

# **PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA**

## **DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN KIT DE BIOLOGÍA MOLECULAR. DIFUSIÓN DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA MEDIA**

**Eisik, Magalí Johanna. L.U.: 1070632**

Lic. en Biotecnología

**Ferragut, Paola Carolina. L.U.: 133254**

Lic. en Biotecnología

Tutor

**Dra. Ferré, Lilian E. UADE**

Cotutor

**Dra. De Arteché, Mónica UADE**



**UADE**

**Marzo 15, 2018**

**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento, en general, a todos los docentes que nos enseñaron, asistieron y apoyaron durante toda la carrera. También queremos expresar nuestro especial agradecimiento a nuestra tutora, Lilian Ferré, que estuvo a nuestra disposición y ayudándonos en todo lo que necesitábamos desde el día de comienzo de este trabajo. Además, queremos realizar un reconocimiento a los docentes que prestaron colaboración: Mg. Daniel Mercado, Mg. Julieta Nafissi, Mg. Alan Lerner, y Dr. Leonardo Martínez Tossar.


También queremos agradecer a nuestra familia y amigos, por el apoyo y contención a lo largo del camino recorrido en UADE.

## RESUMEN EJECUTIVO

Las Ciencias Experimentales, que incluyen las asignaturas como Biología, Química, Física, se encuentran presentes en la actualidad en el contenido brindado por escuelas. Sin embargo, se destaca un gran interés en alumnos tanto de nivel primario como secundario en profundizar y explorar sus investigaciones acerca de diversos contenidos científicos y tecnológicos. Dicho interés, puede corresponder a estímulos relacionados con espacios públicos, gratuitos, extraescolares, videos de internet, tutoriales, que ofrecen a todos los interesados por igual, independientemente de su condición económica y social, la posibilidad de desarrollar, explorar, cuestionar, preguntar y acrecentar sus aptitudes.

La existencia de kits de Biología Molecular, con el apoyo de personal capacitado y que brinde jornadas científicas, permitirá el enriquecimiento de las clases de ciencia en el aula, integrando así conocimientos, incrementar los mismos, desarrollar el pensamiento crítico, favoreciendo que el alumno, realice preguntas y cuestionamientos, explore y pueda implementar una metodología de investigación en distintas situaciones problemáticas. Además, se permite la divulgación de la Ciencia, la cual en algunos casos, es vista como “aburrida”, “difícil”, “para gente inteligente”.

De acuerdo a las necesidades detectadas se crea “enCIENCIate” constituida por personal del áreas de las ciencias y del ámbito de la gestión, cuyo objetivo consiste en el acercamiento de la ciencia a todos aquellos colegios interesados en sumar herramientas didácticas de aprendizaje. El producto principal consiste en un kit, el cual permite realizar experimentos de extracción de DNA de fruta, saliva, denominado “A Descubrir Nuestro...”. El kit tiene la ventaja de ser fácil de implementar, didáctico, y ser seguro al no presentar riesgos para la salud de las personas que lo utiliza, cuyo principal segmento, consiste en alumnos de escuelas de enseñanza media la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En un futuro a corto-mediano plazo, se pretende extender la cobertura a escuelas de Gran Buenos Aires, clubes de fin de semana, cooperativas, entre otros. Cabe destacar, la empresa ofrece por cada compra un servicio de post-venta que consiste en capacitaciones personalizadas tanto a docentes como a alumnos y actividades científicas, según las necesidades de cada escuela.

Se ha demostrado entonces  que nuestro producto “A Descubrir Nuestro...”, es una excelente herramienta que facilita el aprendizaje, la comprensión, el razonamiento y la consolidación de conocimientos en el área de Biología Molecular.

## EXECUTIVE SUMMARY

Experimental Sciences, which include subjects such as Biology, Chemistry, Physics, are present in the content provided by schools. However, there is a great interest in both primary and secondary students in deepening and exploring their research on various scientific and technological contents. This interest may correspond to stimuli related to public spaces, free, extracurricular, internet videos, tutorials, which offer all interested parties, regardless of their economic and social status, the possibility of developing, exploring, questioning, asking and increase their skills.

The existence of Molecular Biology kits, with the support of trained personnel and scientific conferences, will allow the enrichment of science classes in the classroom, thus integrating knowledge, increasing them, developing critical thinking, favoring the student, ask questions and questions, explore and can implement a research methodology in different problem situations. In addition, the disclosure of Science will be allowed, which in some cases, is seen as "boring", "difficult", "for intelligent people".

According to the detected needs, the company "enCIENCIAté" is created, made up of personnel from the areas of science and the field of management, whose objective is to bring science closer to all those schools interested in adding learning didactic tools. The main product consists of a kit, which allows experiments to extract DNA from fruit, saliva and yeast, called "To Discover Our ...". The kit has the advantage of being easy to implement, didactic, and safe by not presenting risks to the health of the people who use it, whose main segment consists of high school students in the Autonomous City of Buenos Aires. In the short-medium term future, it is intended to extend coverage to schools in Greater Buenos Aires, weekend clubs, cooperatives, among others. It should be noted, the company offers for each purchase will come with an after-sales service consisting of personalized training for teachers and students and scientific activities, according to the needs of each school.

It has been demonstrated then that our product "To Discover Our ..." is an excellent tool that facilitates learning, understanding, reasoning and consolidation of knowledge in the area of Molecular Biology.

## Contenido

1-INTRODUCCIÓN .....	8
Marco Teórico .....	9
Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) .....	14
Antecedentes .....	16
Popularización de las Ciencias y la Tecnología (PCT) .....	18
Popularización de la ciencia en Latinoamérica .....	21
Popularización de la Ciencia en Argentina.....	26
Antecedentes de Kits Educativos de Biología Molecular.....	36
2-OBJETIVOS e HIPÓTESIS.....	41
Objetivo general.....	41
Objetivos específicos .....	41
Alcance .....	42
Hipótesis de trabajo .....	42
3-METODOLOGÍA .....	43
A. Encuestas y entrevistas .....	43
B. Desarrollo del Plan de Negocios .....	44
C. Implementación.....	45
4-RESULTADOS.....	47
A. Encuestas .....	47
A.2. Encuestas a docentes .....	52
B. Desarrollo de Plan de Negocios .....	57
B.1.Características de la empresa “ENCIENCIATE” .....	57
B.2. Análisis del Macroentorno .....	61
B.3.Dinámica de la industria vinculada a la confección de kits educativos .....	66
B.4.Análisis .....	68
B.5.Elementos del Modelo de Negocios CANVAS .....	73
B.6. Características generales del producto .....	78
B.6.1 Características técnicas del producto .....	81
B.7. Análisis de las estrategias de Comercialización.....	84
B.8. Proceso de registro de la marca “A Descubrir nuestro... “ .....	87
B.9. Análisis Económico Financiero .....	87


C-IMPLEMENTACIÓN .....	92
5-CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	99
6-BIBLIOGRAFÍA .....	104
7-ANEXOS .....	i
Anexo 1. Encuestas a docentes .....	i
Anexo 2. Encuestas en Escuelas. Encuesta a alumnos antes de empezar la experiencia .....	ii
Anexo 3. Encuestas en Escuelas. Encuesta a alumnos luego de la experiencia .....	iii
Anexo 4. Guía para el docente.....	iv
INTRODUCCION. Breve marco de referencia conceptual.....	vi
ADN, GENES Y CODIGO GENETICO .....	vi
Del ADN a la biotecnología moderna.....	vi
La función del ADN.....	vi
La estructura del ADN .....	vii
Anexo 5. Actividades en el aula .....	ix
ACTIVIDAD 1 .....	ix
¡A resolver un crimen al estilo CSI! .....	ix
ACTIVIDAD 2 .....	x
Anexo 6. Trabajos experimentales para el aula. ....	xiii
TRABAJOS PRACTICOS EXPERIMENTALES.....	xiii
Extracción de ADN vegetal .....	xiv
EXTRACCIÓN de ADN de SALIVA.....	xv
ANEXO 7. Carta de presentación clubes de ciencias.....	xxi
Anexo 8. Modelo de página web .....	xxii
Anexo 9. Encuesta Google Form para el docente.....	xxiii
Anexo 10. Encuesta Google Form a alumnos y graduados de carreras científicas .....	xxv






## 1-INTRODUCCIÓN

El kit de Biología Molecular que se presenta en este trabajo, está concebido para el acercamiento de las escuelas mediante la práctica de la biología ya que se entiende que la biotecnología está inserta en todos los campos educativos, por lo que se podría considerar que es una de las ciencias que más beneficios aportó a la modernización de la humanidad en las últimas décadas. La Biotecnología ha promovido la revolución industrial y actualmente está presente en la vida diaria de una manera determinante sin que muchas veces la gente tome conciencia real de su importancia. Esta revolución cotidiana no está basada ni en el hierro ni el petróleo (en la actualidad se avanza para reemplazarlo por procesos biológicos) sino en la capacidad humana para manejar la información genética e introducirla en células animales o microorganismos (considerados las “verdaderas fábricas”), en plantas o en animales para producir proteínas humanas u otras macromoléculas que se usan como medicamentos además de crear nuevos compuestos químicos, alimentos o combustibles. La biotecnología es también manejo de información y por eso se aproxima a la informática de modo tal que en la actualidad constituyen las dos principales tecnologías de la información. De hecho, la simbiosis entre ambas ha dado origen a una nueva especialidad: la bioinformática, que es la aplicación de la informática en las ciencias de la vida.

En este trabajo, se propone acercar a la comunidad educativa la idea fáctica de que en el mundo contemporáneo la biotecnología está inserta en un sinnúmero de actividades que no deberían ser invisibles para el común de la población. Podríamos inferir que este desconocimiento, en principio, es debido a la creencia que la biotecnología como ciencia se considera joven, sin embargo no lo es, ya que estuvo en la historia del ser humano desde el principio de los tiempos. De hecho la definición de biotecnología aceptada actualmente dice:” ***La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos*** “(Naciones Unidas, 1992). En consecuencia, se podría decir que ya las antiguas civilizaciones hacían uso de la biotecnología por ejemplo en la fermentación de las



uvas para hacer vino, hacer el pan, fabricación de cerveza, etc., por lo que el ser humano siempre hizo uso de la biotecnología sin conocerla en realidad 

La utilidad del kit propuesto en este proyecto no sólo tiene fines educativos sino también sociales para acercar la biotecnología al común de la iedad. En determinados casos, la biotecnología es percibida de manera negativa, ya que suele asociarse a temáticas como alimentos transgénicos y enfermedades al producir cambios genéticos y efectos deletéreos.  En este sentido, también educar en ciencias propone un  enfoque multicausal, incorporándose en su análisis perspectivas sociales, económicas, jurídicas, éticas y de salud pública desmitificando conceptos erróneos. A su vez, la presente propuesta constituirá un recurso didáctico de gran atractivo para guiar a los alumnos en las materias experimentales, promoviendo la propia involucra ción del alumno en el tema en lugar de la narración teórica de los ensayos moleculares. Finalmente, este “*kit de Biología Molecular*” se presenta como un producto concreto dirigido a un público defi nido con el objeto de ser un elemento que ayude en el marco de la enseñanza- aprendizaje constructivista de las ciencias.

### Marco Teórico

Dada la creciente importancia que se le está otorgando a la ciencia en la actualidad, así como a la educación y a la alfabetización científica, es importante detenerse a re-pensar no sólo “*el qué*” enseñar en la ciencia sino también “*el cómo*” y “*cuáles*” procesos resultaran más beneficiosos para el aprendizaje significativo de esos contenidos. Por lo tanto, es de interés reforzar los contenidos teóricos con ejercicios concretos de las ciencias en el aula independiente del nivel educativo, inicial, básico y media o así como las carreras de formación de docentes.

Ambos campos –el de educar y el de aprender– han experimentado diversas transformaciones en las últimas décadas, en lo que se refiere a los contenidos y a los métodos implementados o sugeridos, pero lo cierto es que el desafío es mayúsculo. Existe un amplio abanico de evidencias que refuerzan la crisis en el sector, desde magro desempeño en las evaluaciones internacionales, discrepancias entre la educación en ciencias en el nivel secundario y el universitario, falta de vocaciones científicas en los estudiantes –hecho

particularmente grave en regiones de economías emergentes que necesitan expertos en ciencia y tecnología en grados crecientes— hasta una deficiente alfabetización científica de la población, lo cual en el mundo contemporáneo (en el que se requiere cada vez más la toma de decisiones relacionadas con la ciencia y sus consecuencias) es muy importante (Golombek, 2008).

Frente a estos desafíos que nos presenta la actualidad educativa en nuestro país, el aporte desde este trabajo es contribuir con una “estrategia” a la enseñanza empírica de la ciencia. En nuestro país la enseñanza de las ciencias en universidades, así como la investigación básica y la aplicación son eventualmente excelentes y merecen una interacción más profunda con el resto del sistema educativo (Golombek, 2008).

El enfoque de este trabajo está basado en la creencia de que una manera efectiva de aprender ciencia es haciendo ciencia, y que la investigación científica y la enseñanza de la ciencia en las aulas no difieran tanto sustancialmente, es decir, lo que un científico “puede” aportar una perspectiva al docente, y a su vez la enseñanza en las aulas no se aleje tanto en proporción a lo que se realiza en los laboratorios. Así mismo, se puede observar que el científico es visto como un ente alejado de la didáctica de la enseñanza y que no puede dar una visión libre de tecnicismos y sobreentendidos y de transmitir de una forma “llana” sus conocimientos.


Si se parte de la base que la ciencia se aprende haciendo ciencia, la enseñanza en las aulas puede y debe convertirse en un ámbito activo de generación de conocimientos. Una de las objeciones a esta mirada metodológica es como enseñar ciencia en el aula adoleciendo de toda herramienta instrumental. También es cierto que, para algunos objetivos puntuales, cierta tecnología está fuera del alcance de los ámbitos educativos. Pero no se debería llegar sólo a esta pobre conclusión y quedarnos con esta visión tan poco próspera, sino que el desafío es lograr la adecuación pertinente según los niveles de conocimientos.


Hacer ciencia en el aula va mucho más allá de poseer instrumental de laboratorio de última generación en los centros educativos. Hacer ciencia es lograr una actitud inquisitiva o curiosa en el alumno para que él mismo, comprenda que sus preguntas acerca del mundo que lo rodea son el inicio y no el final de un viaje. Hacer ciencia es acompañar y no limitar el

surgimiento de preguntas. Hacer ciencia es discutir, corroborar y refutar afirmaciones que parecen erradas para llegar a una verdad objetiva. Hacer ciencia es estimular a los alumnos para que se maravillen frente a un fenómeno natural y quieran comprenderlo. Hacer ciencia es iniciar cada día un proceso creativo con bases sólidas científicas.

Si bien la enseñanza de las ciencias exige de cierta metodología y los experimentos no pueden faltar en la enseñanza de la ciencia, es obvio que hay temas que no son abordables desde una práctica de laboratorio específica. Por tal motivo, es de suma importancia enseñar a pensar científicamente. Y es aquí donde entran en escena aspectos prácticos de la didáctica científica, dónde la realización de los experimentos es importante pero también lo es la formulación de preguntas, un modelo de construcción experimental y la interpretación de los datos obtenidos.

Podemos inferir, por estudios previos, que muchos docentes ante una clase de ciencia aplicada se quedan quizás en un vacío de no encontrar la orientación adecuada por lo que muchos alumnos sienten que las clases de ciencias son algo que tienen que “sufrir” en algún momento de sus vidas educativas y son difíciles de entender. Pareciera que todos los actores de esta “obra educativa” (alumnos, docentes, hacedores de políticas educativas, formadores de docentes e investigadores) saben lo qué tienen que hacer, pero a su vez no se sabe de forma clara cómo bajar de una manera sencilla el enseñar y aprender a comprender la naturaleza que nos rodea de una forma cotidiana.


En otras palabras, en ciencia como en otras cuestiones, pareciera que se le da a los jóvenes la respuesta a preguntas que ellos no formulan sin tener en cuenta el proceso de construcción de indagación y curiosidad de los alumnos para poder hacer preguntas secundarias o re preguntas considerando siempre el tiempo propio de procesamiento e internalización de información. 

Los motivos para mejorar la enseñanza de las ciencias, según se entie, es la inserción en este mundo cambiante donde los conocimientos científicos –tecnológicos son muy valorados, promover las vocaciones científicas y nutrir y hasta, si se quiere, aumentar la curiosidad científica de los alumnos. Sin embargo, no se trata de formar alumnos más inteligentes por tener una natural orientación hacia las ciencias, sino de formar personas con

criterio, con capacidad de decidir por ellos mismos, arribando a la mejor solución de un problema que se les presente en la vida diaria. No se necesita una mera repetición formulística y una lluvia de datos que a corto o largo plazo tienden a olvidarse, sino a ayudar en el proceso de plantearse las respuestas más prácticas a preguntas como: ¿Dónde busco?, ¿Cómo busco?, ¿Hacia dónde me dirijo con esto?, ¿Qué planteo me estoy haciendo?, ¿Qué planteo experimental debería hacer para ver tal o cual cosa en base a la plataforma teórica que tengo?, entre otras.

La mejora educativa de la enseñanza de las ciencias debe enfocarse en promover en el alumno no tanto el qué sabe, sino cómo llega a saberlo, es tratar de incentivar que también se aprende a partir de las preguntas formuladas y que para arribar a buenas conclusiones hay que ubicarse en el punto de partida indicado. De esta forma, se logra un proceso de aprendizaje intenso basado en el “descubrimiento” de una manera amena y lúdica logrando captar la plena atención y capacidad de asombro de los jóvenes estudiantes. Hablando en un lenguaje llano, directo y popular: “no es creer o reventar”, es “demostrar, inquietar, formular, hacer que se despierte el espíritu curioso”.

Existe otro aspecto fundamental en la enseñanza de las ciencias, que no es solo el producto de la investigación, sino el pensamiento científico en sí mismo, ése que se convierte en aventura, dónde el alumno se pueda preguntar: ¿Esto es así realmente, o puede ser o hacerse de otra forma?, esa pregunta enigmática de: ¿Está todo dicho o hecho en este tema? o ¿Puedo tener ideas y descubrir nuevas cosas? Tal cual argumentó uno de los más famosos científicos de todos los tiempos que fue Albert Einstein, el intelecto tiene poco que ver con el camino del descubrimiento, sino que se produce un salto en la intuición y la solución llega sin conocerse cómo o por qué (Isaacson, 2010).

Por todo lo expuesto anteriormente, parece importante crear y disponer nuevas tareas formativas dirigidas a abordar el tema de estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza científica. También es importante recalcar al empirismo  como la mejor estrategia para abordar la enseñanza de las ciencias, sin embargo, es muy importante la manera como se llega a la fase experimental en la clase, en general se abusa de descripciones antes de la experiencia y se habla en términos y utilización de vocabulario que antes de comprender los fenómenos carecen de sentido. Nombrar un fenómeno, no quiere decir que se entienda. Es muy diferente

a comenzar una secuencia didáctica presentando un fenómeno, sencillo o complejo, realizando experiencias de éste fenómeno en particular, y una vez que se ha observado, los estudiantes podrán hacerse una idea concreta de dicho fenómeno, y éste es el momento óptimo de introducir conceptos terminológicos y definiciones que ahora tendrán un propósito concreto: nombrar lo que ya conocemos. El uso de esta secuencia puede ayudar a los estudiantes a nombrar los fenómenos naturales con su terminología técnica, esto ayuda a los alumnos a pensar primero en la experiencia y obtener los términos técnicos en el momento adecuado.

## Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

Dentro del ambiente educativo, el conocido “Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)” se basa en la promoción de políticas públicas que favorecen la formación de ciudadanos capaces de actuar de manera crítica y responsable sobre la base de conocimientos de ciencia y tecnología. Estos saberes enseñados/aprendidos durante los distintos niveles educativos, aportan a la población herramientas concretas para un mejor desenvolvimiento en la sociedad. Esto significa que se promueve el acercamiento de las personas a una mejor comprensión de las ciencias para poder evaluar opciones al momento de toma de decisión es que conciernen a asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología.

Para hacer más claro este punto se puede explicar en palabras resumidas cuál es el propósito de este enfoque CTS, por un lado, se pretende mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos y por otro lado, que es necesaria la alfabetización de las mismas para propiciar el aprendizaje social. En realidad, la perspectiva CTS es considerada una filosofía bajo la cual entender la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en contextos no tan formales. Esto significa que se refuerza la integración y relación de temáticas científicas abstractas a situaciones concretas de la vida diaria y a la realidad de cada alumno, bajo el contexto tecno científico y social.

Este enfoque se basa en la necesidad de acercar los modelos y principios científicos a aspectos más concretos para los estudiantes además de mostrar que la ciencia no es neutral, sino que es objetiva y se construye en un momento histórico y social, y que sus postulaciones son continuamente revisadas según el contexto. Sumada a esta pluralidad, la implementación de este enfoque ha llevado a mucha heterogeneidad y particularidades por lo que la enseñanza CTS puede resultar de difícil de implementación en el aula.

Según Meinardi (2010), estos son algunos aportes de la enseñanza CTS:

- La inclusión de la dimensión social en la enseñanza de las ciencias.
- El impacto de los contenidos de esta enseñanza en la vida personal y social para resolver algunos problemas cotidianos.
- Acceso a información relacionada a la ciencia y la tecnología.
- El rol humanístico y cultural de la ciencia y la tecnología.
- El papel de la ética en ciencia y tecnología, entre ellos la bioética.

- Aumento del pensamiento crítico.

Si bien en este trabajo se hace más enfoque en la perspectiva CTS de la enseñanza de la ciencia, en la Tabla I se muestran otras estrategias empleadas actualmente y que pueden resultar de interés para la adecuación de determinados contenidos según ciertos niveles de enseñanza, así como para combinarlas en pos de un aprendizaje más relevante. (Jimenez-Tenorio,2016). En este punto convendría aclarar que las denominaciones para algunas estrategias han podido variar, de hecho puede existir una tendencia a nombrar el enfoque CTS como CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) ya que el objetivo de esto es poner en contexto los problemas ambientales dentro de las temáticas abordadas. Por otro lado, cabe señalar que las estrategias expuestas aquí, no son incompatibles entre sí, ni son las únicas. De hecho, en muchos materiales didácticos y en la literatura encontramos planteamientos mixtos e integradores.

<b>Estrategias</b>	<b>Breve caracterización</b>
Enseñanza por descubrimiento	Enfoque de aprendizaje empírico, pierden relevancia los conceptos, mientras ganan las tareas relacionadas con la investigación científica. Este enfoque tuvo gran auge en las escuelas anglosajonas de la década del 70.
Enseñanza mediante cambio conceptual	En esta enseñanza se comprende el aprendizaje científico como un proceso de cambio de las concepciones que traen inicialmente los alumnos, y se proyecta una aparición de nuevas ideas con un mayor grado de éxito y beneficio con respecto a las condiciones iniciales.
Enseñanza por investigación en torno a problemas	Se plantea como eje las distintas fases del trabajo científico: necesidad de un problema, conocimiento teórico previo, hipótesis y los procesos de diseño de investigación, etc.

<p>Enfoque de contextualización CTS</p>	<p>Movimiento orientado a la vida diaria, a la implicancia socio ambiental y a la formación ciudadana. Aunque hay varios planteamientos de este enfoque, en muchos casos los proyectos son analizados por los alumnos conceptualizándolos de una forma más abierta y con cierta utilidad más allá del ámbito académico.</p>
---	---

**Tabla I.** Caracterización de las estrategias en la enseñanza de las ciencias

### Antecedentes

Hasta hace unos 30 años (y aún en la actualidad) la educación científica en la escuela media era considerada una etapa preparatoria para la formación universitaria, este punto de vista de que la educación en ciencias en la escuela media debe orientarse a una selección de conceptos que servirá de base para los estudios superiores sigue muy arraigada, a veces uno de los mayores obstáculos se observa en los mismos docentes que tienen muy enraizada esta idea.

También hay que tener presente que esta educación está dirigida a muy pocos estudiantes que no superan el 2% de jóvenes que cursan la escuela media. La gran mayoría de los alumnos no eligen una carrera científica cuando llegan a la universidad, entonces pareciera que no vale la pena basar un currículo de ciencias para una población tan pequeña de estudiantes.

Datos estadísticos muestran que en varios países europeos los estudiantes de ciencias están disminuyendo. En Alemania los estudiantes de física se redujeron a un tercio entre 1990 y 1995 y en Francia cae permanentemente la cantidad de inscriptos en carreras científicas (Meinardi, 2010).

Según Meinardi (2010), en los últimos años, la enseñanza de las ciencias se asocia a lemas como:

- Alfabetización científica y tecnológica.
- Comprensión pública de la ciencia.



- Ciencia para todas las personas.
- Cultura científica y tecnológica.
- Educación CTS (Ciencia, tecnología y sociedad).

Estas expresiones aparecen resaltadas además en informes sobre política educativa de muchos organismos tales como UNESCO (1990,1994), Consejo Internacional para la Ciencia (UNESCO-ICSU, 1999), Bureau Internacional de Educación (Poisson 2000), Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI, 2001).

En base a estas consideraciones, resulta interesante el cuestionamiento de si la alfabetización científica es la misma para todos los estudiantes. Según varios autores no hay un acuerdo de lo que significa “ciencia para todos”. ¿Debe haber una ciencia igual o distinta para todos? La idea de la ciencia para todas las personas significa una enseñanza de las ciencias que no excluya a nadie, se refiere a cómo hacer más accesible, interesante para todos los escolares y, principalmente, significativa para cada alumno. Sin embargo, en la práctica pueden darse procesos y resultados marcadamente diferentes. De esta manera, la discrepancia resulta en la elección de una currícula común para todos o diferentes contenidos para diferentes alumnos. La opción a seleccionar deber ser estudiada para no caer en una currícula “pobre” para algunos, “rica o excesiva” para otros.

