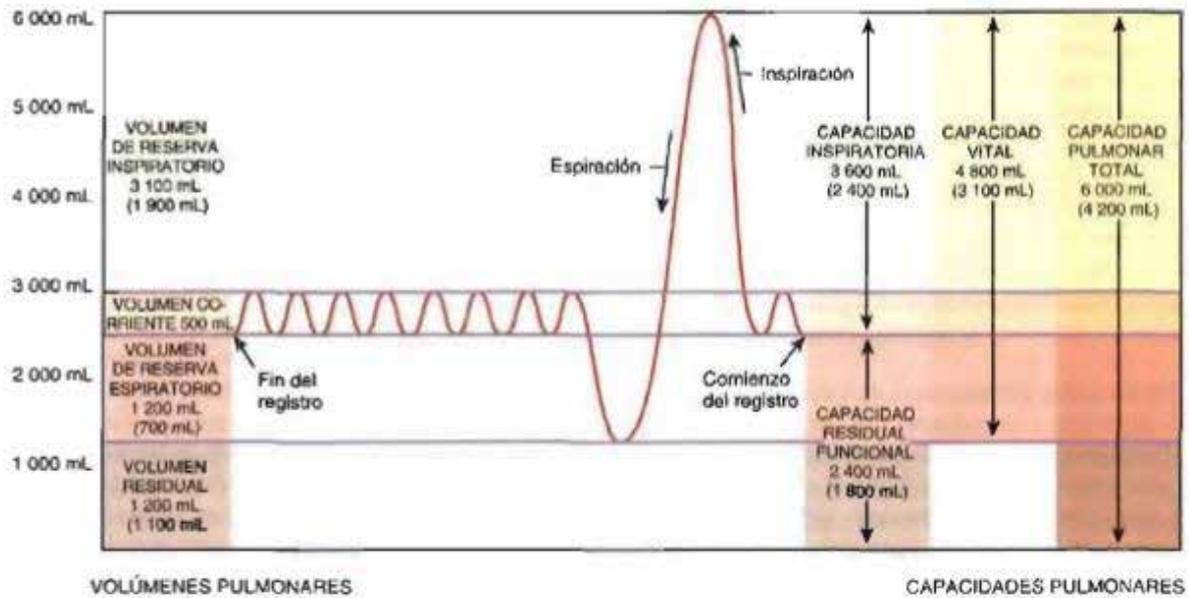
- Centro Landívar para el control del tabaco.* Adicción nicotina. Introducción y ocupación del cerebro. Recuperado de: [http://www.url.edu.gt/otros\\_sitios/noTabaco/03-01nicotina.htm](http://www.url.edu.gt/otros_sitios/noTabaco/03-01nicotina.htm)
- Test de dependencia del tabaco de Fagerström.* Recuperado de: <http://fumarsalecaro.kafumi.com/2013/03/test-de-dependencia-del-tabaco/>
- ¿Qué son las drogas? Recuperado de: [http://www.hablemosdedrogas.org/system/application/views/uploads/data/quesonlasdrogas\\_es.pdf](http://www.hablemosdedrogas.org/system/application/views/uploads/data/quesonlasdrogas_es.pdf)
- Center for Young Women's Health.* Información acerca del tabaquismo. Recuperado de: <http://youngwomenshealth.org/2007/06/27/informacion-acerca-del-tabaquismo/>
- Nicotina.* Recuperado de: <http://quimica.laguia2000.com>
- Nullvalue.(1994). *Cómo funciona la nicotina en el cuerpo.* Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-185728>
- Martínez, J. *Conoce cómo puedes medir tu capacidad pulmonar.* Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos94/conoce-como-puedes-medir-tu-capacidad-pulmonar/conoce-como-puedes-medir-tu-capacidad-pulmonar.shtml>
- Volúmenes y capacidades pulmonares.* Recuperado de: <https://ciclosdeporte.files.wordpress.com/2008/11/volumentes-y-capacidades-pulmonares.pdf>
- Roballo, Olivera y otros. (2016) “*VI Encuesta nacional en hogares sobre consumo de drogas. Informe de Investigación*”. Junta Nacional de Drogas. Recuperado de: [http://www.infodrogas.gub.uy/images/stories/pdf/201609\\_VI\\_encuesta\\_hogares\\_OUD\\_ultima\\_rev.pdf](http://www.infodrogas.gub.uy/images/stories/pdf/201609_VI_encuesta_hogares_OUD_ultima_rev.pdf)
- Junta Nacional de Drogas. Presidencia de la República del Uruguay. (2016) *Guía más información, menos riesgos. 11ª edición.* Recuperado de: [www.infodrogas.gub.uy/images/stories/pdf/guía\\_masinfoV11\\_2016\\_web.pdf](http://www.infodrogas.gub.uy/images/stories/pdf/guía_masinfoV11_2016_web.pdf)
- Comisión de tabaquismo del S.M.U. Tabaquismo en Uruguay. *El problema del tabaco y su control.* Recuperado de: [http://www.smu.org.uy/elsmu/comisiones/tabaco/inf\\_ct\\_tab\\_en\\_uruguay.pdf](http://www.smu.org.uy/elsmu/comisiones/tabaco/inf_ct_tab_en_uruguay.pdf)