Algunos especialistas sostienen ciencia para todos no significa particularmente idénticos contenidos, experiencias, ni aprendizajes iguales, ni tener las mismas expectativas de conocimiento y capacidades para todos. Por lo tanto, una currícula común hace referencia a finalidades educativas tales como experiencias significativas y actividades para que a todos los estudiantes puedan obtener un grado de educación científica, según un sus propios intereses personales, diversidad cultural o lugar de residencia (urbano o rural, por ejemplo).

A raíz de este planteo pueden evidenciarse entonces diferencias importantes en los distintos niveles educativos. El problema del fracaso y la exclusión educativa se expresa de varias formas. ¿Quiénes son los niños y jóvenes excluidos por la escuela? Los repetidores, los migrantes, los jóvenes que ya han pasado la edad de escolarización, las jóvenes embarazadas, los jóvenes de comunidades indígenas, los niños judicializados, los “malos alumnos”, los

“difíciles”, es decir, un gran porcentaje de niños y jóvenes escolarizados. De esta forma la escolarización resulta tan desigual como son de desigual las condiciones de las personas. Estas diferencias han sido bien estudiadas en América Latina (Meinardi, 2010) determinándose diferencias en el acceso a la educación; discriminación pedagógica en virtud de criterio de género; desigualdad regional, raciales o étnicas; desigualdad en la calidad educativa; injusticia curricular, entre otros.

La desigualdad de oportunidades en la educación es un factor en el acrecentamiento de la pobreza, el hambre y la mortalidad infantil en el mundo. Según datos de la UNESCO (2008) el fracaso de los gobiernos en la lucha contra las desigualdades educativas condena a millones de niños a vivir en la pobreza en el futuro. Según un informe de UNICEF (2017) sobre los jóvenes en Argentina de entre 10 y 18 años, se muestra que más de la mitad de ellos no termina el secundario, y uno de cada seis trabaja, se trata de un rango etario que cubre 5 millones y medio de jóvenes, de ellos medio millón está fuera de la escuela y solo el 45% logra terminar el secundario. El informe remarca que dichos resultados están relacionados con la inserción temprana en la vida laboral, mayormente en varones, y embarazos tempranos en mujeres.

Sumado a estas cuestiones, las dificultades del acceso a la escolarización se suman que a veces la escuela puede transformarse en expulsiva, sin capacidad de retención de los jóvenes, especialmente de los sectores más desfavorecidos, en este contexto los docentes no cuentan con las herramientas adecuadas para la educación en estos ambientes. En este contexto social, este trabajo apunta a la popularización en las ciencias, tratando de llegar a todos los sectores de nuestra sociedad. A continuación, se realizará una reseña sobre los programas de Popularización de las Ciencias más relevantes a nivel global, regional y local.

### **Popularización de las Ciencias y la Tecnología (PCT)**

La popularización de la ciencia y la tecnología (PCT) se desarrolla en diversos países a nivel Global con excelentes resultados mediante múltiples programas y actividades según la población que se trate.

Particularmente, Nueva Zelanda constituye un ejemplo a considerar por los objetivos precisos de invertir en Ciencia e Innovación como base del bienestar económico, ambiental, social y cultural de ese país. El primer paso político para su concreción fue el cambio del Ministerio de Investigación, Ciencia y Tecnología a Ministerio de Negocios, Innovación y Empleo. Como su nombre lo indica, esta nueva cartera política engloba e integra las tres áreas de Negocios, Innovación y Empleo. A cargo de este ministerio lleva a cabo el “Plan Mentes Curiosas” para la popularización de las ciencias. Esta iniciativa del Gobierno de Nueva Zelanda es respaldada por un plan estratégico nacional para "La ciencia en la Sociedad" llamado *Una nación de mentes curiosas: He WhenuaHihiri i te Mahara* (en idioma original). El objetivo principal de este plan es “alentar y apoyar a todos los neozelandeses para que se involucren con la ciencia y la tecnología “trabajando con comunidades, empresas y educadores. El plan detalla cómo las acciones serán monitoreadas y evaluadas a lo largo de su iniciación y su continuación. También identifica qué resultados se deberíaesperar ver durante los diez años siguientes, esperándose más estudiantes competentes en ciencia y tecnología y mayor número eligiendo carreras académicas relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemática; un público comprometido más científica y tecnológicamente y un sector científico más comprometido públicamente y por último, una fuerza de trabajo más calificada y una ciencia y tecnología más receptiva.

La mejora de la enseñanza y el aprendizaje es llevada a cabo a través de la creación de una Plataforma Participativa de Ciencia (PPC) para el apoyo de proyectos de colaboración que reúnen a comunidades y científicos o tecnólogos en que investigan una pregunta o problema de importancia local. La ciencia participativa es un método para llevar a cabo investigaciones científicas donde los voluntarios pueden participar significativamente en el desarrollo y la progresión de proyectos de investigación relevantes a nivel local con profesionales de la ciencia y la tecnología. Va más allá de la idea de que los científicos utilicen sus datos en masa, y crea una verdadera asociación entre los científicos o tecnólogos y la comunidad en general. La PPC se basa en la popularidad de la ciencia ciudadana, a través de un enfoque altamente colaborativo por medio del financiamiento de proyectos de investigación con valor científico o tecnológico, rigor pedagógico (enseñanza y aprendizaje de calidad) y que resuenan con la comunidad. Dichos proyectos involucran a estudiantes, escuelas, empresas, organizaciones maoríes y organizaciones comunitarias con profesionales de la ciencia y la

tecnología. A través de estos proyectos los científicos pueden involucrarse en líneas de investigación relevantes a nivel local, donde se pueden crear productos científicos o tecnológicos de alta calidad mediante el aprovechamiento del conocimiento local y la contribución de los ciudadanos. Además, ofrecen oportunidades inspiradoras y relevantes de aprendizaje y desarrollo para profesores y estudiantes de ciencia y tecnología e involucran a los alumnos y participantes más allá de la comunidad escolar para llegar a los padres y comunidades más amplias.

Por otro lado, el involucramiento de las comunidades con la ciencia y tecnología se lleva a cabo esto mediante el plan “Desbloqueo de Mentes Curiosas” cuya base consiste en respaldar proyectos que utilizan enfoques innovadores para proporcionar a más neozelandeses más oportunidades de aprender e interactuar con la ciencia y la tecnología. De este modo, las personas que ya tienen alguna experiencia previa relacionada con la ciencia y la tecnología suelen ser más fáciles de insertarse que las personas que no lo han hecho. Por lo tanto, el desafío es llegar e inspirar a una base más amplia de neozelandeses a través de iniciativas que atienden a grupos que tienen menos oportunidades de aprender y hacer ciencia y tecnología. El desbloqueo de Mentes Curiosas tiene como objetivo fomentar proyectos innovadores y de calidad que mejoren o amplíen la conexión y el compromiso de estos neozelandeses 'más difíciles de alcanzar', en particular las personas de 18 años o menos, mediante: el apoyo a iniciativas de educación y extensión comunitaria que se enfocan en ciencia y tecnología; la ampliación de la capacidad de los participantes para comprometerse con la ciencia y la tecnología; la promoción de la relevancia de la ciencia y la tecnología en sus vidas y alentando la participación en el debate social sobre cuestiones de ciencia y tecnología que enfrenta el país.

Por último, la conexión entre investigación y sociedad es contemplada en el plan Science Media Center (SMC). El mismo consiste en un recurso independiente y sin fines de lucro para los medios que promueve la ciencia basada en la evidencia y la investigación actualizada para informar el debate público sobre los principales temas del día. El SMC trabaja proactivamente con los periodistas para ayudarlos a cubrir la ciencia, así como a identificar los ángulos de la ciencia en las noticias cotidianas. También trabajan con la comunidad científica para ayudarlos a interactuar más eficazmente con los medios y garantizar que sus voces se

escuchen en asuntos de importancia nacional. Desde su apertura en 2008, SMC ha añadido comentarios basados en evidencias a más de 12,000 informes noticiosos e informado más de 250 temas principales como desastres naturales, seguridad alimentaria y del agua, cambio climático e investigación con células madre. Además, se promueve la difusión de las ciencias a través de comunicaciones científicas y tecnológicas y el desarrollo de habilidades de comunicación entre los investigadores, para hacer que su investigación sea accesible para el público más allá de su comunidad de pares.

En conclusión, el plan integral, pone en marcha la conexión de la ciencia con la sociedad a través de entornos de aprendizaje no tradicionales, tales como actividades en museos, zoológicos y centros de ciencia, que cumplen un importante papel en el fomento de las competencias e innovaciones. El objetivo final entonces es llegar a millones de neozelandeses todos los años facilitando la participación y el aprendizaje permanente por medio de espacios y/o foros comunitarios.

### **Popularización de la ciencia en Latinoamérica**

La popularización de la ciencia y la tecnología (PCT) en Latinoamérica se ha ido posicionando como estrategia alternativa para el acceso al conocimiento científico y el mejoramiento de la educación (Avellaneda, 2011). Esto ha sido apoyado desde la política científica en varios países latinoamericanos a través del impulso de programas y proyectos relacionados con la PCT. Sin embargo, las investigaciones sobre las implicaciones de esta política sobre la educación son escasas y recientes en la región.

La popularización de la ciencia y la tecnología (PCT) es reconocida socialmente como una práctica que atrae y divierte a los niños y jóvenes, pues supuestamente se vale de dinámicas que permiten una interacción más cercana con los conocimientos científicos, razón por la cual se conseguiría un aprendizaje más activo. En estas circunstancias, de que la PCT se ensamble con la educación a través del nacimiento de programas y proyectos que se conciben como educativos en la medida en que contribuyen a la creación de una cultura científica actuando directamente sobre grupos escolares. Es posible mencionar ejemplos de Programas de PCT en

diferentes países de la región tales como "Explora" en Chile, financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y "Ondas" en Colombia, financiado por Colciencias.

Según Avellaneda (2011) existen tres aspectos fundamentales para la articulación de la PST en Latinoamérica: el primero, el aumento de instituciones orientadas a estas prácticas, privilegiando a los museos de ciencia. Su número sobrepasa las cien instituciones en América Latina a inicios del siglo XXI (Betancourt, 2002). El segundo es la articulación de un conjunto de iniciativas que trabajaban en esta área, como consecuencia de la creación de una red de popularización de la ciencia y la tecnología para América Latina y el Caribe conocida como la Red-POP, la cual nació en 1990 con el apoyo de la Unesco (Red-POP, 2005). Tercero, la emergencia de políticas públicas específicas en este campo que han sido discutidas en toda la región, orientadas a regular y apoyar el aumento del número de iniciativas. En este sentido, por ejemplo, en Colombia fue lanzada en 2005 la política de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación (Colciencias, 2005), que se menciona más arriba, en tanto que en ese mismo año en Brasil era presentado un esquema de política de popularización de la ciencia en el marco de la III Conferencia Nacional CT&I (Navas, 2008) y el Convenio Andrés Bello lanzó, en 2008, una política también de apropiación con el objetivo de dar lineamientos y fortalecer los programas nacionales y regionales (Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello -SECAB-, 2008). También en México con la Ley de ciencia y tecnología refiriéndose a la divulgación, y en la política nacional de ciencia, tecnología e innovación en Colombia en cuanto a la apropiación (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2009), entre otros ejemplos, se puede ver que está relacionada la promoción y el estímulo a través de las políticas de estado en cuanto a ciencia en los países de la región.

En relación con la institucionalización y posicionamiento de la PCT en América Latina, este proceso está articulado con el surgimiento de las instituciones que orientan la política científica como los consejos nacionales, los ministerios de Ciencia y Tecnología (MCT) y las organizaciones de científicos (Sociedad Brasileira para el Progreso de la Ciencia (SBPC), la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), entre otras (Avellaneda, 2011). De esta manera es necesario comprender el contexto en el que surgen estas organizaciones, así como los elementos que llevarían a la institucionalización de la PCT.

En primer lugar, casi toda la política científica en el mundo se basó en el informe que presentó en 1945 Vannevar Bush al presidente Truman de Estados Unidos titulado *Ciencia: la frontera sin fin*, en donde se argumenta la necesidad de invertir en ciencia y tecnología para la obtención de bienestar social, eso acompañado de la autonomía de la investigación. Este informe será la base del modelo lineal que servirá como punto de partida para la formulación de la política científica y tecnológica en la mayoría de países del llamado mundo occidental. La década de 1960 es declarada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como "el primer decenio de las naciones unidas para el desarrollo" (ONU, 1961). Por otro lado, son creadas instituciones tales como la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID) que sumada, entre otras, a las organizaciones de Estados Americanos (OEA) y de las Naciones Unidas para Educación la Ciencia y la Cultura (Unesco), ofrecen apoyo financiero y conceptual para temas de educación, ciencia y tecnología en los países subdesarrollados. Esta situación moviliza en América Latina una serie de debates que buscaban motivar la creación de los consejos nacionales. Es en esta época que se empieza a pensar en América Latina que el posicionamiento científico y tecnológico era parte de del desarrollo que, en este caso, se materializaba en la transferencia de tecnología pensada desde los organismos internacionales y respaldada en muchos casos por académicos latinoamericanos quienes consideraron que la transferencia de conocimiento entre Norte y Sur no dependía únicamente de aspectos técnicos, sino también de componentes culturales y sociales (Avellaneda, 2011).

Por lo tanto, las décadas de los sesenta y los setenta en América Latina está marcadas por el surgimiento de los consejos nacionales y caracterizadas por una divulgación orientada a ganar el apoyo de la población para la ciencia y el desarrollo , razón por la cual su orientación principal se relacionó con la promoción de la ciencia y la tecnología nacional, al tiempo que se creía que la sociedad tendría que incorporar los conocimientos científicos para superar el subdesarrollo y los problemas sociales.

Luego, en la década de los ochenta se enfatizó en la democratización del conocimiento y el interés en que la ciencia y la tecnología lleguen a todos los ciudadanos, buscando el objetivo de que estos nuevos valores se conviertan en parte de la cultura de los diferentes países. Algunos ejemplos son el programa de televisión "Difusión y formación científico-



tecnológica" emitido en Colombia, que se convirtió en la ventana para dar a conocer las actividades apoyadas por Colciencias (Daza y Arboleda, 2007). En Brasil están los programas "Nossaciência" que tuvo diez emisiones y "Globo Ciência" emitido desde 1984 (Moreira y Massarani, 2002). En México está la colección "La Ciencia desde México" —hoy "La Ciencia para todos"— del Fondo de Cultura Económica. En Venezuela la revista científica juvenil *Reto* (Avellaneda, 2011).

El último momento en esta línea de tiempo planteada para el desarrollo de los planes de PCT corresponde a las décadas de 1990 y 2000, marcadas por el inicio del nacimiento de la Red-POP. Este periodo es caracterizado por el posicionamiento social y la institucionalización de la ciencia y la tecnología, con la aparición de políticas específicas, así como por la promoción de nuevas relaciones entre ciencia-tecnología-sociedad. En 2003 se publicó una encuesta sobre la percepción pública de la ciencia en Argentina, Brasil, España y Uruguay, la cual reveló un resultado interesante en los tres países latinoamericanos, pues en paralelo a que más de 90% de los encuestados considera importante la participación en temas de ciencia y tecnología, menos de 7.5% ha tenido experiencia de participación efectiva en ciencia (Avellaneda, 2011). Entonces la pregunta sigue siendo: ¿cuál es el papel de la PCT en los países de Latinoamérica?

Tratando de contestar esta pregunta, es necesario explorar los tres actores centrales en la PCT: comunidad científica, mediadores y Estado. Es evidente que existen elementos claves que marcan las dinámicas de la PCT hasta este momento. Así, en el caso de los expertos (comunidad científica) han tenido un papel importante en la institucionalización de la PCT, tanto por el desarrollo de programas e impulso de instituciones dedicadas a estos temas, como por la gestión financiera y política para lograr su inserción dentro de la política científica de los diferentes países de la región. En cuanto a los mediadores es un grupo relativamente reciente, que se posiciona en la segunda etapa de la PCT con la diversificación de estrategias, poco a poco se identifica la necesidad de profesionalizar su labor, incluso, se crean organizaciones como la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOME-DICYT) creada en 1986. Esto ha significado en la práctica la participación de estos mediadores especialmente en museos. Cerrando este triángulo estaría el Estado, que actúa desde los ministerios y los consejos nacionales de ciencia y tecnología con un papel



normativo a través de las políticas que orientan, regulan y apoyan las iniciativas de PCT. Pero, sumado a lo anterior está su actuación implícita por medio del desarrollo de exhibiciones e, incluso, la construcción de museos para socializar y comunicar actividades desarrolladas por entidades gubernamentales, como es el caso de la "Exhibición monetaria interactiva" del Banco de la República de Colombia en Bogotá o la exhibición "Viaje a la Antártida" en el museo Espacio Ciencia patrocinada por el Instituto Antártico Uruguayo dependiente del Ministerio de Defensa de ese país. Otro organismo como el CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación tecnológica) que es la organización rectora integrada por la Academia, los Institutos de Investigación del Estado, las organizaciones empresariales, las comunidades y la sociedad civil de Perú, ha lanzado en agosto de 2016 un programa de Popularización de la ciencia, Tecnología e Innovación, con el objetivo de promover el desarrollo de la cultura científica en la sociedad peruana.

Específicamente, el Programa de Popularización de la Ciencia, Tecnología e Innovación de Perú tiene como meta impulsar el desarrollo económico y social a través de la construcción de una sociedad del conocimiento. Para ello se busca promover el acercamiento entre el cuerpo de investigadores, científicos y la sociedad peruana, y generar y articular espacios físicos y virtuales para la popularización de la ciencia y tecnología. El programa cuenta con 8 proyectos que serán ejecutados en un horizonte de cinco años, desde el año 2017 hasta el 2021. Estos cuentan con diferentes públicos objetivos, como docentes, estudiantes, científicos, periodistas, entre otros, pero todos buscan beneficiar a la ciudadanía en general, incrementando el acceso a la ciencia y la tecnología (CONCYTEC, 2016). Entre los proyectos centrales del programa están los tendientes a reforzar las actividades a través del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología; Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología Eureka; Actualización Docente en Ciencia y Tecnología Ambiental; Clubes de Ciencia y Tecnología; Semana Nacional de la Ciencia; Investigación y sociedad; Comunidad de Divulgadores Científicos; Comunicación y Ciencia.

En resumen, es evidente que las relaciones entre política científica y popularización se han construido a través de las últimas décadas en Latinoamérica, pues es posible identificar cambios desde el cual se habla de promocionar la ciencia y la tecnología nacionales, buscando ganar apoyo público y social para el desarrollo de estos conocimientos —

circunstancia característica del primer periodo descrito—, pasando luego por la intención de democratizar los conocimientos científicos y tecnológicos con el interés que lleguen a todos los ciudadanos y, finalmente, llegando a la promoción de nuevas relaciones entre ciencia-tecnología-sociedad intentando resignificar la participación de la ciudadanía (Avellaneda, 2011).

### **Popularización de la Ciencia en Argentina**

En el año 1999, mediante el Decreto 20/99 del Poder Ejecutivo Nacional (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica 1999), referente a la Administración Pública Nacional, en su inciso V se crea la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, la que tiene por misión: formular políticas, planes, programas, medidas e instrumentos para el establecimiento, puesta en marcha y funcionamiento de un Sistema Tecnológico y Científico Nacional que articule todos los organismos y recursos del sector en función de los objetivos y políticas nacionales de desarrollo, teniendo como meta básica elevar la capacidad nacional de generar tecnología e incorporarla a los bienes y servicios que se producen y exportan; Supervisar el accionar de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN); El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Para integrar los esfuerzos del Estado argentino para desarrollar la ciencia y tecnología, se sanciona la Ley 25.467 de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica 1999) cuyo objeto es el de establecer un marco general que structure, impulse y promueva las actividades de ciencia, tecnología e innovación, a fin de contribuir a incrementar el patrimonio cultural, educativo, social y económico de la Nación, propendiendo al bien común, al fortalecimiento de la identidad nacional, a la generación de trabajos y a la sustentabilidad del medio ambiente. En dicha ley se establece los siguientes objetivos de la política científica y tecnológica nacional:

- Impulsar, fomentar y consolidar la generación y aprovechamiento social de los conocimientos;

- **Difundir, transferir, articular y diseminar dichos conocimientos; Contribuir al bienestar social, mejorando la calidad de la educación,** la salud, la vivienda, las comunicaciones y los transportes;
- Estimular y garantizar la investigación básica, aplicada, el desarrollo tecnológico y la formación de investigadores/as y tecnólogos/as;
- Desarrollar y fortalecer la capacidad tecnológica y competitiva del sistema productivo de bienes y servicios y, en particular, de las pequeñas y medianas empresas;
- Potenciar y orientar la investigación científica y tecnológica, estableciendo planes y programas prioritarios;
- Promover mecanismos de coordinación entre los organismos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación;
- Garantizar la igualdad en oportunidades para personas, organismos y regiones de la Nación;
- Impulsar acciones de cooperación científica y tecnológica a nivel internacional, con especial énfasis en la región Mercosur;
- Promover el desarrollo armónico de las distintas disciplinas y de las regiones que integran el país, teniendo en cuenta la realidad geográfica en la que ésta se desenvuelve.

Finalmente, para conseguir una mayor articulación de la ciencia y tecnología en Argentina, a fines del 2007, mediante la Ley 26.338, Ley de Ministerios (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica 2007), se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Según esta Ley, para cumplir con su misión el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica de Argentina cuenta con la Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica; el Gabinete Científico-Tecnológico (GACTEC), el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECYT), el organismo desconcentrado Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y el organismo descentralizado Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

En lo que respecta específicamente a los programas de popularización de la ciencia en Argentina, existen numerosos planes, siendo los más destacados aquellos dependientes del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MINCyT). Dentro del MINCyT, dependiente de la Unidad Ministro, se encuentra el “Programa Nacional de Popularización de la Ciencia”, cuyo objetivo consiste en profundizar el acercamiento de la ciencia y la innovación a la sociedad con el propósito de contribuir a la apropiación social del conocimiento y a la formación de una ciudadanía responsable. Dentro del presente Programa se encuentran las siguientes iniciativas:

1) Centro cultural de la Ciencia (C3): ubicado en Godoy Cruz 2270 (CABA), se encuentra abierto al público general los días Viernes, Sábado y domingo por la tarde (de 14 a 20 hs.) y los días Martes, Miércoles y Jueves, donde se realizan visitas escolares. Corresponde al único centro cultural presente en el país que permite un espacio de encuentro e interacción entre la comunidad científica y el público en general. Contiene auditorios, laboratorios educativos (equipados con lupas binoculares, microscopios, material de vidrio, mesadas para la realización de experimentos de física, química y biología), auditorios donde acuden oradores científicos, biblioteca, “Parque de las Ciencias” (un espacio verde, de uso libre y gratuito, que posee un anfiteatro y gradas para actividades, juegos de plaza cuyo contenido y estética de tipo científicos se vinculan con la física, la geología, la astronomía, la biología y la química) y salas, entre ellas “Lugar a Dudas”. Ésta posee 3 (tres) salas con actividades y módulos interactivos que permiten al visitante explorar, realizar preguntas y aprender manipulando; muestras permanentes llamadas El Azar, El Tiempo y La Información; los temas son tratados desde la óptica de las diversas disciplinas científicas (física, química, biología, computación, matemática, etc). De esta manera, el C3, estimula la cultura y el pensamiento científico, para familias, investigadores, escuelas, público en general, instituciones públicas y privadas.

2) Red Clubes de Ciencia: es un sistema de comunicación que involucra a los clubes, al equipo del Programa Nacional de Popularización de la Ciencia y la Innovación, además de diversos referentes provinciales y regionales ligados a esta tarea. Consiste en grupos de niños, jóvenes o adultos guiados por, al menos, un asesor mayor de edad, que realizan actividades sostenidas durante el año en torno a temas de ciencia por fuera de la dinámica escolar. Estas

agrupaciones llevan a cabo proyectos científicos, tecnológicos o sociales. El objetivo principal de la Red consiste en generar y afianzar una Red Nacional de Clubes de Ciencia que permita el intercambio de saberes, problemáticas y experiencias entre los Clubes, y también entre los clubes y la comunidad científica y el MINCyT.

Los objetivos específicos del programa son:

- Capacitar a los docentes asesores de Clubes
- Elevar la calidad científica de los proyectos
- Conectar a la comunidad de Clubes con científicos en actividad
- Motivar y sostener el trabajo de los Clubes
- Despertar vocaciones científicas

Para los encuentros de Clubes de Ciencia se desarrollaron numerosos talleres, actividades y kits, diseñados e implementados por el equipo de Clubes de Ciencia descritos en la Tabla II.

Taller de preguntas investigables para miembros de Clubes de Ciencia
Taller de preguntas investigables y diseño experimental para docentes asesores de clubes de ciencia, que contiene 2 guías de trabajo.
Taller de historia oral (consta de una presentación seguida de trabajo en grupos)
Taller de “celuscopios” (corresponde a un taller de tecnología para transformar los celulares en microscopios, aprovechando “chatarra electrónica”)
Taller de ciencia ciudadana (Proyecto Chingolos. Consta de una guía de campo, una salida de campo, y un taller de sonogramas)
Taller de luces de 3 estaciones (relacionado con la física de la luz en el espectro visible)
Taller de autómatas (Taller manual sobre los modelos en la)
Taller de burbujas gigantes (taller de diseño experimental)
Taller de supermoko (taller de diseño experimental)
Talleres de ciencia por indagación al aire libre: estimación del caudal de un arroyo, estimación de la altura de un árbol, desafíos con imanes.
Kit de juegos al aire libre para elaborar y fortalecer el trabajo en equipo, la

colaboración y la innovación.

**Tabla II.** Actividades principales de los Clubes de Ciencia.

Además, se realiza la difusión de videos, a través de la página web de clubes, redes sociales como Facebook y cuentan con la colaboración de TecTv, para la difusión del trabajo de los clubes, la identidad de la Red y sus logros. Se llevan a cabo encuentros de clubes de forma presencial, e llevan a cabo con el objetivo de crear y afianzar los lazos que cimientan la Red de Clubes, llevar a cabo capacitaciones personalizadas, implementar talleres para los chicos que integran los clubes, elevar la calidad científica de los proyectos, estimular vocaciones científicas y apoyar y sostener el esfuerzo que realizan los docentes asesores de los clubes durante todo el año. Participan para la organización de los encuentros: un equipo de recreación y educación física (5 personas), un equipo de logística (2 personas) y un equipo de científicos/educadores del MINCyT(3 personas).

Durante los años 2013 y 2016 se efectuaron encuentros en las provincias de Córdoba, Tucumán, Misiones, Entre Ríos, Salta, Río Negro, San Luis y Buenos Aires. Participaron clubes de la C.A.B.A, de 23 provincias del país, y los correspondientes referentes provinciales. En cada encuentro, se realizó la recopilación de los proyectos realizados a lo largo del año, y por cada uno de ellos, se confeccionaron informes a cargo de los científicos. Además, se efectuaron talleres, capacitaciones, actividades recreativas y salidas educativas (entre ellos, al INVAP, Parques Nacionales, Reservas Naturales). En resumen, se realizaron entre esos años, un total de 15 encuentros de 300 clubes y con un alcance de mayor a 1500 personas. Durante el año 2017, se realizan 5 encuentros: dos de ellos de alcance Nacional, con sede en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los restantes de carácter regional (Norte en San Juan, Centro en Santa Fé y Sur en San Martín de los Andes, Neuquén).

3) Los Científicos Van a las Escuelas: se basa en la interacción entre docente y alumnos realizando de forma conjunta diferentes proyectos a lo largo de varios meses, cuyo objeto consiste en enriquecer las clases en el aula. Los objetivos generales de este programa son los siguientes:

- Mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias físicas y naturales en el aula

- Promover las actividades de carácter empírico: experimentos, experiencias, demostraciones, salidas de campo, observaciones directas de fenómenos o especies vivas, o similares.
- Promover el conocimiento general y el gusto por la ciencia en los jóvenes y docentes.
- Promover lazos creativos entre la comunidad científica y la comunidad escolar, incentivando el pensamiento crítico.

En cuanto a la organización, participan todas aquellas provincias que así lo deseen y 15 escuelas por cada una de ellas, recibiendo una visita de un científico seleccionado por una universidad local (elegida entre la provincia y el Programa de Popularización). Este integrante, puede pertenecer al CONICET (carrera del investigador o becario o docente categorizado de la universidad), un jefe de grupo, post-doc, estudiante de doctorado o de grado con probada experiencia en la investigación. La selección y coordinación de escuelas se realiza a cargo de cada provincia, pudiendo corresponder a nivel inicial, primario, secundario o instituto de formación docente en disciplinas científicas (principalmente de gestión estatal). Los docentes, son seleccionados por los directivos de cada institución, según criterios propios dentro de cada plan educativo. Esto permite una activa interacción con la comunidad científica.

La dinámica de trabajo comprende los meses de mayo y septiembre y consiste en el desarrollo de módulos de actividades de 30hs de reloj, distribuyéndose las mismas según lo estipulan cada uno de los grupos conformados por el docente y el científico (PARES). Cada módulo desarrollado es monitoreado por otro actor, denominado “científico 16”, siendo un investigador provincial designado por la universidad local, que realiza visitas, seguimiento y apoyo a las escuelas, elaborando informes para el programa de popularización y las autoridades provinciales. Cabe destacar, que durante las jornadas desarrolladas en torno los módulos, los científicos colaboran con algunas de las actividades que realizarán los docentes en el aula, pero por fuera de las horas dictadas hacia los alumnos (evitando así quitar autoridad a los profesores frente a los mismos). El gran aporte del científico consiste en su gran conocimiento en la disciplina que ocupe, la mirada creativa a la hora de resolver problemas, “pensar de forma científica”, diseño de experimentos, uso de material de laboratorio. En cambio, el docente es quien se encontrará directamente frente a los alumnos,



conociendo las fortalezas y debilidades de cada uno de sus alumnos, y aportando desde su mirada a la hora de adaptar actividades empíricas en el aula.

Este programa permite la sinergia entre los grupos docentes-científicos. Siendo los primeros, profesionales del área educativa, pero teniendo poca exposición a trabajos prácticos y a prácticas de laboratorio (en muchos casos, resultan ser actividades que enfrentan inseguridad a la hora del manipuleo de elementos). De esta manera, los científicos, llevan a cabo la tarea de acompañamiento y familiarización del docente, con técnicas e instrumentos hasta a veces desconocidos por él o que no le resultan cotidianos.

A modo de ejemplo, se enumeran a continuación, trabajos prácticos desarrollados en la temática Biología:

- **“Las manos bajo la lupa”**: realizado en Instituto Nuestra Señora del Trabajo (Córdoba) durante el año 2016. Temática: Microorganismos (bacterias, hongos, parásitos y virus), salud e higiene. Permite comprobar presencia y crecimiento de microorganismos existentes en manos limpias y sucias, concientizar acerca de la correcta higiene, adquisición de destrezas en el uso de material y técnicas en el laboratorio. Se utilizan: mecheros de bunsen, placas de petri, medios de cultivos, lavandina, balanza, jabón, botellas de vidrio, varillas, alcohol en gel, olla a presión, entre otros.
- **“Conocer las plantas”**: realizado en Escuela Campamento El Plumerillo (Tucumán). Consiste en la observación microscópica de distintos cortes de plantas, visualizando tejidos y células de raíz, tallo, capa de cebolla, hoja, semillas; pudiendo ver tamaños y formas, reconociendo especies. Se utilizaron semillas de soja (*Glycinemax*), maíz (*Zea mays*), acelga (*Beta vulgaris*) chia (*Salvia hispanica l.*), cítricos (*Citrus sp.*), plantas de soja germinadas.

4) Concurso Nacional de Innovaciones (INNOVAR): permite estimular y difundir los procesos de transferencia de conocimiento y tecnología, aplicados a productos y/o procesos que permitan mejorar la calidad de vida de la sociedad. En este sentido, intenta la promoción de las innovaciones que permitan sustituir productos importados, regenerando la trama



productiva del país. Se encuentra vigentes desde el año 2005, convocando a estudiantes universitarios, investigadores, y pequeñas y medianas empresas a que presenten sus desarrollos.

5) Proyectos de Cultura Científica: se encuentran destinados a financiar actividades orientadas a evidenciar el valor social de la ciencia y la tecnología, así como también, fomentar la cultura científica.

6) Tec TV, la señal de la ciencia: corresponde al canal de televisión del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina. A través de su contenido (series de ficción, documentales, entrevistas, biografías y microprogramas), fomenta vocaciones científicas en los jóvenes, despierta el interés en la ciencia y estimula la curiosidad sobre estos temas en la sociedad en general. Su transmisión se realiza mediante el canal 22.5 de la Televisión Digital Abierta (TDA).

7) Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología: consiste en un conjunto de actividades ofrecidas en distintos puntos del país por museos (ejemplo: Museo Argentino de Ciencias Naturales), centros de investigación (Ejemplo: Comisión Nacional de Energía Atómica), bibliotecas, academias, universidades (Ejemplo: Universidad Tecnológica Nacional), clubes de ciencia, escuelas como espacios de esparcimiento y recreación, cuya finalidad radica en el acercamiento de la ciencia, tecnología, innovación y el arte científico a toda la sociedad en su conjunto. Esto permite la apertura al conocimiento, debate y cuestionamiento, basado en el desarrollo científico en la Argentina. Año tras año, se realiza durante el mes de septiembre. Durante el año 2017, se realizaron 1567 actividades, participaron 4000 investigadores y 272 instituciones.

Dentro de este contexto cabe destacar además las Semana de las Ciencias en Facultad de Ciencias Exactas y Naturales dependiente de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Dichas actividades consisten en 7 (siete) eventos anuales de comunicación pública de una parte del conocimiento transmitido en las aulas y creado en los laboratorios de la Facultad. Participan estudiantes de nivel medio, en compañía de sus docentes mientras que la Semana de la

Enseñanza de las Ciencias está exclusivamente destinada a docentes secundarios y a estudiantes de profesorado. Las actividades desarrolladas en las jornadas son en torno a los siguientes ejes temáticos: Matemática, Ciencias de la Tierra, Computación, Biología, Física y Química. Anualmente, las Semanas son declaradas de interés educativo por resoluciones de: Ministerio de Educación de la Nación, Ministerio de Educación de la CABA y Dirección General de Escuelas de la Provincia de Buenos Aires. El acceso a estas actividades gratuitas requiere, como única condición, el registro de un/a docente responsable a través de esta página para lo cual hay que tener en cuenta algunas pocas indicaciones.

Por otro lado, resulta importante destacar el Programa de Promoción de Vocaciones Científicas (VocAr) del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), de alcance federal, cuyo fin radica en el acercamiento de la ciencia a la sociedad, estímulo de vocaciones científicas y tecnológicas en los jóvenes. Este programa se encuentra dirigido a jóvenes, instituciones educativas, docentes y el público en general. Sus objetivos principales son:

- Impulsar el desarrollo de la cultura científica para que la comunidad sepa qué es la ciencia y qué se puede hacer con ella.
- Despertar la vocación científica de los jóvenes porque nuestro país necesita más ciencia que ayude a su crecimiento y desarrollo.
- Entusiasmar a los jóvenes en el quehacer científico y mostrar que la ciencia no es ajena a la realidad.

Dentro de este programa, se realizan un sinnúmero de actividades, entre ellas: talleres, charlas de divulgación científica, actividades participativas, muestras artísticas, Concursos, Manuales, Capacitaciones. Durante el año 2017 se llevaron a cabo una gran variedad de actividades enriquecedoras, entre ellas se destacaron: café científico, participación en la noche de los Museos en CABA, “Nanociencias en las Ciencias”, Taller “Nano por un Día”, Taller sobre Parasitosis y Normas de Higiene, Charla sobre Ciencia y Género en la Feria del Libro, entre otros.

En el caso puntual del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, dentro del Ministerio de Educación, se realizan actividades científicas, para escuelas de nivel primario y secundario, también denominadas Clubes de Ciencia. Dichos espacios extraescolares y de carácter no formal favorecen un acercamiento lúdico, creativo y progresivamente sistemático de los niños y jóvenes hacia las actividades científicas y tecnológicas, favoreciendo el desarrollo de sus propios proyectos. Las actividades enmarcadas, en este programa, permiten un incremento en el aprendizaje de cada participante, despertando vocaciones científicas en áreas de Ciencias Naturales y Tecnología. Se realizan en las escuelas primarias cuyos destinatarios son alumnos de 4to a 7mo grado, que concurren voluntariamente a contraturno del horario escolar. En el caso de nivel secundario, participan jóvenes de 1ero a 5to año, con una frecuencia de tipo semanal. Se ha realizado una participación de 160 alumnos en promedio durante 2017.

Cabe destacar, que Argentina integra la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de América Latina y el Caribe, conocida como la Red- POP. Dicha red, creada en 1990 en Río de Janeiro, reúne a grupos, programas y centros de popularización de la ciencia y la tecnología (CyT); favoreciendo de esta manera, el intercambio, la capacitación y el aprovechamiento de recursos entre sus miembros. Integran la Red Pop: grupos de investigación en popularización de la ciencia, museos de ciencia, centros interactivos de ciencia, museos de historia natural, parques ambientales, zoológicos, jardines botánicos, acuarios, revistas, programas de divulgación científica, periodismo científico y educación no formal en universidades, ONGs u otros. Actualmente, la red cuenta con 80 miembros, destacándose 3(tres) categorías:

- Miembros titulares: se tratan de centros o programas de popularización de la ciencia y la tecnología que están formalmente institucionalizados. Entre ellos: Argentina, México, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Paraguay.
- Miembros asociados: corresponden a centros o programas de popularización de la ciencia y la tecnología, localizados fuera de la región. Se destacan: Expografic, Pan American Development Foundation, Science Communication Dept., Rhine-Waal University (Germany), Sissa Medialab

- Miembros honorarios: se refiere a personas o entidades con una trayectoria reconocida en popularización de la ciencia y la tecnología.

### Antecedentes de Kits Educativos de Biología Molecular

A continuación, se describen los distintos tipos de Kits educativos existentes empleados en distintas áreas, niveles educativos y países

**BIOTED en España:** es la marca con la que comercializa DANAGEN su línea de productos didácticos para la enseñanza de las técnicas básicas de la Biotecnología y La Biología molecular a nivel educativo. Sus productos se presentan en formas de kits para distintas áreas de la Biología y contienen lo necesario para realizar experimentos en Biología Molecular, Biotecnología, Genética y Microbiología. Dicha empresa también ofrece: 1) Tutoriales donde los docentes pueden desplazarse hacia las instalaciones de la empresa, o la empresa ofrece desplazarse hacia el establecimiento educativo; 2) Asesoría científica en cuanto a cómo montar un laboratorio básico de Biología molecular y provisión de algunos equipos además de asesoría en las prácticas dependiendo del material del que dispone el establecimiento educativo y 3) Suministros de material y toda la gama de productos de la empresa

**BIO- CLASS en la República de Chile:** es un proyecto educativo que lleva la Biotecnología y la Biología molecular a la sala de clases a través de equipamientos de laboratorios y kits educativos. Además el proyecto brinda un plus de servicios que abarcan: 1) capacitación docente: cursos de perfeccionamiento docente para capacitar y actualizar los contenidos teóricos y prácticos de Biotecnología y Biología molecular; 2) academia escolar de Biotecnología aplicada: orientada a brindar una experiencia de aprendizaje; 3) Jornadas científicas de Biotecnología y Biología molecular para llevar a la práctica el currículo de la enseñanza media en estas áreas y 4) Equipamiento de laboratorios para escuelas y kits educativos. Esta empresa cuenta con apoyo financiero público y privado (Laboratorio Farmacéutico Pfizer de Chile) para lograr impactar y modernizar la educación científica en las escuelas de enseñanza media de Chile.



### *En Argentina:*

**Cajas didácticas que llevan la genética a las Escuelas Agrotécnicas:** esta propuesta la desarrollaron investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias (FAC) de la Universidad Nacional del litoral (UNL). Los investigadores las denominaron: “Genética en el aula: Observando el ADN”. Los destinatarios de estas cajas fueron los docentes de las escuelas agrotécnicas de la provincia de Santa Fe. Las mismas fueron desarrolladas mediante el financiamiento de la Agencia Santafesina de Ciencia, Tecnología e innovación (SECTEI), dentro del programa “Apoyo a los científicos divulgadores y a la producción de herramientas de divulgación científica y tecnológica”. Estos kits fueron pensados específicamente como una herramienta para docentes en la realización de actividades de laboratorio que utilizan elementos de fácil obtención y su asociación con las propiedades físicas, químicas y biológicas del ADN y que representen una ayuda importante para el docente y una experiencia novedosa e integradora para el alumno (UNL,2013). Los desarrolladores fueron los docentes de la cátedra de Genética de la FCA de la UNL.

Composición del kit: cada uno de los kits dispone de material para realizar extracciones de ADN a través de reactivos, de elementos de procesamiento de muestras y de protocolos de laboratorio para la realización de un trabajo práctico. Además, posee materiales con lo que se podrá aplicar la técnica de electroforesis del ADN y proteínas y realizar preparados citológicos. También cuenta con una guía de actividades y autoevaluación destinada al trabajo con los alumnos, la cual puede ser empleada por el docente como material impreso para el desarrollo de las clases y con material audiovisual multimedia como complemento de las actividades y como guía para el docente que planifica el desarrollo del experimento en el laboratorio.

Se planificó la elaboración de este kit pensando en que todos los elementos que se entregan pueden ser fácilmente obtenidos o confeccionados por cualquier docente, de modo de reponer los reactivos que se vayan consumiendo durante los prácticos. Y, por otro lado, se buscó desarrollar todas las actividades con reactivos inocuos y de sencilla manipulación, para garantizar la bioseguridad en laboratorio durante las experiencias. También se realizaron talleres en diferentes puntos de la Provincia de Santa Fé, con la participación de los docentes

interesados que enseñan Genética o Biología en esas escuelas. En esos talleres se les explicó a los docentes en qué consistía el material, cómo aprovecharlo, y cómo realizar una experiencia y se les hizo entrega de los elementos para que lleven a sus establecimientos.

**Kit didáctico para la extracción de ADN** creado por Alumnos y docentes de las escuelas ORT en la difusión de la Biotecnología. En abril de 2009, profesores de las escuelas ORT presentaron un trabajo titulado “Acá está el ADN” en el Taller de Educación en Biotecnología del VII Simposio Nacional de Biotecnología REDBIO-Argentina, II Congreso Internacional-REDBIO-Argentina, “La Biotecnología y los futuros escenarios mundiales”. Bajo ese contexto los docentes presentaron sus experiencias en el aula. En el área de enseñanza de la biotecnología los profesores tuvieron la oportunidad de exponer el desarrollo de un Kit didáctico para la extracción de ADN. Este kit fue desarrollado por alumnos de la Orientación de Química, con el auspicio de la organización Argenbio. Este kit ya había sido presentado por los profesores junto con sus alumnos en la ciudad de Rosario en el 2008. Profesionales e investigadores en educación en Biotecnología de Venezuela y Bolivia, ya disponen del kit para que forme parte de la difusión de la Biotecnología en escuelas secundarias de distintos países. Los alumnos que participaron en el desarrollo del proyecto fueron los encargados de armar los kits para enviar a las escuelas del país.

**Ciencia en Acción** corresponde a un Startup, que diseña una amplia variedad de experimentos para niños a partir de 6 años en adelante. Ofrecen varias propuestas, entre ellas: cumpleaños científicos, talleres para escuelas, cursos de capacitación docente, armado de ferias de ciencias para escuelas y eventos corporativos.

Este programa, comercializa una variedad de kits experimentales para niños , entre ellos MARUJA LA BURBUJA ®, que es un kit para fabricar burbujas, kits de juegos de ciencia adaptados a la edad de los niños y a su género, como GLAM ®(kit de ciencias 1) ,que es un kit de ciencias para niñas que les propone preparar perfumes con esencias, o SEODOS RECARGADO®(kit de ciencias 2 )para fabricar CO<sub>2</sub>, y también POLIMEROS ASOMBROSOS®( kit de ciencias 3)para jugar a hacer polímeros. Asimismo, cuenta con un sistema de oferta de franquicias del método CIENCIA EN ACCIÓN®.

Concluyendo, como resultado del análisis integral de todos los antecedentes antes expuestos, surge la iniciativa y necesidad de estudiar los potenciales beneficios del desarrollo e implementación de kits educativos en nuestro país tendientes a promover la enseñanza de las ciencias y las tecnologías en las aulas. En el presente trabajo se adopta, entre las temáticas concernientes a la Biología Molecular, el ejemplo de la molécula de ADN a partir de la cual desarrollar actividades prácticas. La elección de este tema en particular resulta por ser considerada como la “molécula de la vida” siendo de gran interés para distintas ramas de las ciencias tales como la biología básica, la bioquímica, la genética y la biotecnología. Además, esta macromolécula está presente en todos los seres vivos y es ampliamente utilizada en la industria farmacéutica, agropecuaria y forense, entre otros, significando de interés fundamental socialmente. Sin embargo, el conocimiento acerca del ADN es considerado en general como un interrogante complejo difícil de observar o insertar en la vida cotidiana. Por lo tanto, al momento de incorporar esta unidad en la escuela media, resulta un desafío para los docentes. Más aún si se pretende guiar a los estudiantes a elegir posteriormente una carrera relacionada con las ciencias mediante el despertar la curiosidad, generar preguntas y fomentar una fuerte interacción entre los contenidos a aprender y los incorporados novedosamente. A través del Kit de Biología Molecular desarrollado se pretende alentar a los alumnos a amigarse con conocimientos que parecen inalcanzables y lograr mejor motivación en el aula. En consecuencia, es imperativo, evaluar los posibles obstáculos o barreras que su aplicación conlleve a fin de detectar el grado de participación de los distintos actores o referentes involucrados en esta temática, tales como docentes, científicos e instituciones educativas. El proyecto conlleva además el seguimiento de todo el proceso hasta la adopción de los kits educativos para las tareas de enseñanza/aprendizaje en el aula y analizar el impacto de las instituciones educativas que implementarán este nuevo método de enseñanza de Ciencias Experimentales que sin duda mejorará los resultados de desempeño en los alumnos.



## 2-OBJETIVOS e HIPÓTESIS

### Objetivo general

- Describir y analizar el desarrollo e implementación de un Kit de Biología Molecular destinado a estudiantes de Escuelas de Enseñanza Media (nivel secundario) para su iniciación en el campo de las Ciencias Experimentales.

### Objetivos específicos

- a) Desarrollar un relevamiento, acerca de las actividades educativas desarrolladas por Escuelas de Enseñanza Media (nivel secundario) en CABA y GBA, en torno a las Ciencias Biológicas, en el ámbito público.
- b) Investigar programas de difusión de las Ciencias Experimentales a nivel nacional (ej: Los Científicos van a las Escuelas y Clubes de Ciencia, en el marco del Ministerio de Ciencia, Técnica e Innovación Productiva - MINCyT) midiendo su impacto a nivel local en la currícula de la temática.
- c) Diseñar un kit de Biología Molecular para ser implementado en Escuelas de Enseñanza Media (nivel secundario).

Este diseño supone:

- Selección de materiales y componentes a incluir.
  - Evaluación económica de costos.
  - Confección de manuales de Uso, tanto para docentes como para alumnos.
  - Presentación del kit diseñado en eventos de difusión y en grupos focales (Focus Groups) para medir impacto e
- d) Creación de contenido didáctico que facilite su implementación en entornos educativos (ej: rodaje de videos /tutoriales para su utilización).
  - e) Identificar mejoras a incorporar a futuro.

### **Alcance**

El objetivo detrás del presente análisis radica en el diseño conceptual y de detalle de un Kit de Biología Molecular que se podrá utilizar en entornos educativos de Enseñanza Media, facilitando, como consecuencia, la iniciación de los estudiantes en el campo de las Ciencias Experimentales. Dicha iniciativa incluirá

- a) La definición del producto (base teórica y práctica);
- b) El diseño del material para el alumno (instructivo de uso), material para el docente (marco teórico, cuestionarios de uso para reflexión sobre la actividad práctica), material para la institución educativa que lo utilice (brochure institucional que permita a la institución identificar la propuesta como un diferenciador).

### **Hipótesis de trabajo**

En función de lo dicho anteriormente, se presenta a continuación como la principal hipótesis a probar a partir del siguiente trabajo:

**“La incorporación de Kits Educativos para experiencias de laboratorio fomentará un aprendizaje significativo en la enseñanza de las ciencias experimentales”**

### 3-METODOLOGÍA

El presente estudio tendrá un desarrollo analítico y descriptivo; basado en la utilización de herramientas cualitativas y cuantitativas, según se detalla a continuación. Se utilizaron las siguientes fuentes:

Primarias: Encuestas realizadas a docentes de Ciencias Experimentales y a alumnos universitarios de carreras relacionadas al ámbito científico, entrevistas.

Secundarias: Bibliografía, estudios, casos, papers, blogs, revistas, bases de datos (EBSCO) y otros documentos académicos.

#### A. Encuestas y entrevistas

Se diseñaron 2(dos) formularios, a través de la plataforma virtual “GoogleForms drive”: uno destinado a alumnos y egresados de carreras científicas (ver Anexo 10), y el segundo a docentes de nivel primario y secundario de asignaturas relacionadas con las Ciencias Experimentales (ver Anexo 9). El objetivo de dichas encuestas consistió en comprender cómo se encuentra parada hoy la ciencia en la enseñanza educativa de nivel medio, el fundamento por el cual los jóvenes, estudian ciencia y conocer un futuro target para el diseño del kit.

Las encuestas destinadas a alumnos y graduados, se difundieron a docentes de universidades públicas y privadas (UADE, UB, CAECE Y UBA) a través de redes sociales como Facebook y de correos electrónicos particulares.

Respecto a las encuestas a docentes, se realizaron de manera directa por medio de contactos personales y redes particulares en relación a la temática. El formulario constó de 10 preguntas, en 2(dos) secciones: datos del docente (nombre, e-mail, asignaturas y escuelas en las cuales enseñó, tipo de institución) y preguntas de impacto directo. Estas últimas, permitieron comprender, según sus puntos de vista personales, como se encuentra hoy parada la enseñanza de la ciencia en el aula (desde un punto de vista teórico y práctico),

oportunidades de mejora, cuándo despiertan interés los alumnos por las Ciencias Experimentales y los principales disparadores que lo impulsan.

En el caso de las encuestas destinados a estudiantes y/o graduados de carreras científicas, consistió en un formulario de tipo multiplechoice, de 12 (doce) preguntas. Se dividió en 2(dos) secciones: datos personales (rango de edad, carrera actual, institución universitaria y de nivel medio a la cual asistió). En la segunda parte, se realizaron preguntas de impacto directo, que permitan entender cómo fue la enseñanza de la ciencia en las aulas, y qué creen que resultaría adecuado incluir en la currícula escolar, en base a sus experiencias personales.

Además, se realizaron entrevistas, a integrantes del Programa de Popularización de la Ciencia y la Innovación (entre ellos, el concurso INNOVAR, Los Científicos Van a las Escuelas y Red de Clubes de Ciencia), para comprender los proyectos existentes en torno a la divulgación de las ciencias, cómo realizar prácticas en el aula y modelos de actividades realizadas.