# ANEXOS

Anexo fig. 1 Vías de acción de la nicotina sobre el S.N.C



## Anexo fig. 2



Extraído de: Tórtora, G., Derrickson, B. (2014) *Principios de anatomía y fisiología*. México D.F. México: Editorial Panamericana. 13ª edición

## Anexo fig. 3

Valores promedio de capacidades pulmonares

### CAPACIDADES PULMONARES

1. Capacidad inspiratoria: cantidad de aire que puede inspirar una persona distendiendo los pulmones al máximo, será igual a  $V.I.R + V.C = 3600$  mL.
2. Capacidad residual funcional: es el aire que queda en los pulmones tras una espiración normal. Sería igual a  $V.E.R + V.R = 2400$  mL
3. Capacidad vital: cantidad de aire que una persona puede movilizar en una respiración forzada máxima. Será  $V.E.R + V.I.R + V.C = 4800$  mL
4. Capacidad pulmonar total: cantidad de aire total. Es el volumen máximo teórico que podría alcanzar una persona. Será  $V.I.R + V.E.R + V.C + V.R = 6000$  mL.

Estos volúmenes son medias genéricas para varones de 70 kg. En mujeres los volúmenes son aproximadamente un 25 % menos. Y en personas muy altas serán mayores.

## Anexo fig. 4

Modelo de entrevista

ENTREVISTA	
¿Cuántas personas concurren al centro de abandono de cigarrillo?	
¿Cuántas son mujeres y cuántos hombres?	
¿Dentro de qué edades se encuentran los individuos que asisten?	
¿Qué cantidad de personas han logrado rehabilitarse?	
¿Cómo actúa la nicotina en nuestro cuerpo?	
¿Cuánto tarda el cuerpo de un ex fumador en liberarse por completo de la presencia de nicotina?	
¿Cuál es la capacidad vital promedio de una persona no fumadora?	
¿Cuál es la capacidad vital promedio de una persona fumadora?	
¿Cuándo una persona fumadora es considerada adicta?	
Luego de que una persona fumadora ha dejado el vicio, ¿puede su capacidad vital regresar a la normalidad?	

## Anexo fig. 5

Modelo de encuesta

Sexo:	Edad:
1) Consume cigarrillo?	
De consumirlo: 2) ¿Cuándo comenzó a fumar?	
3) ¿Alrededor de cuantos cigarrillos fuma por día?	
A) de 1 a 5    B) de 11 a 20    C) de 21 a 30    D) 31 o más	
4) ¿Sabe si existe algún centro de ayuda para el abandono del cigarrillo en la ciudad de Young?	

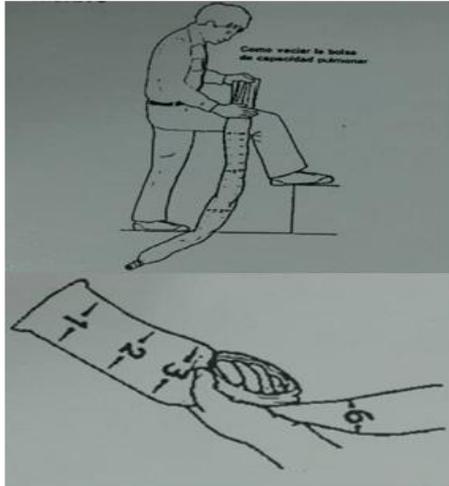
Extraído y modificado de: ANEP-CODICEN. (1994) *Fisiología y salud*. España: Editorial Hispano didáctica y Leybold-Didactic

## Anexo fig. 6

### Técnica para realizar Espirometría

#### ESPIROMETRÍA

Es conveniente utilizar una solución diluida de lejía o alcohol al 70% para desinfectar las boquillas. Después se deben enjaguar con agua y secarlas con una toalla de papel.



1. Para realizar la medida de la capacidad pulmonar, asegurarse que la bolsa esté completamente vacía de aire. Alisarla contra el muslo con una mano, mientras se sujeta con la otra.
2. Poner la bolsa cerca de la boca y tomar aire, lo más profundamente que se pueda. Colocar la boquilla en la boca y soplar todo el aire en la bolsa.
3. Tomar la bolsa justamente debajo de la boquilla y retorcerla de forma que quede atrapado el aire inmediatamente después de haber terminado la espiración forzada.
4. Enrollar la bolsa fuertemente sobre la mano hasta que la bolsa quede rígida.
5. Leer el volumen de aire en la escala que tiene la bolsa. Repetir el procedimiento tres veces, hacer la media de las medidas.
6. Rellenar la tabla.