## **B. Desarrollo del Plan de Negocios**

Para poder conformar a la empresa y diseñar el producto, se realizó un plan de negocios, que permita:

- Comprender el entorno competitivo
- Determinar la variabilidad económica y financiera del proyecto a desarrollarse
- Evaluar oportunidades de negocio
- Entender la situación empresarial del entorno en el cual nos encontraremos
- Definición de estrategias para la diferenciación de posibles competidores

Con estos objetivos, se realizó el trabajo, en el marco de la asignatura “Desarrollo de Negocios Biotecnológicos”, dictada en UADE, durante el segundo cuatrimestre de 2017.

Los elementos que destacaremos en el plan serán:

- Estructura de la empresa

- Análisis del Macroentorno;
- Dinámica de la industria vinculada a la confección de kits educativos;
- Análisis interno-externo;
- Modelo de Negocios de CANVAS;
- 4P: Producto, Precio, Promoción y Plaza;
- Segmentación;
- Registro de la Marca;
- Análisis Económico-Financiero.

### C. Implementación

Con el motivo de evaluar el impacto del kit para la introducción de posibles mejoras a futuro, se realizaron muestras en las siguientes instituciones:

- Jueves 26 de octubre de 2017: Escuela de Educación Media N°5 DE 10 Héroe de Malvinas. Avenida Crámer 2136, CABA. Docente: Mónica Tauber
- Jueves 9 de noviembre de 2017: Escuela de Educación Técnica N°3 Prefectura Naval Argentina. Avenida 101 Ricardo Balbín 2281, San Martín, Provincia de Buenos Aires. Docente: Horacio Solari
- Viernes 10 de noviembre de 2017: Liceo N° 05 Pascual Guaglianone. Carabobo 286, CABA. Docente: Constanza Rossi

Cabe destacar, que las jornadas de las Escuelas Héroe de Malvinas y Pascual Guaglianone, se desempeñaron, en torno a las actividades de la Red Clubes de Ciencia, dependiente del Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Durante las mismas se realizaron encuestas a los alumnos que asistieron a las jornadas antes y después con la finalidad de:

- Indagar sobre los conocimientos previos acerca de la Biología, según cada tipo de escuela
- Evaluar el impacto de las experiencias realizadas

En cuanto a los docentes de Biología de las 3 (tres) instituciones visitadas, brindaron su punto de vista y perspectivas a futuro, de acuerdo a las actividades diseñadas, colaborando activamente durante la experiencia.

## 4-RESULTADOS

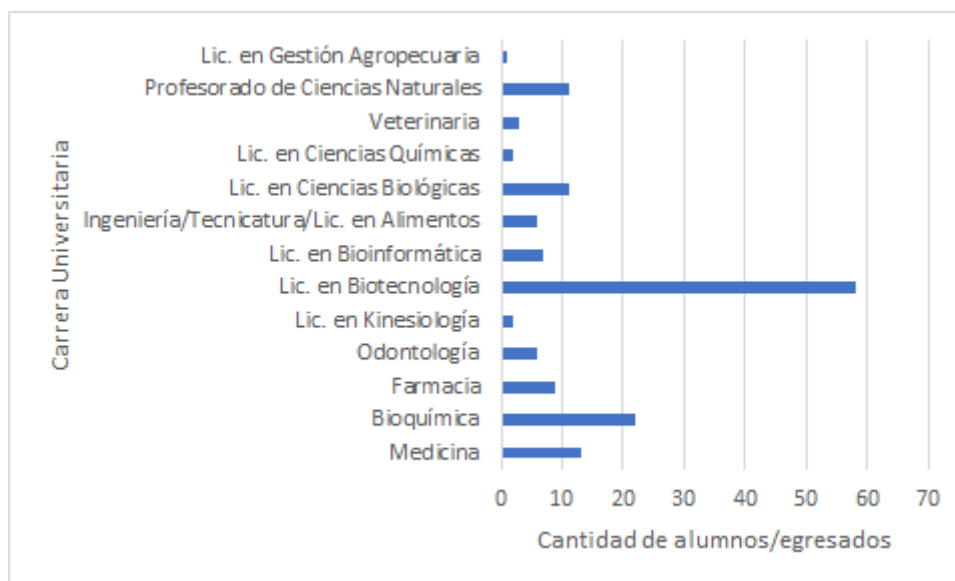
### A. Encuestas

#### A.1. Encuestas a alumnos

Del total de encuestas respondidas (151), el 68 % corresponde al sexo femenino y el resto a masculino según se observa en la tabla III. En el gráfico 1 se detalla la diversidad de carreras de grado cursadas por los encuestados.

N°	Franja	%
1	17-22 años	19
2	23-28 años	35
3	29-34 años	30
4	35-40 años	6
5	+40 años	10

**Tabla III.** Grupos etarios de los encuestados

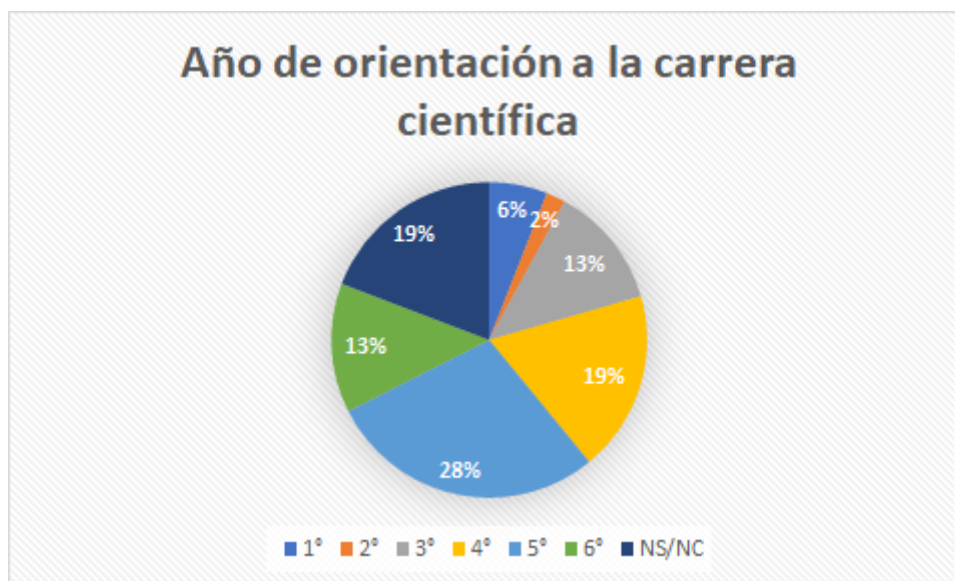


**Gráfico 1.** Cantidad de alumnos/egresados de cada carrera

Considerando las instituciones educativas a las cuales asisten/asistieron, se destacan: UADE, UBA, UNQUI, y el resto perteneciente a otras instituciones (CAECE, USAL, UCA, UNSAM, Universidad John F. Kennedy, UB, UCES, UM, e Institutos Terciarios para el Profesorado). Teniendo en cuenta la escuela de nivel medio a la cual asistieron: Bachiller (60%) Técnico (15%), Normal (12%) Comercial (11%) e Industrial (2%).

En lo que concierne, a la presencia de trabajos prácticos en Biología en la escuela secundaria, el 57% se obtuvo una respuesta positiva, 42% negativa y el resto NS/NC. En cuanto al año de la escuela secundaria, en la cual el encuestado, se orientó a la carrera actual, se observó gran variedad de respuestas (grafico 2).

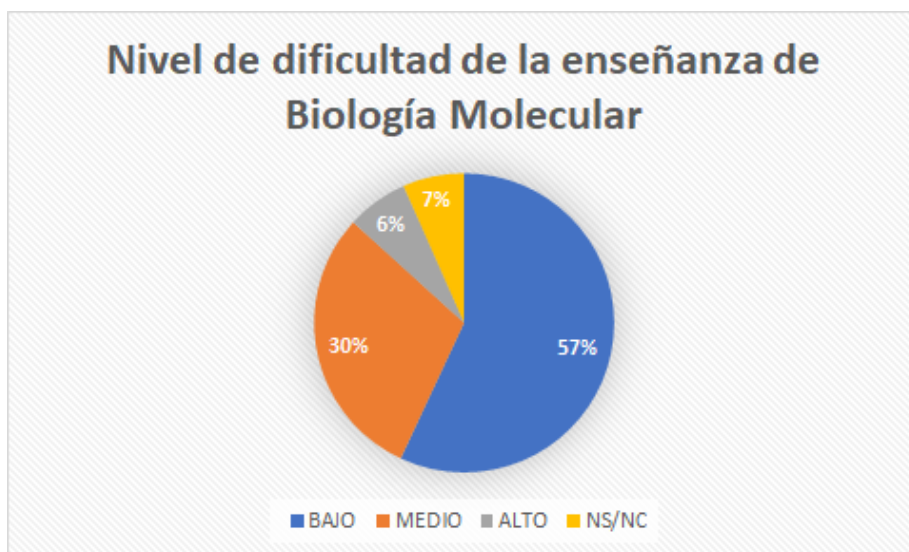




**Gráfico 2.** Año de orientación a la carrera científica de los encuestados

Respecto al año de la orientación científica de los encuestados, aunque es un poco heterogénea la respuesta, se puede apreciar que un gran porcentaje se orienta en 5º año de la escuela secundaria, muy pocos en 2º y 1º año, y otro alto porcentaje en el 6º año de las escuelas técnicas (grafico 2). Se pone en evidencia el año de la orientación científica de los encuestados, aunque es un poco heterogénea la respuesta, se puede apreciar que un gran porcentaje se orienta en 5º año de la escuela secundaria, muy pocos en 2º y 1º año, y otro alto porcentaje en el 6º año de las escuelas técnicas.

En el grafico 3 se muestra la percepción sobre al nivel de dificultad de la enseñanza en el nivel medio de la Biología Molecular se observa que en un gran porcentaje es bajo, reflejando una baja calidad en la enseñanza en la temática. Mientras que en el grafico 4, se observa acerca de la inquietud de inclusión de trabajos prácticos en dicha área, podría introducir mejoras en la enseñanza, arrojando resultados muy positivos, esto es la demostración del potencial de interés en el alumnado de incluir Trabajos Prácticos en la escuela secundaria.



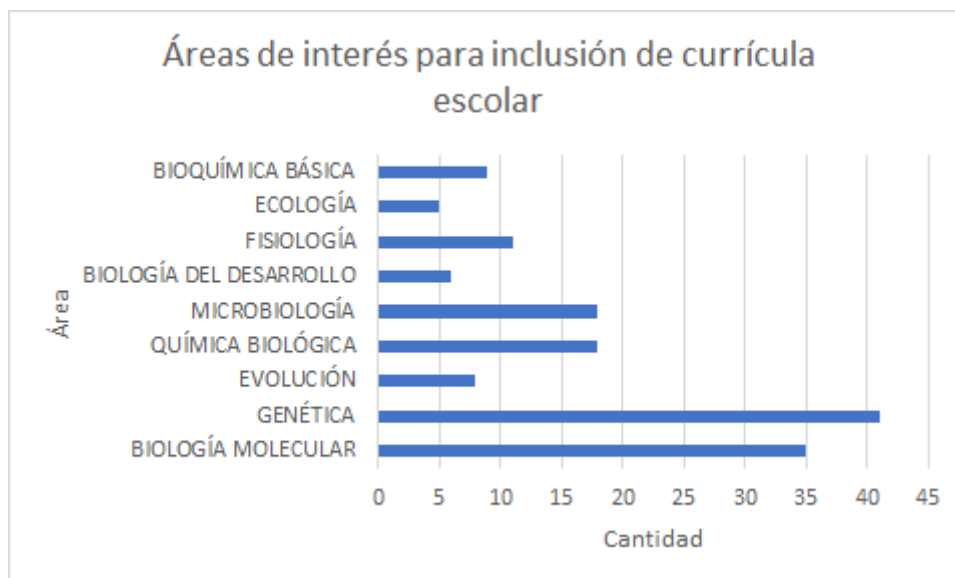
**Gráfico 3.** Nivel de dificultad de la Enseñanza de la Biología Molecular



**Gráfico 4.** Inclusión de Trabajos Prácticos en la Escuela Secundaria

En el gráfico 5 se demuestra el interés de los encuestados que áreas desearían introducir en la currícula los encuestados, y es evidente que lo que más les interesa es el área de la genética y la Biología molecular. Esto marca un dato positivo para el interés de este trabajo y para mejoras a futuro en el dictado de Biología en el nivel medio. Luego, le siguen


en importancia la Microbiología y la Química Biológica, áreas muy ligadas todas a las ciencias biológicas en general.



**Gráfico 5.** Áreas de interés de los encuestados para introducir en currícula escolar

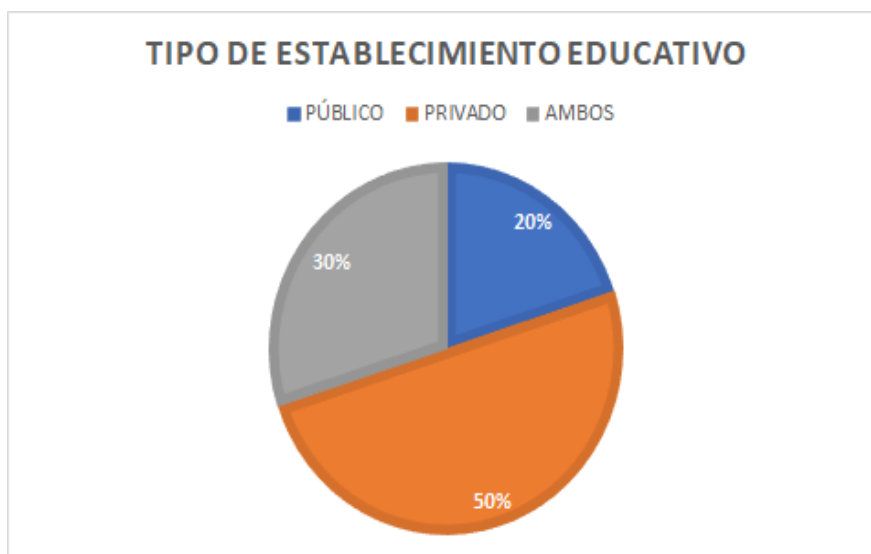
En el gráfico 6 se muestra una evidente esperanza de los alumnos y graduados de carreras científicas, en la interacción con alumnos universitarios y/o investigadores con docentes de nivel medio para la mejora en la enseñanza. Por lo tanto, expone la disposición de la población educativa a este tipo de integración, dando lugar a un factible aproximamiento futuro de los alumnos universitarios y/o investigadores de la comunidad educativa, y asimismo, a la sociedad en general.



**Gráfico 6.** Creencias acerca de la interacción con docentes y alumnos universitarios/investigadores para la mejora en la enseñanza 

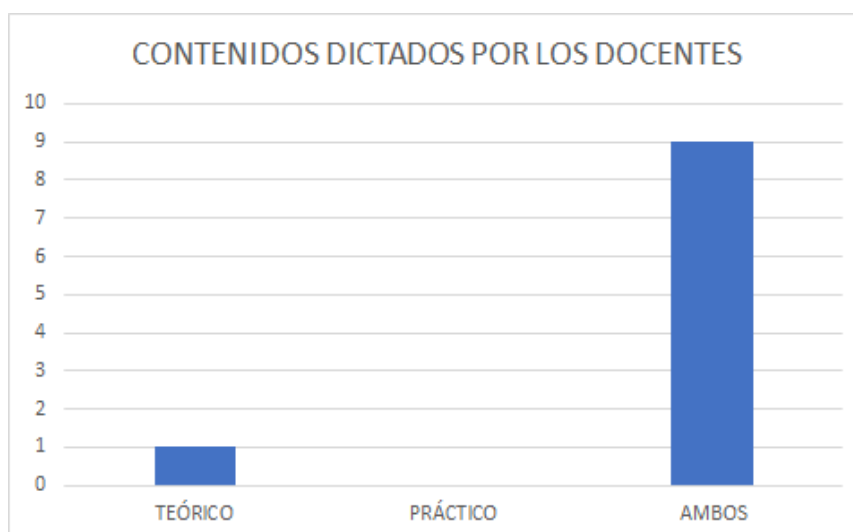
#### A.2. Encuestas a docentes

Se recabaron 10 respuestas de docentes, de las siguientes instituciones: Washington School, Colegio Bayard, CENS N° 36 y 2 (escuela secundaria para adultos), Escuela NEA 2000, Colegio Manuel Belgrano, EES22 R. V. Peñalosa V Ballester ISFD 174, EEST N°3, Institutos Almafuerde, Lourdes, Lamarca, Ballester y Agustiniano, Colegio Ntra. Sra. de la Unidad, Escuela Rubén Darío de las siguientes asignaturas: Biología, Ciencias Naturales, Físicoquímica, Física, Genética. En el gráfico 7 se expresan los porcentajes de los tipos de establecimientos encuestados con predominio del público.



**Grafico 7.** Porcentaje de tipos de establecimientos donde se desempeñan los docentes encuestados.


Con respecto a los contenidos dictados por los docentes, salvo uno que sólo enseñó contenidos teóricos, los demás fueron ambos, lo cual indica la incorporación de prácticas como puede observarse en el grafico 8.



**Grafico 8.** Tipo de contenidos dictados por los docentes

Los docentes que realizaron la encuesta comentaron los trabajos prácticos realizados y utilizan/utilizaron los siguientes recursos/equipamiento de laboratorio:

- Prácticas con concentración de soluciones, a partir de jugos
- Observación de células al microscopio, recreación de experiencias sobre origen de la vida, preparación de soluciones, influencia de la PA en los estados del agua, obtención de clorofila y Cromatografía.
- Extracción de ADN, observación del microscopio, un biodigestor, biodiésel, etc.
- Cómo realizar un filtro de agua, distintas experiencias de fuerzas, circuito eléctrico, etc.
- Actividad de la enzima catalasa con agua oxigenada.
- Cromatografía, Decantación y Destilación para obtener sustancias componentes de un compuesto.
- Kit de movimiento de cuerpos, sistemas ópticos y circuitos eléctricos.
- Separación de sistemas materiales, utilizando destilador, ampolla de decantación y tamiz.
- Extracción de ADN de una fruta, con escaso material de laboratorio (realizado en una institución pública).
- Observación de reacciones y, sobre la base de una hipótesis, diseño de una experiencia, realizar mediciones, observar los efectos de exponer, por ejemplo, a una planta a diferentes variables, u observar reacciones enzimáticas, observar con microscopios etc. Por ejemplo: el trabajo práctico de la reacción de la catalasa con el agua oxigenada en trozos de hígado. Primero se estudiaba en forma teórica, luego a través de la observación del burbujeo se comprobaba la reacción y a partir de allí los alumnos diseñaron prácticas para comprobar si el tamaño del pedazo de hígado influye o la cantidad de agua oxigenada y qué pasaba si se somete el hígado a la acción de un ácido y del calor.

En cuanto de dictarse contenidos teóricos dictados, los docentes que no pudieron brindar contenidos prácticos se debieron a las siguientes causas 

- Escasez de tiempo principalmente y equipamiento en la institución
- Capacidad áulica superada
- Carencia de insumos para dictarla.
- Ausencia de laboratorio o por ser compartido con varios docentes

Dentro de las oportunidades de mejora en la enseñanza de las Ciencias Experimentales en el nivel medio destacan las siguientes:

- Mostrar experimentos sencillos y fáciles de comprender.
- Charlas con investigadores que motiven al alumno y les cuenten qué es lo que hicieron y aquello que están haciendo en este momento, que es lo que aportan a la sociedad” mediante experimentos”.
- Capacitación a los docentes y, en muchas escuelas, proveyendo el material y el espacio (laboratorio) necesario para las actividades.
- Incrementando las horas prácticas experimentales en la jornada educativa.
- Mayor creatividad por parte de los docentes.
- Mejor formación durante el profesorado. Asistencia a cursos que puedan ser gratuitos e inversión del Estado, para el equipamiento en las escuelas.
- Reformular los programas educativos, donde exista un mínimo necesario de conocimientos teóricos como para que los estudiantes tengan una buena base y respecto a los prácticos, deberían estar orientados a desarrollar en ellos una verdadera actitud de método científico.
- Incorporación de kits educativos.

Además, lo que consideran necesario para optimizar la enseñanza de la Biología Molecular:

- Se requiere tener modelos moleculares concretos para que los estudiantes que todavía no tienen un pensamiento abstracto desarrollado, puedan " ver" lo que ocurre a nivel molecular. Resulta fundamental que los alumnos, realicen modelos mentales desde la preadolescencia y así luego puedan comprender lo que sea a nivel molecular y que los profesores se encuentren entrenados para ello.

- Articulación con otras asignaturas como Química, Física, Biología, Laboratorio.
- Recursos físicos
- Capacitación docente
- Interés e iniciativa de los directivos de los colegios
- Proponer herramientas e ideas para que los docentes las practiquen en el aula, por parte del Estado.


Se recalcaron los siguientes disparadores que motivan a los estudiantes a interesarse en las Ciencias Experimentales:

- Orientación de la institución a la cual asiste el alumno
- Familiares relacionados o con profesión del área científica/salud (ej. médicos, bioquímicos, veterinarios, etc).
- La propuesta de un ámbito distinto de trabajo con diferente metodología, la sensación de estar descubriendo algo nuevo, presentarles casos y/o lecturas que los estimulen a comprobar parte de lo que leen,
- Experiencia cotidiana, la utilización de recursos audiovisuales, de simuladores, etc.
- La motivación es ver la ciencia más próxima a ellos Sentirse protagonistas.
- La duda. la diversión. el desafío., curiosidad

Según los encuestados los rangos de edades donde creen que los alumnos se interesan más en las Ciencias Experimentales, en un 80% corresponde a los primeros años del nivel medio (entre 12 y 15 años), el otros 10% creen que todas las edades y el resto en los últimos años. Además, se enfatiza la importancia de poseer un manual de orientación al docente tendrá que prever qué conocimientos deberá tener (el docente y sus alumnos) para realizar los experimentos de manera efectiva y sacándole el mejor provecho.




## B. Desarrollo de Plan de Negocios

Resulta vital el entendimiento del entorno empresa, el cual consiste en los participantes y las fuerzas externas al marketing que afectan la capacidad de la gerencia de marketing para establecer y mantener relaciones exitosas con los clientes meta 

A continuación, se realiza la descripción del entorno de la empresa “enCIENCIATe”, conformado por el Macroentorno, el cual envuelve factores que afectan a las organizaciones relacionadas al ámbito político, económico, social-educativo, ecológico, legal y tecnológico). Dichos factores no son independientes entre sí, sino que muchos se encuentran ampliamente relacionados. Es decir, a medida que cualquiera de estos factores se modifique, perturbará el entorno competitivo en el cual se encuentran las organizaciones.

### B.1. Características de la empresa “ENCIENCIATE”

“EnCIENCIATe”, es una unidad estratégica de negocio (UEN), siendo una parte de la organización, bajo la cual existe un mercado externo diferenciado de bienes y servicios. En este caso, es una UEN de la empresa de origen alemán, Merck  endo ésta un grupo científico y tecnológico líder en diferentes ámbitos (Biofarma, LifeScience, Performance Materials), presente en Argentina desde hace más de 80 años. Dentro de LifeScience, un sector dedicado al desarrollo de materiales, tecnologías y servicios para laboratorios (cuenta con un total de 300.000 productos para el abastecimiento de múltiples segmentos industriales, entre ellos, la industria farmacéutica, de alimentos y bebidas, minera, química pesada, petroquímica y a la academia en sus actividades de investigación básica), se haya “enCIENCIATe”.

**Misión:** *mejorar la calidad educativa, impulsando a las instituciones de enseñanza básica y media a reforzar la experimentación práctica, a partir de una propuesta didáctica e innovadora para la enseñanza de las ciencias biológicas.*

La misión de enCIENCIATe se encuentra alineada con una impronta estrechamente disruptiva, abocada a la elaboración y comercialización de kits de biología que estimulen la práctica de las ciencias experimentales en entornos educativos. Aprender en forma divertida y responsable estimula la curiosidad y alienta al descubrimiento, permitiendo motivar a

estudiantes a comprender las ciencias bajo una óptica lúdica, sin descuidar las bases del método científico.

**Visión:** *destacarse como la mejor alternativa nacional en la provisión de productos y servicios innovadores para la enseñanza de las ciencias biológicas.*

La visión de enCIENCIAte alude a alcanzar liderazgo en la elección escolar de establecimientos que decidan encarar desafíos innovadores para alentar la práctica de las ciencias experimentales. Brindar la mejor propuesta de kit implica ofrecer valor, tanto a los estudiantes que lo utilicen (para la generación de experimentos prácticos) como a los docentes que lideren su implementación (a partir de guías orientadoras). Ser reconocido a nivel nacional implica liderar la creación de productos de elevada calidad, generando un compromiso con la educación y transformando el modo de aprender ciencias.

**Valores:** *Alentamos la innovación educativa:* nos distinguimos como una alternativa que motive el aprendizaje con resultados concretos, sin perder el componente lúdico que motiva al alumnado a querer aprender más sobre ciencias biológicas a partir de la experimentación.

*Trabajamos con responsabilidad* y somos conscientes respecto del impacto que nuestra propuesta de valor posee en la sociedad.

*Fomentamos el trabajo en equipo*, constituido en base al respeto profesional y la mejora continua.

*Alimentamos y crecemos en base al talento de nuestros colaboradores*, el apoyo incondicional de los docentes y la pasión que los alumnos le imprimen al estudio de las ciencias experimentales.

*Nos orientamos a resultados a través de la disrupción*, generando impacto y agregando valor a los múltiples grupos de interés que representamos.

*Somos dignos de confianza:* nos destacamos como una alternativa robusta, disruptiva y diferente que busca rediseñar la manera en que aprendemos (tanto los docentes como los alumnos)

### ***Objetivos de la Empresa:***

- ✓ Motivar a los educandos y docentes a la participación en actividades científicas y tecnológicas.
- ✓ Difundir las ciencias biológicas como la Biotecnología y la Biología Molecular.
- ✓ Promover la vocación científica en los jóvenes.
- ✓ Impulsar la vinculación de la comunidad científica y la sociedad.
- ✓ Motivar la implementación de métodos disruptivos para el aprendizaje de las Ciencias Biológicas
- ✓ Exaltar atributos lúdicos del método científico aplicado al aprendizaje a partir de experiencias prácticas

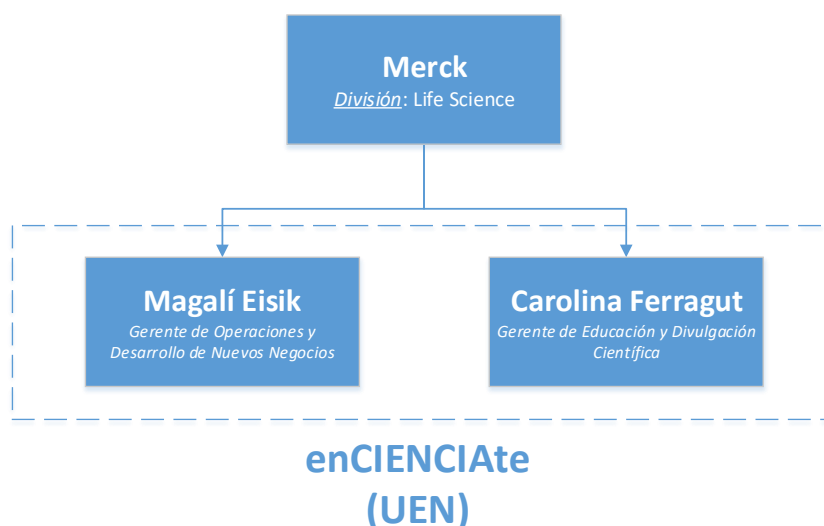
### ***Recursos Humanos***

EnCIENCIAte se compone de 2(dos) integrantes, ambas Licenciadas en Biotecnología de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE), con perfiles de tipo científico y de gestión.

- **MagalíEisik:** Gerente de Operaciones y Desarrollo de Nuevos Negocios. Sus funciones clave son:
  - Liderar el proceso de confección y manufactura de kits
  - Gestionar la demanda de kits, identificando / desarrollando proveedores de insumos
  - Desarrollar e implementar iniciativas de mejora continua
  - Planificar presupuesto y monitorear su ejecución
  - Gestionar suministros e insumos para los kits
  - Liderar el desarrollo de iniciativas vinculadas a nuevos productos

- Colaboración y soporte en actividades de comunicación y difusión
- **Carolina Ferragut:** Gerente de Educación y Divulgación Científica. Sus funciones clave son:
  - Liderar la difusión científica / pedagógica de iniciativas en establecimientos educativos
  - Gestionar contactos en escuelas, coordinando visitas explicativas y demostraciones de productos
  - Desarrollar e impartir capacitación a docentes
  - Desarrollar e implementar estrategias de comunicación y comercialización de productos (prensa, redes sociales, etc.)

Para representar la estructura de la EnCIENCIAte, se muestra a continuación, un organigrama de tipo funcional (Grafico 10). A través de la misma, se puede visualizar, la dependencia de la división LifeScience de Merck, con respecto a la UEN.



**Grafico 9.** Organigrama de enCIENCIAte

## **B.2. Análisis del Macroentorno**

### ***Marco Político***

La situación actual en Argentina, destaca un aumento del libre comercio entre países, y por ende, una alta entrada de capitales externos. Como consecuencia, esto conlleva a la entrada de productos del exterior, generando mayor competencia con aquellos desarrollados en el país. Dicha circunstancia, puede suponer un beneficio económico para el desarrollo del presente Kit, gracias a que esto se podrá visualizar en una reducción de los costos de los materiales del producto. Además, la presencia del libre comercio denotaría una entrada al país de kits extranjeros, siendo una amenaza potencial de un producto sustituto. De cualquier manera, dichos kits suelen estar destinados a jugueterías, y no es un segmento al que esté orientado el presente producto.

Por otro lado, en un ámbito más específico e íntimamente ligado a la regulación del producto, se observa un aumento de conflictos sindicales y una reducción a la mitad del presupuesto en actividades de Ciencia y Tecnología. En la actualidad, existe una tensa y tirante relación con Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, CONICET, otros organismos de Ciencia y Tecnología.

Sin embargo, Argentina retomó una agenda muy activa en relación a la política internacional y ejercerá la presidencia durante el año 2018 del G-20 (foro compuesto por 20 países, siendo un espacio de cooperación y consultas en temáticas relacionadas con las finanzas, y otros temas relacionados con economías emergentes y la industrialización de países), al mismo tiempo que manifestó su intención de adherirse a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, un organismo de cooperación internacional integrado por 35 estados y fundado en 1960, que coordina políticas económicas y sociales) y ha inaugurado su rol de observador en la Alianza del Pacífico.

### ***Marco Económico***

Argentina se encuentra embebida en un proceso de transformación económica que promueve un desarrollo económico sostenible con inclusión social e inserción en la economía global. Las elecciones presidenciales de finales de 2015 llevaron a un cambio significativo en

la política económica argentina. La nueva administración ha impulsado reformas clave tales como la unificación de la tasa de cambio, el acuerdo con acreedores internacionales, la modernización del régimen de importaciones, una desaceleración de la inflación y la reforma del sistema de estadísticas nacionales (Diario El Cronista, 2017, Diario Infobae, 2017).

En cuanto al PBI (producto bruto interno), se observó durante el año 2017, un aumento del 21,9% y en valores corrientes se invirtieron \$s 10.011 millones. El déficit primario del año 2016 fue 4.3% del PIB, frente a un 4% en 2015. El déficit primario acumulado a agosto de 2017 es del 1,9% del PIB, por debajo del registro del año anterior y de los objetivos oficialmente planteados. El Gobierno planea una convergencia gradual a un equilibrio fiscal primario hacia 2021 (Banco Mundial, 2017). Éste último párrafo arroja esperanza y una gran posibilidad de mercados más propicios por lo que habrá que tener cuenta ese escenario a la hora de la proyección a futuro del plan de negocios actual.

El precio del dólar (actualmente, supera los \$20) y la fluctuante inflación afectan al costo final del producto. Dado que debe ser comercializado a escuelas, en muchos casos con pocos recursos, es necesario tener cierta precaución en la determinación del precio final, de forma tan de asegurar la accesibilidad al público.

### ***Marco Social-Educativo***


Si bien Argentina es un país altamente alfabetizado, siendo la mayoría de sus habitantes capaces de leer y escribir, el problema de la educación continúa siendo un tema bajo debate. Se observa que un alto porcentaje de la población vive por debajo del índice de pobreza, y por ende, no tiene acceso a una buena educación. El 70,2% de los alumnos de quinto y sexto año no pueden resolver problemas matemáticos sencillos, y el 46,4% no comprende textos básicos (Infobae, 2017). Partiendo de esos números en áreas tan básicas como la Literatura o las Matemáticas, resulta altamente probable que los niños no tengan conocimientos sólidos en Biología Molecular, teniendo en cuenta que la gran mayoría no tiene ni siquiera Biología en la currícula escolar.

Sin embargo, el método científico, el pensamiento crítico y la lógica les permite a los chicos tomar mejores decisiones y resolver problemas en sus vidas cotidianas y esto va más

allá de la profesión que luego elijan. La clave para enseñar ciencia en los colegios es instar a los estudiantes a que se hagan preguntas, y nada mejor que implementar la ciencia a través de trabajos prácticos didácticos para que comiencen a hacerlo. Bajo este marco se pensó el presente Kit, como una herramienta que le permita a los docentes enseñarles a sus alumnos de manera didáctica, e influenciando sus mentes para que piensen creativamente y conozcan la ciencia.

Desde una propuesta gubernamental, existe una gran variedad de programas de popularización de las ciencias que surgen principalmente desde el MINCyT: Los Científicos Van a las Escuelas, Clubes de Ciencia, Semana Nacional de la Ciencia, Centro Cultural de la Ciencia, entre otros. Además, se cuenta con Tecnópolis donde además de exposiciones hay un sinfín de actividades. También se realizan Ferias de Ciencias en escuelas y en FCEN (UBA). Este panorama alienta el desarrollo de prácticas y proyectos orientados a mejorar la calidad educativa, contribuyendo a eliminar la brecha educativa y a mejorar las posibilidades de crecimiento de estudiantes.

### ***Marco Ecológico***

Recientemente, se dio la creación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, a finales de 2015. Esto vino acompañado con la puesta a punto de la Ley 25.675 (Ley General de Ambiente). Dicha ley propone presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. En este contexto, considerando la migración hacia prácticas *eco-friendly*, la propuesta de kit no solamente contribuirá a facilitar el desarrollo educativo y el aprendizaje lúdico, sino que sus componentes y materiales buscarán colaborar con el cuidado y protección del medioambiente 

### ***Marco Tecnológico***

Actualmente, en Argentina existen numerosos laboratorios científicos, tanto en el ámbito público como privado. Entran en esta categoría los institutos privados, laboratorios dependientes del CONICET y de universidades tanto públicas (nacionales y provinciales)

como privadas. Los inconvenientes más a menudo, consisten en la falta de equipamiento, debido a los altos costos de los equipos y reactivos para los ensayos. Además, se cuenta con profesionales altamente capacitados que, en el caso de la investigación científica, reciben sueldos son muy bajos y trabajan en ambientes donde hay una alta competencia, lo que conlleva a que en muchos casos los científicos se vuelquen a trabajos en industrias privadas o incluso que emigren hacia otros países donde se “sienten más valorados”.

Más allá de estas circunstancias, desde el nuevo gobierno se ha implementado una política pública en donde el Ministerio de Ciencia busca promover el emprendedorismo tecnológico. A su vez, se cuenta con el Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sustentable. El Programa CITIDES se orienta a promover y gestionar desde el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación, todas líneas de acción que atiendan a problemáticas específicas del desarrollo sustentable en el territorio nacional.

Por último, se encuentra en vigencia el Plan Argentina Innovadora 2020. Pertenece al instrumento por el cual el Ministerio establece los lineamientos de política científica, tecnológica y de innovación en el país hasta el año 2020. Estas políticas apuntan a una identificación de áreas temáticas estratégicas en el actual tejido productivo, con el eje transversal en la innovación con inclusión social. Esta planificación permite la detección dónde se encuentran las nuevas oportunidades de desarrollo, orientar las actividades de ciencia y tecnología hacia el mejoramiento del bienestar e inclusión social y fomentar la investigación aplicada a solucionar demandas concretas de la sociedad, a lo largo y ancho de todo el territorio nacional.

### ***Marco Legal***

Por un lado, se debe nombrar la LEY N° 22.362 (Ley de Marcas y Designaciones) promulgada, el 26 de diciembre de 1980. Dicha ley se encuentra por 3 (tres) secciones (Infoleg, 2018):

- Derecho de propiedad de las marcas: se refiere a qué se puede registrar como marcas (entre ellas: dibujos; los emblemas; los monogramas; los grabados; los estampados; los sellos; las imágenes; las bandas; las combinaciones de colores aplicadas en un



lugar determinado de los productos o de los envases; los envoltorios; los envases; las combinaciones de letras y de números; las letras y números por su dibujo especial; las frases publicitarias; los relieves con capacidad distintiva y todo otro signo con tal capacidad) , qué no se considera marca y no puede ser registrado, y aquello que no puede ser registrado

- Formalidades y trámites de registro: describe cómo se debe registrar la marca (INPI: Instituto Nacional de Propiedad Industrial).
- Extinción del derecho: se realiza el cese del derecho por:
  - Renuncia de su titular;
  - Vencimiento del término de vigencia, sin que se renueve el registro
  - Declaración de nulidad o caducidad del registro

La Ley 25.467, Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, fue sancionada el 29 de agosto de 2001 y promulgada el 20 de septiembre del mismo año. El objeto de la ley es establecer un marco general que structure, impulse y promueva las actividades de ciencia, tecnología e innovación, a fin de contribuir a incrementar el patrimonio cultural, educativo, social y económico de la Nación, propendiendo al bien común, al fortalecimiento de la identidad nacional, a la generación de trabajos y a la sustentabilidad del medio ambiente. Se establecen los siguientes objetivos de la política científica y tecnológica nacional (CONICET, 2018):

- Impulsar, fomentar y consolidar la generación y aprovechamiento social de los conocimientos;
- Difundir, transferir, articular y diseminar dichos conocimientos;
- Contribuir al bienestar social, mejorando la calidad de la educación, la salud, la vivienda, las comunicaciones y los transportes;
- Estimular y garantizar la investigación básica, aplicada, el desarrollo tecnológico y la formación de investigadores/as y tecnólogos/as;
- Desarrollar y fortalecer la capacidad tecnológica y competitiva del sistema productivo de bienes y servicios y, en particular, de las pequeñas y medianas empresas;
- Potenciar y orientar la investigación científica y tecnológica, estableciendo planes y programas prioritarios;

- Promover mecanismos de coordinación entre los organismos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación;
- Garantizar la igualdad en oportunidades para personas, organismos y regiones de la Nación;
- Impulsar acciones de cooperación científica y tecnológica a nivel internacional, con especial énfasis en la región Mercosur;
- Promover el desarrollo armónico de las distintas disciplinas y de las regiones que integran el país, teniendo en cuenta la realidad geográfica en la que ésta se desenvuelve.

En conclusión, dado el fomento político a la actividad productiva y la apertura económica actual, la presencia de actividades de acercamiento de la ciencia a la sociedad, la falta de contenidos tanto teóricos como prácticos en el área de ciencias experimentales en el aula y la cooperación entre integrantes de distintos ámbitos de la Ciencia y la Tecnología, se crea un ambiente favorable para la implementación de kits educativos en la temática de Biología Molecular. Sin embargo, hay que tener en cuenta, el alto índice de pobreza, la posible entrada de productos sustitutos y otros factores que podrían influir negativamente para la futura compra del producto.

### **B.3. Dinámica de la industria vinculada a la confección de kits educativos**

El modelo estratégico acuñado por Michael Porter tiene en cuenta a los actores principales que definen la dinámica de una industria: clientes (público), proveedores y competidores. El gobierno actual, puede intervenir en la regulación de los precios en la mayoría de los casos, debido al tipo de políticas económicas aplicadas por el presente gobierno. Las 5 fuerzas de Porter, se plantean para el análisis de estrategias de negocios individuales como es el caso de nuestra empresa emergente, permitiendo maximizar los recursos y superar a la competencia, cualquiera que sea el giro de la empresa. Según Porter (2009), si no se cuenta con un plan perfectamente elaborado, no se puede sobrevivir en el mundo de los negocios de ninguna forma; lo que hace que el desarrollo de una estrategia competente no solamente sea un mecanismo de supervivencia, sino que además también te da acceso a un puesto importante dentro de una empresa.

A continuación, se detallan las 5 fuerzas consideradas para el análisis de la industria:

I. Poder de Negociación de los Compradores/Clientes: existencia de gran cantidad de clientes potenciales, correspondientes sobre todo a escuelas de enseñanza media de CABA. Según un Anuario Estadístico del año 2015 (Proyecto de Norma Expediente 3911-2016 de la Legislatura Porteña), existen 338 establecimientos privados y 157 públicos, y Gran Buenos Aires; en segundo término, en institutos de apoyo escolar, clubes, cooperativas, espacios de recreación, comunas barriales. Su poder de negociación es moderado, ya que si bien no se evidencia hasta el día de la fecha existencia en toda la Argentina y por ende, resultaría ser el único proveedor (bajo poder de los clientes), los colegios públicos se verían en mayor dificultad para comprarlo que los privados pudiendo así no adquirir el kit o forzando a modificar los costos (en este caso, el poder sería alto).

II. Poder de Negociación de los Proveedores: existencia de gran diversidad de proveedores para los insumos del kit. A modo de ejemplo, uno de los componentes: el azul de metileno, se puede adquirir en numerosas empresas que venden insumos químicos, así como también en acuarios. Por este motivo, el proveedor tiene muy baja capacidad de negociación, debido a la gran variedad de artículos e insumos, de diferentes precios según los distintos proveedores (empresas de reactivos, de química, papeleras, instrumental de laboratorio, entre otras). Asimismo, al no existir diferenciación entre las múltiples propuestas de componentes / materia prima del kit, y siendo el costo de cambiar de proveedor muy bajo (por precio), el poder de negociación disminuye aún más.

III. Amenaza de Nuevos Competidores Entrantes: dada la situación actual del gobierno argentino, donde se está impulsando el libre comercio, apertura a importaciones de diversos países, con acuerdos internacionales, esto podría conllevar una amenaza, respecto a la entrada de nuevos productos, similares al kit, con un precio similar. Dicha situación genera menores barreras de entrada, conllevando un incremento de la competencia. El ingreso de propuestas foráneas por apertura de barreras comerciales y disminución de aranceles para la importación, incorpora mayores posibilidades de ingreso a la industria, fragmentándola potencialmente.

IV. Amenaza de productos sustitutos: existe la posibilidad de una leve amenaza a la compra de productos sustitutos en el caso de que el cliente opte por alguno similar. Estos podrían ser ciertos kits que se venden en jugueterías, con contenido similar, los cuales permiten el aislamiento de DNA de la saliva o de banana, denominados “Atrapa tu ADN”. Otros productos sustitutos, corresponderían a los experimentos caseros los cuales los niños podrían realizar a partir de investigación en libros o páginas de internet. Sin embargo, el mismo presenta un costo más elevado y no incluye el servicio de capacitación sumado a la jornada científica. Además, el producto obtenido en varias jugueterías de todo el país presenta una visión diferente respecto al comprador (encontrándose destinado a niños que estén cursando los últimos años del nivel primario), en comparación con el kit para escuelas que tiene otros fines didácticos.

V. Rivalidad entre los competidores: aquí, cabe considerar la existencia de baja cantidad de competidores en la industria, lo cual conllevaría a que enCIENCIAte sea más rentable. Existencia de algunas barreras que se podrían considerar en este caso: costos fijos (en el caso de las materias primas utilizadas). El ingreso y salida, dentro de esta industria, resulta sencillo, dada la baja inversión inicial y los costos por producto terminado. En este momento, al representar los únicos oferentes del producto a comercializar, no se evidencia rivalidad alguna. Por este motivo, la rentabilidad de la industria sería teóricamente muy alta.

## **B.4. Análisis**

### ***B.4.1. Análisis Interno: fortalezas y debilidades***

“EnCIENCIAte” presenta las siguientes *fortalezas (F)*:

- Calidad y seguridad del producto ofrecido, con un bajo costo. Se asegura que no exista el menor peligro para el uso del kit, dado que se encuentra compuesto por elementos plásticos y sin filo.
- Procesos eficientes: producción rápida, simple y eficaz asegurando el máximo estándar de calidad para el consumidor y que permita obtener el producto de manera eficiente permitiendo cumplir con el entregable en un corto período de tiempo.

- Experiencia de cliente sólida a partir de la atención personalizada: el kit se encuentra acompañado de una capacitación a los docentes que se realizará de manera presencial y ajustándose a las necesidades y recursos de cada institución, así como también teniendo en cuenta los objetivos educativos de las mismas.
- Cultura organizacional y valores fuertes: fuerte identidad y valores arraigados a la corporación (Merck). Entre ellos se encuentran el elevado compromiso con el cliente y con la educación de nuestro país.

Entre las **debilidades(D)** de “EnCIENCIAte” se puede mencionar:

- Existencia de escasas fuentes de financiamiento: si bien el capital inicial necesario para iniciar la empresa no es muy elevado, hay una dificultad para obtención de subsidios, debido al segmento tan especializado al que estará dirigido el producto. Una posible solución a esto, podría ser recurriendo a otros métodos menos convencionales, pero no menos importantes, como ser el crowdfunding, F & F y/o Angel Investor.
- Falta de experiencia en la comercialización de estos Kits, ya que este rubro se encuentra en proceso de creación y existe escasez vendedores de este tipo de producto en el país. Se puede revertir esta debilidad investigando más al respecto de las estrategias de comercialización de estos productos a nivel internacional, donde ya existen hace mayor tiempo y hay más *expertise* en el tema.
- Escasez de contactos una debilidad, ya que al no contar con ese recurso la publicidad a través de la utilización de redes sociales, páginas web, plataformas para la realización de cursos on- line puede no ser suficiente para comunicar el proyecto. Una solución a dicho problema, podría ser conseguir mayor cantidad de contactos para estimular la comunicación, apelando a canales de televisión, asistencia a jornadas científicas y congresos, entrevistas en programas de divulgación científica o misma a través de la red de TV del MINCyT (TecTV).

#### ***B.4.2. Análisis Externo – Oportunidades y Amenazas***

Dentro de las ***oportunidades(O)*** del producto se señalan:

- Existencia de pocos kits en el mercado: aquellos Kits relacionados con acercar la ciencia a los niños que actualmente están en venta tienen un precio muy elevado y por ende es imposible que las escuelas tengan acceso a ellos. Dado que nuestro producto está especialmente dirigido a la oferta académica, el producto será recibido con un gran interés y por ende podrá insertarse en el mercado sin mucha dificultad.
- Escasez de enseñanza de contenidos prácticos teóricos en las escuelas en la temática de Biología Molecular. Esto le brinda a la empresa una gran oportunidad debido a que representa una solución al problema subyacente. Dado que el kit será de fácil implementación y viene acompañado de una capacitación docente, será muy bien recibido.
- Cooperación institucional y científica con diversas entidades de Ciencia y Tecnología, para la divulgación y la enseñanza.

Entre las ***amenazas(A)*** del producto podemos mencionar:

- Barrera de acceso con respecto a los colegios públicos: si bien el objetivo del kit en relación al precio es que éste sea bajo, hay muchos colegios públicos que cuentan con recursos financieros casi inexistentes, y por ende presentan dificultad para su compra (el proceso de compra en ámbitos estatales debe perfeccionarse por vía licitatoria, o en su defecto, vía una compulsa de precios).
- Estancamiento de las ventas: debido a que es usual que los contenidos que van a dictarse en el año lectivo se planifiquen y aprueben a principios de año, observaríamos un pico de ventas en ese momento, disminuyendo el resto de los meses. Es decir, se encontraría un pico de ventas a principio de año y serían más bien estacionarias el resto del año.
- Entrada de nuevos competidores: ingreso de kits de origen internacional al mercado argentino. Hoy en día no ha sucedido, ya que los kits existentes a nivel internacional aún no han ingresado al país, pero si existe de forma potencial la posibilidad de que suceda.

Analizando, la matriz FODA, se puede destacar la gran presencia de oportunidades, en un mercado con escasez de este tipo productos de enseñanza y la falta de contenidos dentro de la temática de Biología, en las escuelas. Si bien puede resultar un tanto oportuno, hay que tener en cuenta la situación actual del país, la posible entrada de productos que puedan reemplazar el nuestro y el financiamiento, lo cual es vital para el correcto funcionamiento de la empresa. Se propone analizar todas las variables en juego, aprovechando las oportunidades presentes que dan pie a embarcar con este proyecto y teniendo en cuenta, cómo sortear los posibles obstáculos.

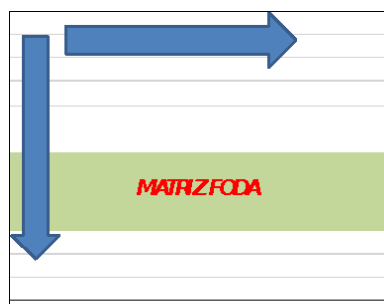
Por este motivo, se plantea las *Estrategias FO*, como se muestra en el gráfico 9, que se desarrollará con más detalle en Conclusiones y Perspectivas en éste trabajo, las Estrategias FO se basa en aprovechar las Fortalezas de la organización con el objetivo de aprovechar las oportunidades externas, en este caso sería aumentar el producto y ampliar los mercados.

Las *Estrategias FA* trata de disminuir el impacto de amenazas del entorno, valiéndose del entorno de las Fortalezas, esto se desarrollará en Alianzas estratégicas, donde se plantea alianzas con instituciones gubernamentales y establecimientos que realizan divulgación de las ciencias.

El propósito de las *Estrategias DA* es aminorar las debilidades y neutralizar las amenazas, donde se desarrollará también más adelante en Alianzas Estratégicas como por ejemplo, alianzas con programas de divulgación de las ciencias como canal Encuentro y TecTV.

Y por último las *Estrategias DO*, su objetivo es aminorar las debilidades internas, aprovechando las oportunidades externas, que se amplificará en Estrategias Comerciales, donde se menciona la Segmentación del mercado para un posicionamiento público masivo.