	1ª vez	2ª vez	3ª vez	Media
Capacidad vital				

## Anexo fig. 7 Test de dependencia del tabaco de Fagerström

**1. ¿Cuánto tiempo pasa habitualmente desde que te levantas por la mañana hasta que enciendes el primer cigarrillo?**

<input checked="" type="radio"/> 5 minutos o menos.	3 puntos
<input type="radio"/> De 6 a 30 minutos.	2 puntos
<input type="radio"/> De 31 a 60 minutos.	1 punto
<input type="radio"/> Más de 60 minutos.	0 puntos

**2. ¿Se te hace difícil abstenerte de fumar en lugares donde está prohibido, como cines, hospitales, etc.?**

<input type="radio"/> Sí.	1 punto
<input type="radio"/> No.	0 puntos

**3. ¿Qué cigarrillo se te haría más duro no poder fumar?**

<input type="radio"/> El primero de la mañana.	1 punto
--	---------

<input type="radio"/> Algún otro.	0 puntos
<b>4. ¿Cuántos cigarrillos fumas al día, en promedio?</b>	
<input type="radio"/> 10 o menos.	0 puntos
<input type="radio"/> De 11 a 20.	1 punto
<input type="radio"/> De 21 a 30.	2 puntos
<input type="radio"/> 31 o más.	3 puntos
<b>5. ¿Fumas con más frecuencia durante las primeras horas del día después de levantarte que durante el resto del día?</b>	
<input type="radio"/> Sí.	1 punto
<input type="radio"/> No.	0 puntos
<b>6. ¿Sigues fumando incluso cuando estás tan enfermo/a que pasas la mayor parte del día en cama?</b>	
<input type="radio"/> Sí.	1 punto
<input type="radio"/> No.	0 puntos



## CAPÍTULO 3

### RESÚMENES



## **Mención a la Creatividad: ¿Qué componentes de un labial nos protegen de la radiación UV?**

Estudiantes: Sabrina Pérez, Oriatna Pereyra.

3º Bachillerato. Ciencias Biológicas 2

Profesores Orientadores: Ana Claudia Sosa y Yefferson Alegre.

Liceo N° 1 de Rocha “Doña Cora Vigliola de Renaud”

El tema a investigar fue elegido debido a los efectos que la radiación ultravioleta le puede provocar a la parte de la mucosa bucal que tiene contacto con éstos (labios); como arrugas o importantes enfermedades como lo es el cáncer a la piel. La idea planteada fue relacionar la estética y la belleza, con la salud. Para esto se investigó acerca de qué componentes del labial protegen de la radiación UV, en especial el filtro solar. Para esto se determinó la absorbancia de dos labiales caseros (uno con óxido de cinc como filtro solar, y otro no) y de dos labiales de mercado (uno con filtro solar, y otro no) utilizando el sensor de UVA (NeuLog). Se logró crear dos labiales caseros y se comparó su absorbancia con los dos labiales de mercado.

## Mención a la Interdisciplinariedad: “Cosechando lazos sembrando el futuro”

Estudiantes: Luciano Olmedo, Ezequiel Almeida, Santiago Fagúndez, Noelia Félix.

3 Año de Ciclo Básico

Profesores Orientadores: Ana Bonilla, Rosalynn Tavarez, Mario Silva.

Liceo N° 3 de Artigas “Mtro. Prof. Valeriano Renart”

Al comenzar el año la profesora de Biología presentó el desafío de trabajar en proyectos. A partir de este momento se planteó la idea de investigar sobre las huertas orgánicas. Enseguida surgieron varias ideas, una de ellas fue la de trabajar con distintos centros educativos, de distintos niveles, sobre el consumo y beneficio de las legumbres. Posteriormente se comenzó a realizar distintas actividades de intervención, que apuntaban también al contenido emocional, “cosechando valores”, como el respeto, el compañerismo y la unión de grupo. En una de las actividades de intervención el profesor de huerta de la institución plantea lo desafiante que sería trabajar con hidroponía. Desde la Física, se investiga un sistema que permite la circulación del agua, impulsada por un motor unido a una fuente que en principio se trató de una batería. Por otra parte se adaptó un sensor Labdisc Gensci de Plan Ceibal, a través del cual se controlaron las diferentes variables que determinan el crecimiento de un cultivo. Con los aportes desde la Química se realizó una investigación de la composición de la Solución A y de la Solución B, importantes para el cultivo de las plantas, así como también el control de las concentraciones de ambas. Y se realizaron a través de investigaciones prácticas en el laboratorio para reconocer hierro como elemento característico de las legumbres. Pensando a la huerta como un ecosistema, la confección de la primer huerta orgánica en el liceo fue un gran logro para el trabajo de este equipo, en el cual todos los integrantes contribuyeron, la ayuda de la familia fue muy importante para que lo que en un principio fue un sueño, hoy sea una realidad.