A continuación, se muestra cuadro ampliado de análisis FODA ampliado con algunas estrategias a implementar a futuro:

 <p><b>MATRIZ FODA</b></p>	<p><b>FORTALEZAS (F)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.Calidad y seguridad del producto con bajo costo</li> <li>.Proceso eficiente, producción rápida simple y eficaz</li> <li>.Experiencia de cliente sólida a partir de atención personalizada.</li> <li>.Recursos humanos altamente capacitados</li> <li>.Cultura organizacional fuerte: valores arraigados a la corp.Merk</li> </ul>	<p><b>DEBILIDADES (D)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.Falta de experiencia en la comercialización del producto.</li> <li>.Escasez de contactos y de fuentes de financiamiento</li> </ul>
	<p><b>OPORTUNIDADES (O)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Existencia de pocos kits en el mercado</li> <li>. Escasez de contenidos prácticos en las escuelas de contenido de Biología Molecular</li> <li>.Cooperación institucional y científica con entidades para divulgación y enseñanza</li> </ul>	<p><b>ESTRATEGIAS (FO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Aumentar nuestros servicios al cliente y producto aumentado</li> <li>. Ampliar mercados</li> </ul>
<p><b>AMENAZAS (A)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Barreras de acceso a colegios públicos</li> <li>.Estancamiento de las ventas</li> <li>.Entrada de nuevos competidores</li> </ul>	<p><b>ESTRATEGIAS (FA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.Alianzas con instituciones gubernamentales y establecimientos que realizan divulgación de las ciencias.</li> </ul>	<p><b>ESTRATEGIAS (DA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Alianzas con programas de difusión de las ciencias como Canal Encuentro o TecTV, MinCyT, organismos de Ciencia y Tecnología</li> </ul>

**Grafico 10. Matriz FODA**



## B.5.Elementos del Modelo de Negocios CANVAS

### Propuesta de Valor

El producto prescinde del diseño del protocolo de laboratorio, siendo simple y de fácil aplicación por el docente como método de enseñanza con resultados de motivación hacia los alumnos para el interés por las ciencias. Este kit rompe los paradigmas existentes sobre la realización de experiencias de ciencia en escuelas ya que no requiere la presencia de equipamiento de laboratorio y hasta puede realizarse en cualquier aula normal. Además, es 100% seguro, no requiere material corrosivo o fuego, con lo cual puede ejecutarlo cualquier alumno sin ningún riesgo potencial. Esto simplifica en gran medida, la tarea de la enseñanza de la Biología a los docentes en escuelas de todo el país de enseñanza media.

A continuación, se destacan diferentes propuestas de valor correspondientes al kit, orientadas a múltiples usuarios clientes / finales:

- Escuela – Rector y/o equipo a cargo: el Kit le otorga a la institución que lo reciba una ventaja comparativa respecto a otros lugares. Es decir, otorga un poder de diferenciación de otras instituciones que no posean el Kit, atrayendo mayor cantidad de padres que quieran inscribir a sus hijos en dichas escuelas. De esta manera, la escuela se encuentra mejor capacitada en el área, suponiendo así un mayor número de alumnos ingresantes, sobre todo aquellos interesados en seguir carreras biológicas luego de finalizar la escuela media o por interés general en esa temática.
- Docentes: el producto permitirá a los alumnos poner en práctica todo lo estudiado durante las jornadas educativas de forma muy sencilla y de fácil aplicación, permitiendo la integración de conocimientos de manera didáctica y despertando el interés por lo que “la ciencia pueda ofrecerle”.
- Alumnos: se accede a un primer acercamiento a la ciencia, despertando la curiosidad, sirviendo como disparador para las ganas de aprender y experimentar. Facilita el aprendizaje de contenido teórico y brinda herramientas para el futuro en el caso de estudiar carreras científicas (ejemplo: Bioquímica, Farmacia, Lic. Biología, Lic. en Biotecnología, Lic. en Bioinformática, Lic. en Nutrición, Veterinaria, Medicina, entre otras).

- Padres: se fomenta la práctica y puesta a punto de numerosas habilidades, entre las que se destacan el trabajo en equipo, la resolución de conflictos, el pensamiento crítico y el desarrollo de pensamiento lógico del alumno que se encuentra en proceso de aprendizaje.

### *Actividades Clave*

- Armado del packaging.
- Difusión del kit en redes sociales y páginas web.
- Contacto de escuelas interesadas en adquirir el kit, para incorporarlo en la currícula escolar.
- Se agenda una jornada educativa en la institución que adquiere el kit, siendo el capacitador quien se trasladará a la institución. Los docentes concurren a capacitaciones previas, sobre el trabajo práctico a realizar, al momento de realizar los planes de estudio a principio del año lectivo.
- Las jornadas tienen una duración de 2hs: se realiza el trabajo práctico y durante el desarrollo del trabajo, se desarrollan charlas de divulgación científicas y juegos interactivos, a cargo de quienes desarrollaron de enCIENCIAte. NOTA: El TP, es desarrollado por los docentes con apoyo de integrantes de la empresa, en algunos casos se puede apelar a la colaboración de científicos de CONICET, instituciones de CyT, entre otros, etc. Dichos profesionales están disponibles para consultas de nuestra empresa vía web a través de distintos portales que contienen protocolos. Discusión conjunta de resultados. Confección de encuestas a los alumnos y docentes para evaluación del impacto.

### *Asociados Clave/Alianzas estratégicas*

- Instituciones Gubernamentales dedicadas a la difusión e inducción de participación en la ciencia como CONICET (programa VOCAR) y MINCyT: COFECYT, FONCYT, Programa Nacional de Popularización de la Ciencia e Innovación (Clubes de Ciencia,

Los Científicos Van a las Escuelas, Semana Nacional de la Ciencia), Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (actividades científicas, tales como Clubes de Ciencia)

- Establecimientos que realizan divulgación de las ciencias, tales como universidades (tanto públicas, como UBA-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales donde se realizan jornadas durante la semana de la ciencia, UNQUI, UNSAM, y privadas como UADE). El aporte brindado por dichas instituciones, consiste en el espacio físico que pueden brindar para realizar actividades externas, investigadores que puedan colaborar en las jornadas educativas.
- Alianza con programas de televisión de difusión de la ciencia, como los de Canal Encuentro y TecTV.

#### *Recursos Clave*

Se contará con una oficina de MERCK, en Tronador 4890 (Barrio de Saavedra). Allí se realiza el armado del packaging y la venta de los productos. Los proveedores serán papeleras, empresas productoras de material plástico descartable, instrumental de laboratorio. Se cuenta con recursos humanos altamente capacitados y especializados, esto se vuelve particularmente relevante para la capacitación y el desarrollo de nuevos protocolos y actividades. Asimismo, el reconocimiento de MERCK oficial como activo clave para la difusión del kit.

#### *Estructura de Costos*

Los costos variables del producto se componen de: azul de metileno, packaging, guías impresas y todo el material plástico contenido en el kit. En cuanto a los costos fijos, a cargo de MERCK, destacándose los sueldos de los empleados, gastos de librería, cadetería, mensajería, página web, servicios, entre otros. Se describirá en el apartado Análisis Económico Financiero.

#### *Vías de Ingreso*

Proviene del precio de venta por unidad vendida del producto. Cada kit estará valuado en \$210,60 según lo detallado en el apartado Precio del presente trabajo. Los flujos de ingreso se corresponden a: ventas ejecutadas en escuelas privadas, ventas ejecutadas en escuelas públicas bajo licitación, ventas ejecutadas por Ecommerce (paypal, mercadopago) y correo (OCA, ANDREANI).

### *Canales*

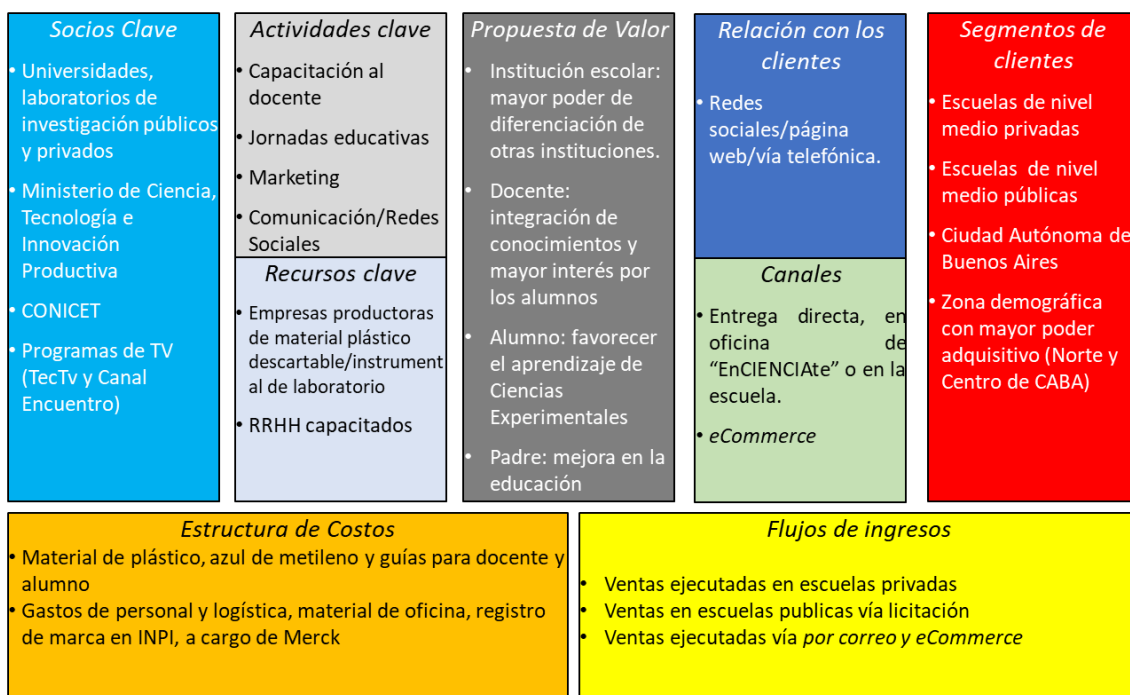
Tal como se describió antes, para distribuir el producto se procederá de la siguiente manera: al ser pequeño y fácil de transportar el colegio o institución compradora podrá retirarlos directamente en la oficina. También, se cuenta con un servicio de distribución a cargo de MERCK.

### *Relaciones con los Clientes*

Los clientes se mantendrán en contacto con la empresa para su Capacitación constante e inducción de actividades en laboratorios de Biología molecular, por los distintos medios (telefónico, redes sociales, página web). Así mismo, la empresa se pondrá en contacto con los principales clientes para mantenerlos actualizados mediante envío de información sobre las capacitaciones y nuevos productos. Para esto, se instrumentarán jornadas de capacitación con los clientes en forma periódica, habilitando una casilla de correo electrónico para recibir consultas específicas y una línea 0-800 para soporte y post-venta.

### *Segmento de Clientes*

Ya mencionado anteriormente, los criterios de segmentación fueron tipos de instituciones, zona demográfica y poder adquisitivo de los potenciales compradores.



**Grafico 11.** Elementos del Modelo de CANVAS

## B.6. Características generales del producto

El producto principal de la empresa es un Kit de Biología Molecular, denominado “A Descubrir Nuestro...”, para su implementación en Escuelas de Enseñanza Media, el cual permite la extracción de DNA de saliva, levadura y productos de origen vegetal (ejemplo: banana, tomate). Es importante destacar la importancia del nombre: las letras iniciales de cada nombre se deben a la sigla ADN (Ácido Desoxirribonucleico), y el significado hace referencia a: curiosidad, intriga, e interés, considerados como disparadores, que promueven la iniciativa de los alumnos hacia aprender, y experimentar, en el aula. El packaging se muestra en el gráfico 13, y los componentes del producto se describen en la Tabla IV y se observan en el gráfico 14.

Caja lisa blanca	3 filtros de papel	3 palillos /revolvedores
Etiquetas packaging	1 cuchara de plástica	Portaobjetos
2 pipetas Pasteur plasticas	1 vaso de precipitado plástico	Azul de metileno contenido en un gotero de 15 ml
3 vasos de plásticos transparentes	1 embudo plástico	Cubre objetos
4 goteros	3 tubos eppendorf	Guías Impresas

**Tabla IV.** Componentes del KIT

Los reactivos tales como: jugo de limón, alcohol 70, agua, detergente y sal, se obtienen de la escuela de cada usuario del kit. Los microscopios, para la visualización del producto obtenido (no cada hebra de ADN en sí, pero la tinción obtenida), se podrán utilizar, en los talleres brindados en las escuelas, universidades, institutos de ciencia, entre otros. Además del kit, se brinda un servicio de capacitación a docentes y el dictado de jornadas de la divulgación de la ciencia, con una posterior encuesta de satisfacción luego de realizada la actividad. En el anexo 4, se muestra la guía para el docente.



**Grafico 12.** Logo del producto

### CONTENIDO DEL KIT



**Grafico 13.** Detalle del contenido del kit





**Gráfico 14.** Logo de la empresa

### **B.6.1 Características técnicas del producto**

El Kit corresponde a un producto no buscado y altamente especializado: poca conciencia acerca del producto, se requerirá la promoción personal con el cliente. Representa un producto durable, siendo que el desgaste se realiza a largo plazo. Como objetivo futuro, se encuentra el switch a producto especializado. En cuanto a la tangibilidad del producto, corresponde a un bien con un servicio post venta (es decir, venta del kit sumado al servicio de capacitación), igual promoción de bienes y servicios. En un futuro a corto-mediano plazo, se espera que la empresa, brinde nuevos servicios: acondicionamiento de laboratorios escolares, capacitación sobre el uso de los mismos, confección de nuevos trabajos prácticos de Biología Molecular, entre otros.

Un punto a tener en cuenta es la posible implementación a futuro de distintas categorías de Kits, es decir, kits con diferente grado de complejidad (Kit estándar, plata, oro y Premium), que contengan diferentes contenidos y actividades. También, un nuevo producto, donde se realice una corrida de un gel de electroforesis, permitiendo la asistencia de alumnos a laboratorios científicos de alta complejidad y su interacción con investigadores. De esta manera, cada colegio podrá optar por la opción que mejor se adapte a sus necesidades y al público estudiantil.

En cuanto a las ventajas o beneficios para los consumidores, se pueden destacar que corresponde a un producto seguro, sencillo, didáctico, fácil de guardar, requiere poco espacio (sobre todo para instituciones que no cuentan con un gran espacio físico) y no presenta menores riesgos para la salud de las personas que lo utilizan. Además, se cuenta con una capacitación especializada para cada cliente.

Durante las Horas Cátedra dentro de la currícula de la asignatura Biología, se realizan capacitaciones a docentes, para la enseñanza del kit en el aula. Conjuntamente, se complementa con jornadas de ciencia realizadas por integrantes de la empresa, que consisten, en charlas de divulgación científica, desarrollo de situaciones problemáticas (ej. Ejercicios de resolución de crímenes, relaciones de parentesco), videos interactivos, tutoriales, entre otras.

### ***Precio***

El precio resulta ser un factor determinante para el logro una buena posición en el mercado y cuya determinación se debe a diversos factores, entre ellos competidores en el mercado local. Se destaca el producto Atrapa Tu ADN – Ciencias para Todos: este producto apunta a otro segmento del mercado, debido a su comercialización en jugueterías. Su rango de precio oscila entre \$550 y \$650 dependiendo del local o el medio de adquisición (por ejemplo, plataformas de venta online como Mercado Libre). “A Descubrir Nuestro...” tendrá un precio de venta de \$210,60, apunta a lograr una política agresiva de penetración en el mercado actual. Los detalles se mostrarán en el apartado “Análisis económico Financiero”.

### ***Promoción***

La promoción del Kit se realizará a través de una página en internet propia, bajo el dominio <http://www.merck.com.ar/encienciate> (ver prototipo básico de página web en Anexo 8), uso de distintas redes sociales tales como Twitter, Facebook, Instagram. Otra forma de promoción, consiste en la asistencia directa a instituciones de nivel medio participación de jornadas de ciencia realizadas en muchas instituciones y eventos donde asisten diversos colegios.

### ***Plaza***

Se contará con una oficina, localizada en Saavedra, CABA. La distribución estará a cargo del uso de fletes propios de Merck. Empresas encargadas de hacer esto son OCA, Andreani, Correo Argentino como distribuidores oficiales a toda la Argentina. También se

puede hacer uso de servicio de mensajería privada, o que el comprador lo retire por el domicilio de la empresa, o cuando uno de los integrantes asiste a las instituciones.

## B.7. Análisis de las estrategias de Comercialización

### Segmentación:

*Segmentación:* escuelas de enseñanza media de tipo público y privado de CABA (en una primera instancia, apuntando a las zonas norte y centro de la ciudad). En el mediano plazo, se apuntará a la Zona Norte de la Provincia de Buenos Aires. En el largo plazo, correspondería a cooperativas, institutos de apoyo escolar, mutuales, clubes de CABA y Gran Buenos Aires.

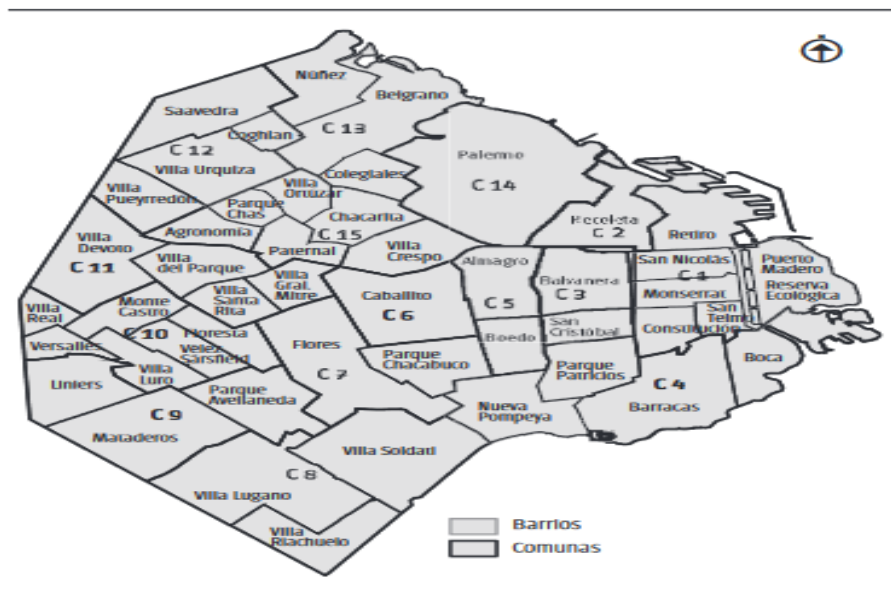
En el año 2014 se publica, en la Revista semestral de datos y estudios sociodemográficos urbanos publicada por la *Dirección General de Estadística y Censos, de la Ciudad de Buenos Aires*, un análisis conjunto de 35 indicadores referidos a diferentes dimensiones de las condiciones de vida de la población (entre otros, pobreza, actividad económica, características demográficas, educación, salud, riesgos de la población menor de un año). Según lo observado en ese estudio dio lugar a la delimitación de tres conglomerados (la distribución de las comunas se muestra en el gráfico 15):

a) La Zona Norte se encuentra integrada por las Comunas 2, 13 y 14, caracterizada por exhibir: mejores ingresos per cápita familiar; porcentajes bajos de hogares con hacinamiento y de población sin cobertura de salud; baja proporción de hogares con ingresos menores a la canasta total; altos porcentajes de población adulta con educación secundaria completa; y elevadas tasas de escolarización del nivel secundario.

b) La Zona Sur (Comunas 4, 8, 9 y 10), que presenta: menores ingresos per cápita familiar y elevado peso de hogares con ingresos menores a la canasta básica total; altos porcentajes de hogares con hacinamiento; menor cobertura de salud; elevada proporción de población adulta sin secundario completo; y tasas de escolarización del nivel secundario más bajas.

c) La Zona Centro (Comunas 1, 3, 5, 6, 7, 11, 12, y 15) que, de acuerdo con los indicadores mencionados, se ubica en una posición intermedia respecto de las anteriores.

**Mapa 1**  
Comunas y Barrios de la Ciudad de Buenos Aires



Fuente: DGEYC, 2012.

**Gráfico 15.** Mapa de Comunas y Barrios de la Ciudad de Buenos Aires

*Mercado objetivo:* se apunta a escuelas de enseñanza media pública y privadas, de CABA y Gran Buenos Aires.

*Posicionamiento:* en mercado de público masivo, considerando la estrategia definida en segmentación.

Se detalla a continuación en la tabla V, el programa de cobertura de instituciones:

	Escuelas de CABA, ZONA NORTE Y CENTRO	Escuelas de CABA ZONA SUR	Escuelas ZONA NORTE DE PROVINCIA DE BUENOS AIRES	Escuelas ZONA SUR Y OESTE de PROVINCIA DE BUENOS AIRES	INSTITUTOS DE APOYO ESCOLAR, CLUBES, COOPERATIVAS
AÑO 1					
AÑO 2					
AÑO 3					
AÑO 4					
AÑO 5					

**Tabla V.** Programa de cobertura de instituciones de los primeros cinco años



### **B.8. Proceso de registro de la marca “A Descubrir nuestro... “**

El producto se registra en el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual (INPI), siendo éste un organismo estatal, dependiente del Ministerio de Producción, cuya responsabilidad radica en la aplicación de las leyes de protección de la propiedad industrial. Antes de proceder al registro de la marca, se buscó en la base de datos del INPI, que no exista ningún producto con el mismo nombre. Luego, se procedió a enviar los formularios, registrando “A Descubrir Nuestro...”, bajo la **clase 9** de acuerdo al Sistema de Clasificación de Niza. Dicha categoría corresponde a: Aparatos e instrumentos científicos, náuticos, geodésicos, fotográficos, cinematográficos, ópticos, de pesaje, de medición, de señalización, de control (inspección), de salvamento y de enseñanza; aparatos e instrumentos de conducción, distribución, transformación, acumulación, regulación o control de la electricidad; aparatos de grabación, transmisión o reproducción de sonido o imágenes; soportes de registro magnéticos, discos acústicos; discos compactos, DVD y otros soportes de grabación digitales; mecanismos para aparatos de previo pago; cajas registradoras, máquinas de calcular, equipos de procesamiento de datos, ordenadores; software; extintores (Wippo, 2018).

La vigencia es de 10 años desde la fecha de concesión del registro de la marca en cuestión, pudiéndose renovar de forma indefinida por periodos iguales, siempre que se solicite antes de su vencimiento.

El arancel aproximado para el registro de la marca, tiene un valor de \$4750. En el caso, de tramitar una renovación de la misma, tiene un costo de \$2100.

### **B.9. Análisis Económico Financiero**

Para el desarrollo de este proyecto, la UEN enCIENCIAte (parte de Merck) incurre en los siguientes costos:

### Variables (atribuibles a la confección del Kit)

Precios materia prima					
	Precio Unit.	Q			Mens x 400 kits
<b>Etiqueta</b>	5	1	\$/etiqueta	\$ 5,00	\$ 2.000,00
<b>Caja</b>	40,7	1	\$/caja de cartón	\$ 40,70	\$ 16.280,00
<b>Guía impresa</b>	2	3	\$/guía	\$ 6,00	\$ 2.400,00
<b>Gotero</b>	2,4	4	\$/gotero	\$ 9,60	\$ 3.840,00
<b>Embudo</b>	15	1	\$/embudo	\$ 15,00	\$ 6.000,00
<b>Papel filtro</b>	1	3	\$/papel	\$ 3,00	\$ 1.200,00
<b>Vaso plástico descartable</b>	0,5	3	\$/vaso	\$ 1,50	\$ 600,00
<b>Vaso precipitado</b>	30	1	\$/vaso	\$ 30,00	\$ 12.000,00
<b>Cuchara</b>	0,2	1	\$/cuchara	\$ 0,20	\$ 80,00
<b>Palillo</b>	0,3	3	\$/revolvedor	\$ 0,90	\$ 360,00
<b>Eppendorf</b>	0,5	3	\$/eppendorf 1,5 mL	\$ 1,50	\$ 600,00
<b>Pipeta Pasteur</b>	5	2	\$/Pipeta Pasteur	\$ 10,00	\$ 4.000,00
<b>Azul de Metileno</b>	15	1	\$/Azul de Metileno	\$ 15,00	\$ 6.000,00
<b>Cubreobjetos</b>	0,5	1	\$/Cubreobjetos	\$ 0,50	\$ 200,00
<b>Portaobjetos</b>	1,5	1	\$/Portaobjetos	\$ 1,50	\$ 600,00
			<b>COSTO POR KIT</b>	<b>\$ 140,40</b>	<b>\$ 56.160,00</b>

Unitario      Mensual p/400Kit

**Tabla VI.** Descripción de costos variables

### Fijos (asumidos enteramente por Merck)

Costo Fijo - Sueldos			
MOD	Personas	Costo por personas/mes	Total
Sueldo Gerentes (Netos)	2	\$ 40.000,00	\$ 80.000,00
Costo Fijo - Gastos de Comercialización			
Marketing: packaging, campañas de difusión en escuelas + Web		\$ 25.000,00	\$/mes
Viáticos, mensajería y cadetería afectada a la comercialización		\$ 5.000,00	\$/mes
Total		\$ 30.000,00	
Costos Fijo - Gastos de Administración			
Librería		\$ 500,00	\$/mes
Teléfono (celulares)		\$ 1.500,00	\$/mes
Total		\$ 2.000,00	
		<b>Total CF</b>	<b>\$ 112.000,00</b>

**Tabla VII.** Descripción de costos fijos

La determinación del Precio de Venta al público (\$210,60) se apalanca en desarrollar una estrategia de *pricing* agresiva, penetrando el mercado a partir de combinar liderazgo en costos y diferenciación. Se utilizó un mark-up del 50% sobre el costo variable, teniendo en el



segmento al cual se encuentra orientado el producto (educativo). De esta manera, se evidencia la conveniencia de uso del mismo y una excelente relación Precio / Calidad.

La inversión inicial requerida, a cargo de Merck, se compone a partir de los ítems indicados a continuación:

Inversión en Bienes de uso	Vida útil (en años)	Valor de origen	Amortización Anual	Amortización mensual
6 Cajas plásticas apilables	5	\$ 1.290,00	\$ 258,00	\$ 21,50
3 Escritorios	10	\$ 4.800,00	\$ 480,00	\$ 40,00
10 Sillas	10	\$ 3.600,00	\$ 360,00	\$ 30,00
Mesa taller	20	\$ 5.000,00	\$ 250,00	\$ 20,83
Registro marca INPI	10	\$ 4.750,00	\$ 475,00	\$ 39,58
		<b>\$ 19.440,00</b>		

**Tabla VIII.** Descripción de costos de estructura

*Punto de equilibrio*

Teniendo en cuenta los ingresos de ventas y los costos totales, se determinó que el punto de equilibrio (para el primer año) en unidades es 1595 unidades por mes para que el ingreso total sea igual al costo total (para Año 1); debajo de esta cantidad, comienza a perderse dinero:

<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>	$CF/(PV-CVU)$	<b>1595</b>		
	PVU-CVU	PVU	\$ 210,60	\$ <b>70,20</b> MCOu
Marg. Contribución Unit (MCOu)		CVU	\$ 140,40	

**Tabla IX.** Cálculo Punto de Equilibrio (Año 1)

*Estimación de flujo de fondos y evaluación del proyecto de inversión*

**Inversión inicial:** este componente se nutre de los \$19.440 correspondientes a la inversión en bienes de uso (Tabla XXX) y del equivalente a 400 kits para ingresar al mercado (\$56.160), arrojando un total de \$75.600.

**Proyección de ingreso:** considerando las proyecciones descendentes de inflación pronosticadas por el presente gobierno, a continuación, se indican las proyecciones de ventas de Unidades. Cabe aclarar que el precio de venta sufrirá ajustes del 5% acumulativo anual, según muestra la tabla a continuación:

Año	Pvu	# Kits x mes
1	\$ 210,60	1500
2	\$ 221,13	1800
3	\$ 231,66	2000
4	\$ 242,19	2200

**Tabla X.** Precio de venta unitario y cantidad de kits por mes en los primeros 4 años

**Proyección de costos:**

*Costo variable:* asumiendo un costo variable unitario estable durante el periodo proyectado, este monto se multiplica por la cantidad de unidades mensuales x 12 meses.

*Costo fijo:* se prevé un incremento anual del 5% en los costos fijos calculados.

Esto arroja el siguiente cash-flow:

PROYECCION DE INGRESOS	Año 0 (Inversión)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TOTAL
		\$ 3.790.800,00	\$ 4.776.408,00	\$ 5.559.840,00	\$ 6.393.816,00	\$ 20.520.864,00
PROYECCION DE COSTOS						
CV		\$ 2.527.200,00	\$ 3.032.640,00	\$ 3.369.600,00	\$ 3.706.560,00	\$ 12.636.000,00
CF		\$ 1.411.200,00	\$ 1.481.760,00	\$ 1.555.848,00	\$ 1.633.640,40	\$ 6.082.448,40
II	\$ 75.600,00					
	\$ 75.600,00	\$ 3.938.400,00	\$ 4.514.400,00	\$ 4.925.448,00	\$ 5.340.200,40	\$ 18.794.048,40
FLUJO DEL PERIODO	\$ (75.600,00)	\$ (147.600,00)	\$ 262.008,00	\$ 634.392,00	\$ 1.053.615,60	\$ 1.726.815,60

**Tabla XI.** Flujo del período y total acumulado

En virtud de esta información, cabe concluir lo siguiente:

- El proyecto de inversión en kits agrega valor y es conveniente llevarlo a cabo. Esto se evidencia ya que el Valor Actual Neto de los flujos de fondos descontados a una tasa de costo de oportunidad (equivalente a una inversión en un Plazo Fijo en Dólares del Banco Nación del 2,75%) es positivo, arrojando un valor de \$1.517.270,67.
- El periodo de repago (pay-back) de la inversión se acerca al año y medio (1.38 periodos).

## C-IMPLEMENTACIÓN

Durante finales del mes de octubre y principios de noviembre, se llevaron a cabo las experiencias utilizando el kit en 3(tres) instituciones. Los talleres tuvieron una duración de alrededor de 2 hs (en el caso del Liceo 5 se efectuaron 2, una en el turno mañana y otra en el turno tarde). En el anexo 7, se muestra la carta de presentación enviada al personal de Clubes de Ciencia, para la realización del taller.

La dinámica de trabajo que se utilizó fue la siguiente:

- Presentación de las alumnas de UADE, objetivo del trabajo, y breve descripción de la Biotecnología.
- Encuestas a alumnos antes de realizar la experiencia (ver Anexo2), para analizar los conocimientos previos en la temática.
- Resolución y discusión de ejercicios de parentesco - forense, con la colaboración y supervisión del docente (ver Anexo 5)
- Extracción del DNA (del tomate y saliva). Se dividió al curso en 4-5 grupos de 2-3 personas (ver Anexo 6).
- Encuesta al finalizar la experiencia, para evaluar el impacto en los alumnos (ver Anexo 3)
- Encuesta y charla con el docente a cargo del curso (ver Anexo 1)
- Cierre de la jornada, con exposición de resultados, inquietudes.

Con respecto a los alumnos asistentes:

- En la Escuela de Educación Media N°5 DE 10 Héroes de Malvinas, asistieron alrededor de 15 alumnos entre los primeros años 1° y 2°, los cuales asisten al Club de Ciencias, y los directivos de la institución, citaron a estudiantes de 5° año, para aprovechar la jornada. Por ser el horario del medio día y el cambio de turno, resultó difícil, la estancia de los alumnos durante todo el taller.
- En la Escuela de Educación Técnica N°3 Prefectura Naval Argentina, asistieron 8(ocho) alumnos del 6to año, durante la tarde.
- En el caso del Liceo N°5, los asistentes pertenecían a los primeros años de la escuela (1° y 2°), siendo un total aproximado de 8 personas en cada turno.



### *Encuestas previas a la experiencia:*

De un total de 25 encuestas completas, se pudieron sacar las siguientes conclusiones:

- Los alumnos pertenecientes a la escuela técnica, poseen mayores conocimientos previos acerca de la Biología.
- De las 25 personas que respondieron la encuesta, sólo 6 conocen el término de Biología Molecular y a qué se refiere.
- Todos conocen a qué se refiere el término ADN.
- Un tercio de los encuestados, no tenía conocimiento si el ADN se podía ver a simple vista y de dónde se puede tomar la muestra

Cabe destacar, que en las 3 (tres) instituciones, se observaron diversidad de maquetas relacionadas al ADN, la composición de la célula y el cuerpo humano.

### *Encuestas a alumnos luego de la experiencia*

De un total de 22 encuestas, en líneas generales, los alumnos manifestaron que la práctica les resultó provechosa, divertida y creativa; quisieran en un futuro que se incluyan en este tipo de talleres en la asignatura Biología y la posibilidad de realizar mayores experimentos durante las jornadas educativas.

### *Encuestas a los docentes*

Al finalizar el taller, se obtuvo un feedback de los docentes, con los siguientes comentarios:

- Realizar material audiovisual (video) o de texto que facilite el aprendizaje de los alumnos, como por ejemplo: función biológica del ADN, técnicas actuales y aplicaciones.
- Importancia en contextualizar la experiencia, con alguna aplicación (ejemplo: genética forense), para despertar curiosidad en los alumnos.

- Incorporar contenidos teóricos en la currícula de Biología Molecular, tanto teóricos como prácticos, será de gran relevancia, en el marco que problematice las posibles aplicaciones, quiénes se benefician, controles a realizar, experiencias concretas (ejemplo: contaminación ambiental, daño a la salud).
- El trabajo práctico, realizado en forma de “kit”, aporta un valor diferencial, y la presencia de personal externo (en nuestro caso, estudiantes avanzadas de la carrera Biotecnología), enriquece la enseñanza en el aula y fomenta el aprendizaje. En caso de instituciones que no poseen laboratorio, resulta ser bastante novedoso.

En líneas generales, se observó gran interés desde el inicio tanto por los alumnos, como por los docentes y autoridades (directivos, y coordinadora del Club de Ciencias de la Ciudad de Buenos Aires).

En cuanto a la resolución de problemas, permitió fijar conocimientos y hasta sorprender a los alumnos, con la variedad de aplicaciones de la Biología Molecular.

Los principales obstáculos observados fueron: la entrada y salida constante de alumnos durante el taller, la presencia de un microscopio un tanto viejo y que no facilitó la visualización.

A continuación, se muestran fotografías de las jornadas realizadas:



**Escuela de Educación Media N°5 DE 10 Héroes de Malvinas.**

**Avenida Crámer 2136, CABA.**





**Escuela de Educación Técnica N°3 Prefectura Naval Argentina. Avenida 101 Ricardo  
Balbín 2281, San Martín, Provincia de Buenos Aires**



**Liceo N° 05 Pascual Guaglianone. Carabobo 286, CABA**

## 5-CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En forma inicial, se pudo evidenciar la presencia de numerosos programas de popularización de la ciencia, tanto a nivel nacional como provincial/municipal, que permiten el acercamiento de la ciencia a la población en general, sin distinción de clase social ni poder adquisitivo. Esto permite “derrumbar” ideas de que sólo la ciencia es para científicos, eruditos, inteligentes, es decir, la ciencia se encuentra alrededor nuestro de forma constante. “Hacer ciencia” no es sólo realizar diversidad de experimentos, sino también poder divulgarla.

Teniendo en cuenta a las escuelas de nivel medio, se observó, una débil presencia de contenidos de Ciencias Experimentales en la currícula. Este hecho se evidencia por diferentes causas:

- Escasez de recursos físicos, para desarrollo de experiencias de laboratorio que permitan afianzar conocimientos teóricos en los alumnos.
- Falta de renovación de programas educativos tal que haya un mínimo necesario de conocimientos teóricos, que permita a los estudiantes tener una buena base. Con respecto a la enseñanza práctica, deberían dictarse en las asignaturas, para que puedan estar orientados a desarrollar en ellos una verdadera actitud de método científico. Dicha desactualización de programas escolares atenta contra la atención de los alumnos y contra el interés en general.
- Inexistencia de equipamiento que reúna las condiciones de ser sencillo de manipular, poco costoso y poco riesgoso para los alumnos. Este suceso, se acentúa en mayor medida, en escuelas públicas, donde la compra de insumos, resulta ser más compleja, debido a procesos licitatorios extensos y falta de presupuesto propio.
- Falta de atención de los alumnos al docente, lo cual se ve acrecentado, por la existencia del uso de teléfonos celulares y redes sociales durante la jornada de clases.
- Porcentaje bajo de desempeño alto de alumnos bajo entre 2° y 3° año, siendo de vital importancia cuando comienzan a orientarse por el camino universitario. Además, se destaca un alto porcentaje de alumnos de primario y secundario, que no alcanzan los niveles mínimos de aprendizaje. Estas conclusiones, fueron extraídas desde el Ministerio de Educación de la Nación, a partir de los Operativos Nacionales de

Evaluación (ONE), donde participan las 24 jurisdicciones educativas del país de forma simultánea. Es decir, se realiza la evaluación del aprendizaje de los estudiantes, mediante pruebas en áreas de Lengua, Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales de la Educación Primaria y de la Educación Secundaria.

- Panorama educativo en declive: escenarios de días de pérdida de clases por los continuos paros docentes, reducción de matrícula estatal, desigualdad y exclusión social, incremento del índice de pobreza.
- Condiciones edilicias deplorables (comedores clausurados, escasez de baños en condiciones, aulas en mal estado) atentando contra el correcto bienestar educativo y limitando la capacidad del estudiante, para él un correcto y sólido aprendizaje.
- Contexto socio cultural: resulta difícil que el entorno educativo se pueda escapar a la realidad actual de la Argentina (violencia, discriminación, confrontación, premios y castigos inmediatos). Es decir, resulta prácticamente imposible, exigirle a la institución educativa, que se comporte como una entidad aislada y que no sea afectada por el sistema cultural, conllevando finalmente a afectar sus prácticas cotidianas.
- Condiciones laborales de los docentes: hoy en día éstos, llevan hasta incluso muchos meses sin cobrar su sueldo (en la gran mayoría de los casos, suele ser bajo), conllevando a un menor compromiso frente a los alumnos.

Visualizando los resultados de las encuestas a alumnos y graduados de carreras científicas, se puede destacar, que, en su gran mayoría, ninguno tuvo trabajos prácticos de Biología durante su paso por la escuela secundaria y la fuerte creencia, que la incorporación de los kits educativos sumado a la presencia de actores tales como, investigadores, profesores y alumnos universitarios puedan colaborar para la enseñanza de Biología, dentro de la currícula escolar.

Esta realidad, puede ser revertida, en alguna medida, mediante la propuesta de valor de “enCIENCIate”: un producto sencillo, económico, sin mayores riesgos tanto para el alumno como para el docente. Permite una fuerte conexión entre ambos, con un plus de un actor clave (uno de los integrantes de la empresa, que acompaña al docente durante el dictado del taller), y el desarrollo de una jornada científica.



En cuanto a la implementación del kit, se reflejaron algunos hechos a destacar:

- Nivel de atención de algunos alumnos baja, debida al uso de celular en clase y al constante acceso a redes sociales. Esto requerirá evaluar nuevas tácticas de retención (ejemplo: tutoriales, videos), para que el estudiante, pueda prestar atención durante la jornada.
- Menor conocimiento de la temática Biología, en el caso del Liceo y Bachiller, con respecto a la escuela técnica.
- Mejor uso y manipulación del material de laboratorio de los alumnos de la escuela técnica.
- Mayor entusiasmo de estudiantes más pequeños (de los primeros años del secundario: 13-15 años) durante el dictado de la práctica.

Todo esto conlleva, a elaborar nuevas prácticas y /o kits, abocadas a distinto público (años del alumno, nivel de estudios: bachiller o técnico), para el correcto aprendizaje y un mayor estímulo. La actual realidad nos indica que, en la enseñanza de la asignatura Biología en las escuelas de nivel medio, se abordan temas de Genética, en varias ocasiones, donde se requiere la realización de trabajos prácticos para su adecuado aprendizaje. Dicha necesidad se hace más evidente cuando se quiere transmitir aspectos abstractos o difíciles de visualizar, como por ejemplo la comprensión de la molécula de ADN y de sus propiedades, que la hacen “la molécula de la vida”. Para ello realizar experiencias con material de laboratorio de fácil obtención y su asociación con las propiedades físicas, químicas y biológicas del ADN es de gran importancia para el docente y de una experiencia novedosa e integradora para el alumno

Además, la implicancia de la enseñanza práctica no termina en el laboratorio, proporcionar al alumno tales experiencias puede servir de plataforma para otras discusiones y relacionar otras temáticas como terapias génicas, productos transgénicos, etc.

Uno de los propósitos de este trabajo, consiste en que los establecimientos educativos utilicen su potencial tanto como en instalaciones como en recursos humanos plasmados en sus

docentes. Es decir, que no se requiera de material complejo y de un amplio lugar para hacer esta experiencia.

Lamentablemente muchos docentes de nivel medio poseen los conocimientos, pero carecen de experiencia para llevar adelante estas experiencias, si bien la metodología se puede encontrar en internet o en bibliotecas, muchos aspectos a tener en cuenta y las dificultades que se presentan suelen desalentar a muchos. Por ello es necesario realizar talleres dirigidos a los docentes, donde los docentes pueden ser protagonistas y consultar las inquietudes.

En síntesis, el desarrollo de jornadas científicas y realización de trabajos prácticos en la temática de Biología Molecular, podría contribuir a la mejora en la enseñanza de asignaturas tales como Ciencias Naturales, asentando mejor los conocimientos, creando intriga, curiosidad, y desarrollando el pensamiento científico, en jóvenes, así como también despertando el interés por las ciencias experimentales, que en muchos casos, se presenta cierta reticencia debido a un mal concepto como algo “difícil y aburrido”.

Resulta vital la interacción entre docentes, científicos y /o personal relacionado al ámbito científico, y alumnos, fomentando la creatividad, favoreciendo el trabajo en equipo y la capacidad para resolución de problemas, investigación en diversas áreas de las Ciencias Experimentales; constituyendo un recurso altamente valioso para despertar vocaciones científicas y colaborando en el aprendizaje del día a día.

Teniendo en cuenta los actuales programas de popularización de la ciencia y el auge de emprendedorismo, se pueden aprovechar para potenciar aún más el desarrollo de la empresa. La apelación a subsidios por ejemplo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (AGENCIA-FONCYT, COFECYT) podría contribuir en gran medida al financiamiento y a la promoción de las actividades desarrolladas por “enCIENCIAte”.

Se podría recurrir a apoyos en el futuro, con organismos de Ciencia y Tecnología, centros de investigación, universidades, para potenciar aún más las actividades de promoción de la ciencia en las escuelas.

En cuanto a posibles mejoras de futuros kits de la empresa “enCIENCIAte” a implementarse se destacan:

- Utilización de una cuba electroforética, para realizar ensayos con enzimas de restricción analizando por ejemplo relaciones de parentesco, problemas de genética forense. Podría elaborarse un nuevo kit, o apelar a instituciones/organismos de investigación/laboratorios privados, que puedan ceder el espacio y así llevar a alumnos a realizar las prácticas.
- Confección de un portal web (ver Anexo 9), brindando a cada escuela/docente, un nombre de usuario y contraseña, con la compra de cada kit, para que pueda mantenerse actualizado de los productos de la empresa, y así poderse descargar todo el material online.
- Asesoramiento en el equipamiento de laboratorio en las instituciones educativas y para el montaje del mismo.
- Realizar capacitaciones a los docentes, de forma previa a desarrollar la experiencia, en horario extracurricular.
- Extender la confección de kits, hacia otros tipos, relacionados al área de Química y Física.
- Innovación en productos, adición de nuevos complementos futuros y ampliación: constante búsqueda de nuevas herramientas didácticas que le permitan al producto una rápida adaptación a las necesidades cambiantes del mercado educativo, así como también la incorporación de elementos nuevos conforme sea necesario.
- Recursos humanos bien entrenados: los empleados no sólo cuentan con una alta capacitación científica, sino que también cuentan con bases teórico-práctica en el área económica, marketing y de comunicación.

## 6-BIBLIOGRAFÍA

### Libros Consultados:

ALZOGARAY, Raúl A. Una tumba para los Romanov: y otras historias con ADN. 2ª ed. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2013. 144p. ISBN 978-987-629-217-7.

CHAUVIN, SILVANA, et al. Ciencias naturales 5: CABA: recursos para el docente. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Santillana, 2016. 32 p. ISBN 978-950-46-5119-2.

DIAZ, Alberto. Bio... ¿Qué? Biotecnología, el futuro llegó hace rato. 1ª ed. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2005. 128 p. ISBN 978-987-1220-29-8.

DIAZ, Alberto. Biotecnología en todos lados. 1ª ed. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2014. 176 p. ISBN 978-987-629-435-5.

GELLON, Gabriel, et al. La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla. 1ª ed. Buenos Aires: Paidós, 2005. 264 p. ISBN 950-12-6148-4.

GOLOMBEK, Diego A., Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. 1ª ed. Buenos Aires: Santillana, 2008. 90 p. ISBN 978-950-46-1983-3.

JOHNSON, Gerry, SHOLES, Kevan y WHITTINGTON, Richard. Dirección Estratégica. 7ª ed. Madrid: Pearson Educación, 2006. 712 p. ISBN:978-84-205-4618-6.

KOTLER, Philip y AMSTRONG, Gary. Marketing: Versión para Latinoamérica. 11ª ed. México: Pearson Educación, 2007. 760p. ISBN 970-26-0770-1.

MASSARANI, Luisa (org), RedPOP: 25 años de popularización en la ciencia en América Latina, 1ª ed. Río de Janeiro: Museu da vida, 2015. 148 p. ISBN 978-85239-97-8.

MEINARDI, Elsa, et al. Educar en Ciencias. 1ª ed. Buenos Aires: Paidós, 2010. 280 p. ISBN 978-950-12-1527-4.

OSTERWALDER, Alexander y PIGNEUR, Yves. Generación de un modelo de negocios. 1ª ed. Barcelona: Grupo Planeta, 2011. 285 p. ISBN 978-84-234-2841-0.



PERERA, Julián, TORMO, Antonio y GARCIA, José Luis. Ingeniería Genética. Volumen 1. 1ª ed. Madrid: Síntesis Editorial, 2002. 526 p. ISBN 84-7738-966-7.

PORTER, Michael. Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores. 1ª ed. Madrid: Ediciones Pirámide, 2009. 456 p. ISBN 978-843-68-2338-7

UNESCO. ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. 1ª ed. Santiago: Orealc/Unesco Santiago, 2005. 459 p. ISBN 956-8302-37-9.

**Artículos de Revistas Impresas y Papers:**

AVELLANEDA, Manuel F., LINSINGEN, Irlan V., Popularización de la ciencia y la Tecnología en América Latina, Revista mexicana de Investigación educativa, 2011, vol 16, n 51, p 1253-1272, ISSN 14056666.

JIMENEZ-TENORIO, Natalia, OLIVA, José María. Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2016, vol. 13, n 1, p 121-136, ISSN 1697-011X.

**Sitios web:**

BANCO DE LA NACION ARGENTINA [en línea] © 2018 [consulta 16 de feb.2018]  
<<https://www.lanacion.com.ar/>>

BANCO MUNDIAL. DÓNDE TRABAJAMOS [ en línea]© 2018 [consulta 16 de feb. 2018]  
<<http://www.bancomundial.org/es/country/argentina/overview>>

BASE EBSCO.AMÉRICA LATINA [en línea] [consulta 10 de feb.2017]  
<<https://www.ebsco.com/e/latam/acerca>>

BIO-CLASS [en línea] [consulta 16 de agos. 2017]  
<<http://bio-class.com/>>

BIOTED [en línea] [consulta 05 de may.2017]  
<<http://bioted.es/>>

CIENCIA EN ACCION [en línea] [consulta 05 de sept.2017]  
<http://www.cienciaenaccion.com/>

CONSEJO ARGENTINO PARA LA INFORMACION Y EL DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGIA [en Línea] [consulta 18 de mar.2017]  
<<http://www.argenbio.org/>>

CONCEJO NACIONAL DE LA CIENCIA, TECNOLOGIA e INNOVACION TECNOLOGICA de PERU.NOTICIAS [en línea] [consulta 24 de agos.2017]  
<<https://portal.concytec.gob.pe/index.php/noticias/815-concytec-presenta-programa-de-popularizacion-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion>>

DIARIO CLARIN [en línea] [consulta 16 de agos.2017]  
<<https://www.clarin.com/>>

DIARIO DIGITAL INFOBAE [en línea] [consulta 16 de agos.2017]  
<<https://www.infobae.com/>>

DIARIO DIGITAL INFOBAE. ECONOMIA [en línea] [consulta 30 de jul.2017]  
<<https://www.infobae.com/economia/finanzas-y-negocios/2017/07/24/el-dolar-sube-12-centavos-queda-mas-cerca-de-los-18-pesos/>>

DIARIO DIGITAL INFOBAE. TENDENCIAS [en línea] [consulta 30 de mar.2017]  
<<https://www.infobae.com/tendencias/2017/03/21/pruebas-aprender-dramatico-diagnostico-sobre-la-educacion-argentina/>>

DIARIO DIGITAL INFOBAE. TENDENCIAS [en línea] [consulta 29 de jul.2017]<<https://www.infobae.com/tendencias/2017/07/10/alarmante-panorama-de-la-adolescencia-en-argentina-mas-de-la-mitad-no-termina-el-secundario/>>

DIARIO LA NACIÓN [en línea] [consulta 5 de mar.2018] <<https://www.lanacion.com.ar/>>

ESCUELAS ORT [en línea] [consulta 29 de jun.2017] <<http://www.ort.edu.ar/>>

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS UBA.EXTENSION UNIVERSITARIA [en línea] [consulta 08 de agos.2017] <[www.exactas.uba.ar/extension/comunicacion-publica-de-la-ciencia/semanas-de-la-ciencias](http://www.exactas.uba.ar/extension/comunicacion-publica-de-la-ciencia/semanas-de-la-ciencias)>

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUAENOS AIRES. ACTIVIDADES CIENTIFICAS INFANTILES Y JUVENILES [en línea] [consulta 16 agos.2017] <<http://www.buenosaires.gob.ar/educacion/escuelaabierta/actividades-cientificas-infantiles-y-juveniles>>

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUAENOS AIRES. EDUCACIÓN [en línea] [consulta 16 agos.2017] <<http://www.buenosaires.gob.ar/educacion>>

INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL [en línea] [consulta 01 mar.2018] <<http://www.inpi.gob.ar/>>

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION PRODUCTIVA [en línea] [03 de agos.2017]<<https://www.argentina.gob.ar/ciencia?p=>>

MINISTERIO DE EDUACIÓN de la REPÚBLICA ARGENTINA [en línea] [consulta 03 de agos.2017]<<https://www.argentina.gob.ar/educacion>>

MINISTERIO DE NEGOCIOS, INNOVACION Y EMPLEO DE NUEVA ZELANDA [en línea] [consulta 18 de may.2017]<<http://www.mbie.govt.nz/>>

RED DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE [en línea] [consulta 20 agos.2017] <<https://www.redpop.org/>>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL [en línea] [consulta 13 de dic.2017] <<https://www.unl.edu.ar/>>

**Guías Materia de Grado:**

PRADA, Federico, LLERA, Andrea. *et al.* Guía de actividades de Técnica Biotecnológicas, 2010, materia dictada en UADE.

**Tesis Académica:**

OCCELLI, Maricel. La enseñanza de la Biotecnología en la escuela secundaria y su abordaje en los libros de texto: Un estudio en la ciudad de Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba, 2013. 155 p. ISBN 978-950-3-1089-2

**Guía de gestión interna:**

GOBIERNO DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES, 2017. Subsecretaría de Coordinación pedagógica y equidad educativa. Dirección general de escuela abierta. Dirección general de escuela abierta. Gerencia operativa de recorridos educativos. Programas de actividades científicas. Club de Ciencias.