## **Mención a la Mejor defensa: ¿Es la «comida chatarra» un factor que incide en el sobrepeso de los adolescentes?**

Estudiantes: Mauro Arrospide y Gastón Brascesco.

Profesores Orientadores: Larissa Rodríguez y Mariana Pérez.

Liceo 25 de Mayo, Florida.

Este trabajo se centra específicamente en “el consumo de hamburguesas y papas fritas en los adolescentes (de 15 a 20 años) que concurren al Liceo 25 de Mayo, Turno Matutino”. En principio se realizó una actividad experimental de reconocimiento de lípidos en hamburguesas y papas fritas, siendo ésta de carácter cualitativo. Luego se realizó una encuesta a la población problema, tratándose de un estudio cuantitativo realizado para recabar datos que tienen que ver con el consumo de los alimentos seleccionados. Finalizado el análisis de resultados se concluye que el 85,0 % de los estudiantes encuestados tiene un nivel de conocimiento medio de los componentes presentes en dichos alimentos, el 66,0 % considera que el consumo de éstos tiene alto riesgo para la salud, consumen en promedio 2,4 veces por semana hamburguesas y papas fritas, y el 83,1 % tiene un IMC “normal” según los parámetros de la OMS. Se comprueba además que los alimentos estudiados presentan lípidos en su composición.

## Mención al Mejor póster: Parábolas y paraboloides de revolución

Estudiantes: Ismael Arana, Mónica Cabrera, Brihan Chappe, Natalia Corbo, Lucía Fernández, Rosina Fontana, Victoria Lapitz, Natalia Martínez, Romina Mondello, Lucas Plada, Gastón Pombo.

3° Bachillerato MD.

Profesores Orientadores: Graciela Briozo, Marta Rivera

Liceo N° 1 de Minas “Eduardo Fabini”

El proyecto relaciona las asignaturas, Matemática (I), Física y Astronomía. El tema investigado es la parábola y paraboloides de revolución, se centrará en sus aplicaciones. La problemática surge en la asignatura Matemática (I), con la docente del curso Graciela Briozo, quien motiva a estudiar la parábola, en especial la propiedad reflexiva de la misma. Al empezar a estudiarla, se plantean distintas interrogantes, como por ejemplo cuáles son algunas de las aplicaciones cotidianas y científicas de este tema. Estas llevaron al equipo a realizar distintos experimentos con el fin de demostrar que las propiedades estudiadas en clase se cumplen. El proyecto es interdisciplinario y tiene como hilo principal el estudio del movimiento de proyectil y la propiedad reflexiva de la parábola. Se construye un horno solar y una fuente como aplicaciones cotidianas del tema.

## Mención a la Originalidad: Solodie M-gafe

Estudiantes: Elvira Retamar y Lorenzo Álvarez.

Profesora Orientadora: María Martínez

Liceo de Paysandú

La idea del proyecto surge a partir del trabajo que se realiza en el campo a la hora de sembrar, con el objetivo de agilizar la mano de obra en las huertas. Se utilizó esta idea como primer punto de este proyecto, además de investigar cómo se planta en un cantero de una huerta, el trabajo que requiere y el tiempo insumido. El proyecto es vinculante del área de Física y Química desde el momento en el que el fertilizante fue elaborado a partir de compuestos orgánicos y su distribución en la tierra se realiza a través de la misma siembra, por lo cual fue necesario pensar cómo sería el dispositivo que lo sembrara. Se diseñó una sembradora que fuera capaz de sembrar y fertilizar al mismo tiempo, y se construyó a partir de materiales reciclados.

## **Mención al Trabajo en equipo: Lucha contra la discriminación por la orientación sexual**

Estudiantes: Azul Cavalheiro; Gabriel Emmenegger; Candela Grassi; Sol Guarino; Agustina Machado.

2º 4.

Profesores Orientadores: Mario Souza y Angelina Cabrera.

Liceo N°5 Arq. Armando I. Barbieri – Salto

El proyecto consiste en una investigación sobre la homofobia en la institución o cualquier tipo de discriminación hacia los homosexuales y/o bisexuales. En las encuestas realizadas se observa que el 92,3 % de los encuestados no se considera homofóbico, sin embargo el 89,3 % manifiesta de que existe algún tipo de discriminación hacia los homosexuales. Esto motivó a realizar una campaña de concientización y lucha contra la discriminación hacia las personas por su orientación sexual.