## 7-ANEXOS

### Anexo 1. Encuestas a docentes

#### ENCUESTA A DOCENTES

**APELLIDO Y NOMBRE DEL DOCENTE:**

**INSTITUCIÓN:**

**FECHA:**

UN PAR DE PREGUNTAS LUEGO DE EXTRAER EL ADN...¿Te pareció una experiencia didáctica, interactiva y novedosa?

1. ¿Qué cambios realizaría al kit/trabajo práctico?
2. ¿Considera que sería importante incorporar contenidos de Biología Molecular, tanto prácticos como teóricos en la currícula?
3. ¿Cree que sería esencial en un futuro cercano, realizar experiencias con los alumnos de enseñanza media con laboratorios de investigación, universidades, entre otras?
4. COMENTARIOS

## **Anexo 2. Encuestas en Escuelas. Encuesta a alumnos antes de empezar la experiencia**

### **ENCUESTA ALUMNOS**

**APELLIDO Y NOMBRE:**

**INSTITUCIÓN:**

**DOCENTE:**

**FECHA:**

UN PAR DE PREGUNTAS ANTES DE COMENZAR LA EXPERIENCIA...

1. ¿Qué significa la sigla ADN? ¿Qué conocimientos posee acerca del ADN?
2. ¿Alguna vez escuchaste el término Biología Molecular?
3. ¿Crees que podremos visualizar la molécula de ADN a simple vista?
4. ¿De dónde podemos tomar muestras para realizar la extracción de ADN?

### **Anexo 3. Encuestas en Escuelas. Encuesta a alumnos luego de la experiencia**

#### **ENCUESTA ALUMNOS**

**APELLIDO Y NOMBRE:**

**INSTITUCIÓN:**

**DOCENTE:**

**FECHA:**

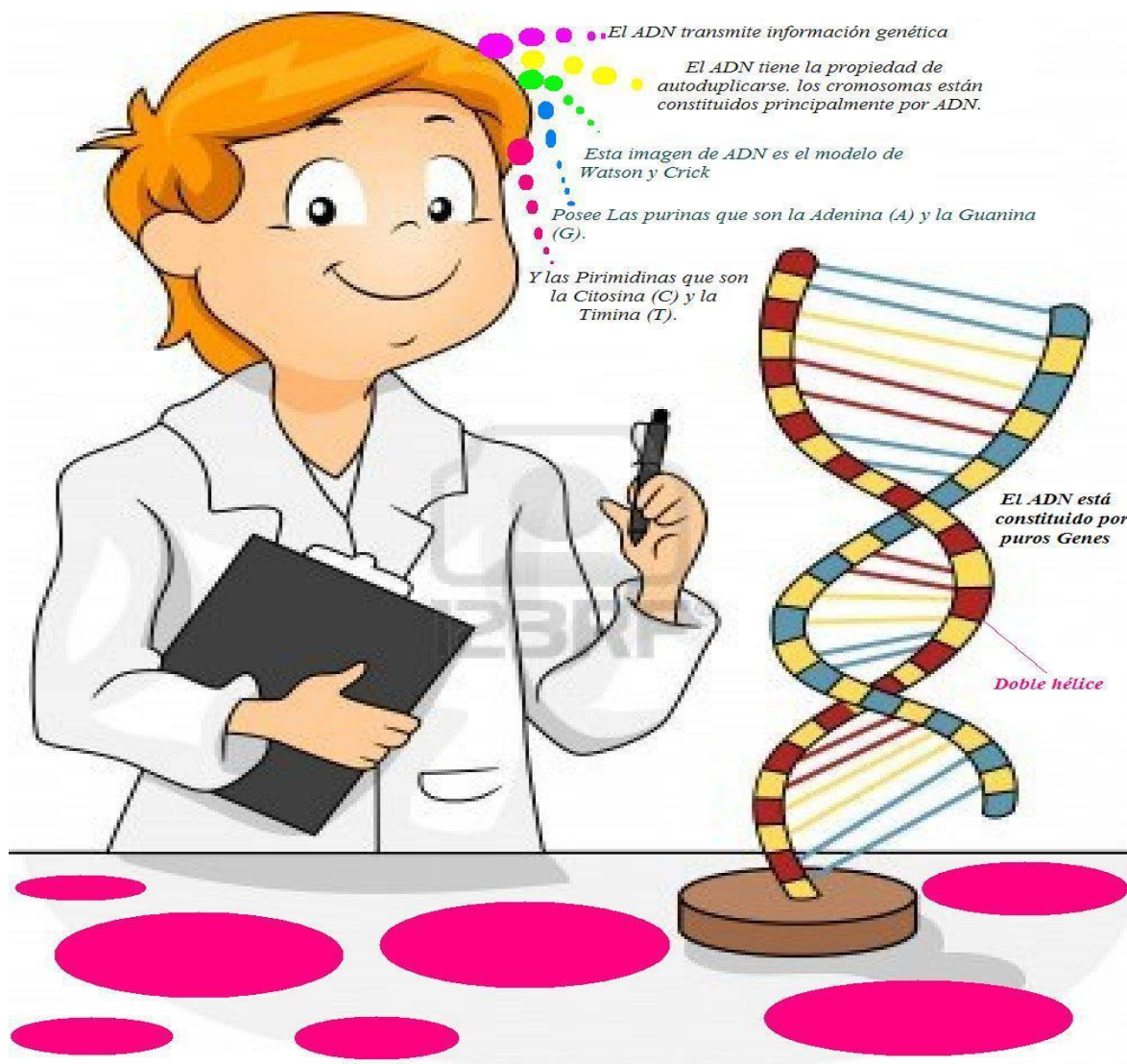
UN PAR DE PREGUNTAS LUEGO DE EXTRAER EL ADN...

1. ¿Te pareció una experiencia divertida y didáctica?
2. ¿Aprendió más sobre el ADN?
3. ¿Te gustaría incluir esos talleres en la asignatura Biología?
4. ¿Qué cambiarías de los trabajos prácticos realizados durante la experiencia?
5. COMENTARIOS

## Anexo 4. Guía para el docente

### GUIA PARA el docente

### Extracción de ADN de vegetales y saliva humana







## INTRODUCCION. Breve marco de referencia conceptual

### ADN, GENES Y CODIGO GENETICO

#### Del ADN a la biotecnología moderna

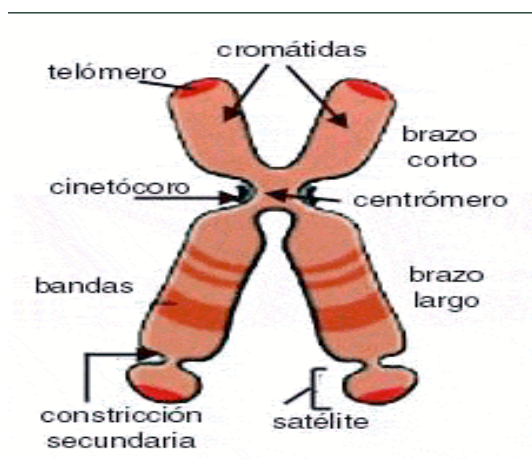
El conocimiento del ADN (ácido desoxirribonucleico), su estructura y función, fue determinante para el desarrollo de la biotecnología moderna.

La estructura de doble hélice del ADN, que los investigadores James Watson y Francis Crick propusieron en 1953 proporcionó respuestas a muchas preguntas que se tenían sobre la herencia. Predijo la autorreplicación del material genético y la idea de que la información genética estaba contenida en la secuencia de las bases que conforman el ADN. Más aún, con el correr de los años y de las investigaciones, se pudo determinar que todos los seres vivos contienen un ADN similar, formado a partir de las mismas unidades: los nucleótidos. Este código genético mediante el cual se “escriben” las instrucciones celulares es común a todos los organismos. Es decir que el ADN de un ser humano puede ser “leído” dentro de una bacteria, y una planta puede interpretar la información genética de otra planta diferente. A esta propiedad de la información genética se la conoce como “universalidad del código genético”.

El código genético universal es uno de los conceptos básicos para comprender los procesos de la biotecnología moderna. Por ejemplo, la posibilidad de generar organismos transgénicos, y que las instrucciones del ADN de un organismo puedan determinar nuevas características en organismos totalmente diferentes.

#### La función del ADN

El ADN tiene la función de “guardar información”. Es decir, contiene las instrucciones que determinan la forma y características de un organismo y sus funciones. Además, a través del ADN se transmiten esas características a los descendientes durante la reproducción, tanto sexual como asexual. Todas las células, procariotas y eucariotas, contienen ADN en



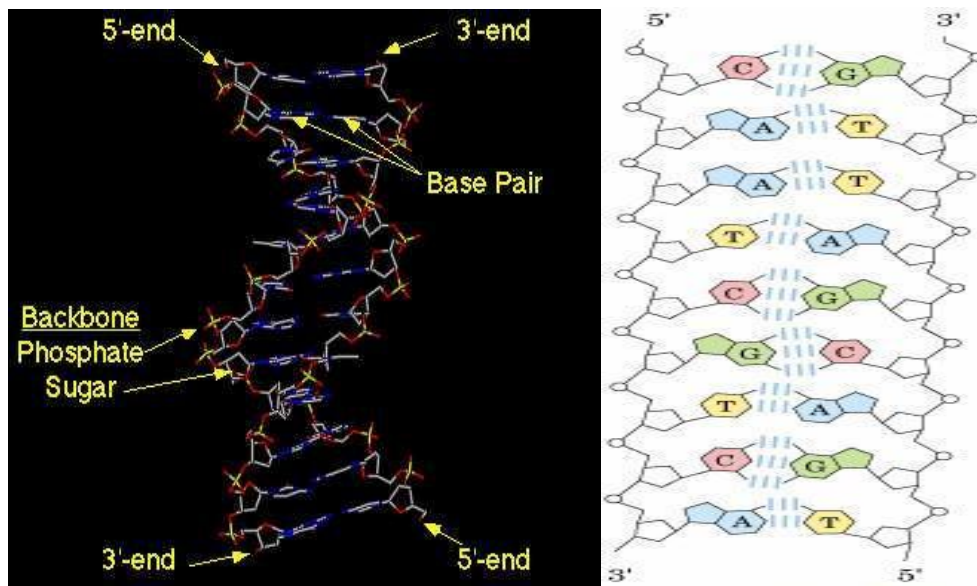
sus células. En las células eucariotas el ADN está contenido dentro del núcleo celular, mientras que en las células procariotas, que no tienen un núcleo definido, el material genético está disperso en el citoplasma celular.

### La estructura del ADN

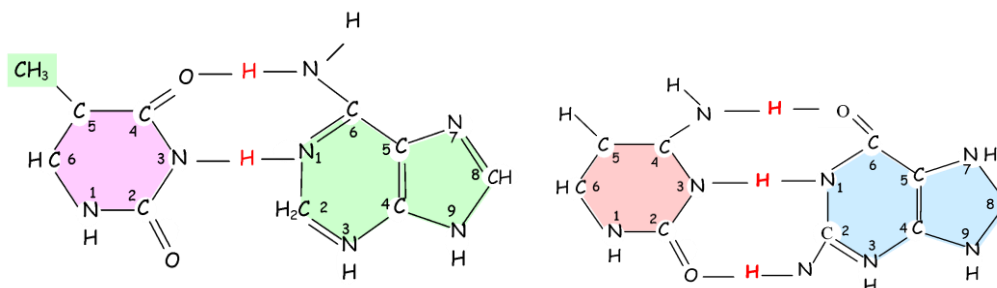
El ADN está organizado en cromosomas. En las células eucariotas los cromosomas son lineales, mientras que los organismos procariotas, como las bacterias, presentan cromosomas circulares. Para cada especie, el número de cromosomas es fijo. Por ejemplo, los seres humanos tienen 46 cromosomas en cada célula somática (no sexual), agrupados en 23 pares, de los cuales 22 son autosomas y un par es sexual. Una mujer tendrá un par de cromosomas sexuales XX y un varón tendrá un par XY.

### Watson y Crick y el modelo de la doble hélice:

El ADN es una doble hélice donde las cadenas se encuentran asociadas por interacción entre las bases nitrogenadas por enlaces de hidrógeno. Estas bases se encuentran hacia el interior de la hélice por su carácter hidrofóbico mientras que el esqueleto azúcar-fosfato se encuentra hacia el exterior.



Las bases presentes en el DNA son Adenina (A), Guanina (G), Citosina (C), y Timina (T). En el RNA el uracilo(U) reemplaza a la timina. La A puede formar enlaces de hidrogeno solo con la T mientras que la C solo puede hacerlo con la G. A esto se le llamó apareamiento de bases y las bases pareadas se dicen que son **complementarias**.



## Anexo 5. Actividades en el aula

### ACTIVIDAD 1

#### A Descubrir Nuestro ADN...

Realizando una extracción de ADN proveniente de distintas muestras (piel, sangre, saliva, cabello), se pueden efectuar cortes en pequeños fragmentos utilizando enzimas, y posteriormente la separación en un campo eléctrico. El resultado de este ensayo será una placa radiográfica, mostrando bandas características similares a los códigos de barras utilizados para marcar los precios de las mercaderías. ¡Este ensayo nos permite establecer relaciones de parentesco, detección de enfermedades genéticas, identificar al culpable de un crimen!

#### ¡A resolver un crimen al estilo CSI!

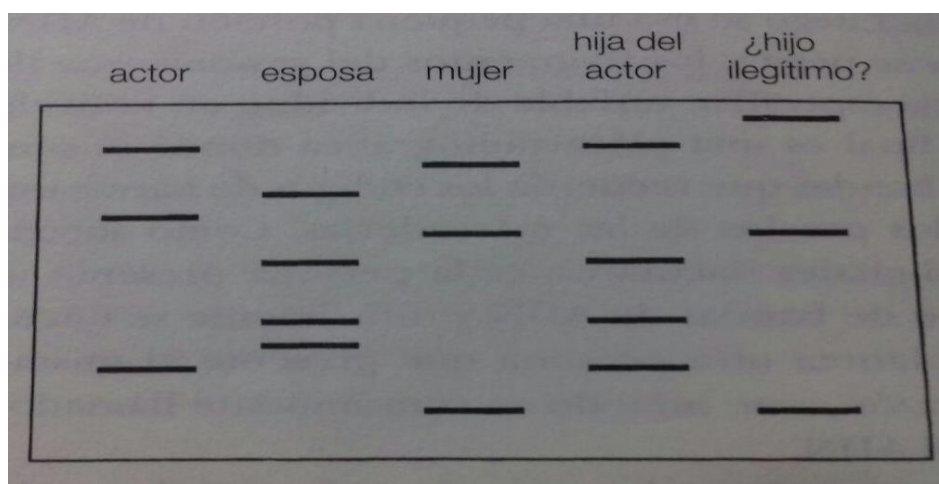
Mediante la utilización de análisis de repetición de secuencias de ADN altamente variables, denominadas minisatélites y microsátélites, se revolucionó la medicina forense. Estos mismos se pueden asignar de forma precisa a cada persona.

#### Procedimiento para realizar una huella digital de ADN:

- ✓ Extraer una muestra de ADN (cabello, sangre, semen, piel).
- ✓ Realizar cortes del ADN en distintos fragmentos, utilizando enzimas de restricción.
- ✓ Separación de los fragmentos en un campo eléctrico, realizando la técnica de electroforesis en gel.
- ✓ Se agrega una porción de ADN marcado radiactivamente, el cual se pega a los fragmentos separados en el gel (aquellos que llevan una secuencia específica variable de individuo a individuo).
- ✓ Revelado de una placa radiográfica, donde se observan bandas similares a un código de barras que se visualizan en los productos que compramos en un supermercado!

Uso de la huella digital del ADN para identificar al culpable de un crimen (extraído del libro “Una tumba para los Romanov y otras historias con ADN”, autor: Raúl Alzogaray. Editorial: Siglo Veintiuno, 2008).

La huella digital del DNA de una muestra de semen encontrada en la vagina de una mujer violada es comparada con las huellas de la víctima y las de tres sospechosos. *¿Es alguno de ellos el culpable?*



**RESPUESTA:** La huella del semen no comparte ninguna banda con la víctima. Esto indica que el semen fue bien separado del fluido vaginal y no está contaminado con ADN de la mujer atacada. Los sospechosos 1 y 3 son inocentes, pues no presentan ninguna banda en común con el semen. Las huellas del semen y del sospechoso 2, en cambio, son idénticas. Él es el culpable.

## ACTIVIDAD 2

### ¿Quiénes son mis padres?

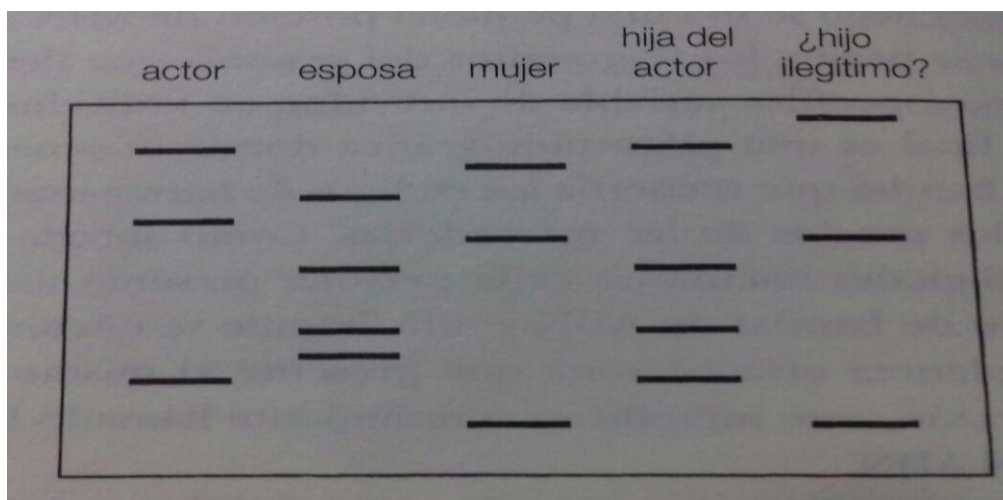
Mediante la realización de estudio de filiación, se pueden establecer relaciones de parentesco entre padres e hijos. Se utilizan métodos de Biología Molecular que permiten identificar el “patrón” de marcadores genéticos de un individuo. Es decir, se realiza la comparación del marcador genético con una “huella digital” en el ADN de las personas que participan del estudio, y comparándolas, se deduce un posible parentesco entre ellos.

Procedimiento para realizar una huella digital de ADN:

- ✓ Extraer una muestra de ADN (cabello, sangre, semen, piel).
- ✓ Realizar cortes del ADN en distintos fragmentos, utilizando enzimas de restricción.
- ✓ Separación de los fragmentos en un campo eléctrico, realizando la técnica de electroforesis en gel.
- ✓ Se agrega una porción de ADN marcado radiactivamente, el cual se pega a los fragmentos separados en el gel (aquellos que llevan una secuencia específica variable de individuo a individuo).
- ✓ Revelado de una placa radiográfica, ¡donde se observan bandas similares a un código de barras que se visualizan en los productos que compramos en un supermercado!

Uso de la huella digital del ADN para identificar al culpable de un crimen (extraído del libro “Una tumba para los Romanov y otras historias con ADN”, autor: Raúl Alzogaray. Editorial: Siglo Veintiuno, 2008).

Una mujer demanda a un actor famoso. Ella afirma que tiempo atrás él la dejó embarazada. Ahora que es famoso y rico, ella ha decidido reclamarle una importante suma de dinero para mantener al hijo de ambos. El actor, que está casado desde antes que naciera el supuesto hijo ilegítimo, está casi convencido de que la mujer miente y acepta que su familia se someta a una prueba genética. El laboratorio obtiene las siguientes huellas digitales. ¿Es el actor el padre de la criatura?



RESPUESTA: Las huellas del actor, su esposa y la mujer son completamente diferentes, lo que indica que, como era de esperar, no hay parentesco biológico entre ellos. La hija del actor presenta cuatro bandas. La primera y la cuarta (contando desde arriba) aparecen en la huella digital de su padre, la segunda y la tercera aparecen en la huella digital de su madre. Sin lugar a dudas, ella es hija legítima del matrimonio.

El hijo de la demandante presenta, tres bandas. La segunda y la tercera aparecen en la huella digital de su madre, la primera no aparece ni en la huella de su madre ni en la del actor. Esta última banda proviene del padre del niño que no es el actor.



## Anexo 6. Trabajos experimentales para el aula.

### TRABAJOS PRACTICOS EXPERIMENTALES

Mediante estas actividades se pretende llevar a cabo una suerte de “construcción didáctica”, de forma sencilla, con materiales que tenemos a mano, de lo que realizamos en el laboratorio habitualmente para la extracción de una muestra de ADN, llamada “miniprep”, explicando que ocurre en cada paso.

#### “Miniprep” por lisis alcalina con SDS, para una preparación plasmídica de E. Coli.

- 1) Crecer 2-3ml de un cultivo rico en medio apropiado con selección de antibióticos.
- 2) Colocar 1,5ml de pellet en un tubo para microcentrífuga por 30 segundos-2 minutos.
- 3) Descartar sobrenadante (*los restos de pared inhiben las enzimas de restricción*) y vortexear el pellet hasta obtener una pasta celular.
- 4) Adicionar 0,2ml de solución fresca de Lisozima (*degradación de pared bacteriana*), mezclar suavemente e incubar en hielo por 5 minutos. Dicha solución se compone: 5mg lisozima + 1ml GET (**contiene Glucosa, EDTA, Tris -HCl pH 8,0, para mantener osmolaridad y pH estables, inhibidor de DNAsas**).
- 5) Adicionar 0,4 ml de solución fresca de NaOH-SDS (*permite la lisis alcalina, desnaturalización del ADN*). Mezclar suavemente balanceando el tubo. La solución debería tornarse traslúcida a medida que se lisan las células. Incubar en hielo por 5 minutos.
- 6) Adicionar 0,3ml de Solución de Acetato de Potasio (*permite la renaturalización del ADN, precipitación del ADN plasmídico y de proteínas-SDS*). Debería observarse un precipitado. Se puede congelar en este punto para aumentar el rendimiento, pero no es necesario

#### UN PAR DE PREGUNTAS ANTES DE COMENZAR LA EXPERIENCIA...

1. ¿Qué significa la sigla ADN? ¿Qué conocimientos posees acerca del ADN?
2. ¿Alguna vez escuchaste el término Biología Molecular o Biotecnología?
3. ¿Crees que podremos visualizar la molécula de ADN a simple vista?

4. ¿De dónde podemos tomar muestras para realizar la extracción de ADN?

**Extracción de ADN vegetal**

Los estudiantes extraerán ADN de tomate licuados con agua. Una parte de esta mezcla de tomate, luego es tratada con detergente y sal, mezclada durante 2 minutos, y luego escurrida a través de un filtro de café. A lo filtrado se le agrega alcohol frío y es éste el momento cuando el ADN de la solución de tomate se precipita y se hace visible. El detergente disuelve los lípidos (moléculas grasas) y las proteínas de la membrana celular, rompiendo las uniones que mantienen la integridad de la misma. De esta forma se libera el contenido celular. Luego, el detergente forma complejos con los lípidos y las proteínas, permitiendo



que los mismos sean separados del ADN por filtración. Así se libera el ADN. La sal permite que el ADN precipite en una solución fría de alcohol y que las cadenas de ADN no se corten.

El alcohol en presencia de alta sal estimula el precipitado del ADN, también la función del alcohol es extraer el agua de la molécula de ADN, por eso el ADN precipita (salting out). Esta experiencia también se puede hacer con alcohol isopropílico, pero el alcohol isopropílico es más fuerte, por lo tanto se sugiere usar menos volumen, también recomendamos que el alcohol se encuentre frío para esta experiencia.

A veces en la escuela no contamos con algún instrumento para medir, lo que sugerimos es que si se usa alcohol etílico se coloque más o menos el triple de volumen de la cantidad de muestra que logramos filtrar.

También vale la aclaración que es mejor una varilla de vidrio para levantar el ADN, ya que se pega mejor en vidrio.



## **EXTRACCIÓN de ADN de SALIVA**

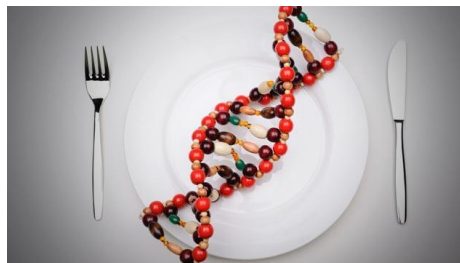
En esta práctica los alumnos realizarán la extracción de ADN de las células de descamación de las células del epitelio mucoso del interior de la boca.

En esta práctica no es necesario que el alcohol se encuentre frío. Aquí le agregamos un poco de colorante al alcohol para poder visualizar mejor la formación del precipitado de ADN, después de unos minutos empezaremos a ver el precipitado de ADN que se forma como un “remolino” y si lo dejamos más tiempo el ADN sube a la superficie del vaso.

## Guía práctica para extracción de ADN vegetal

### Extracción de ADN vegetal

La extracción de ADN del tomate, requiere distintas etapas: ruptura de la pared celular y la



membrana plasmática para poder acceder al núcleo de la célula. Luego, se debe fragmentar la membrana nuclear, permitiendo así la liberación del ADN. Se utiliza detergente, con la finalidad de emulsionar los lípidos de las membranas celulares provocando la ruptura. La sal evita la unión de las proteínas al ADN.

Para aislar el ADN se debe realizar la precipitación en alcohol, separándolo de otros componentes celulares los cuales quedarán en una fase acuosa. El ADN es soluble en agua, pero cuando se encuentra en alcohol se desenrolla y precipita en la interfase entre el alcohol y el agua.

### **Materiales:**

- 1 taza o vaso de plástico (por grupo)
- Licuadora
- Una cuchara plástica para medir y mezclar
- 2 filtros de papel de café N° 2 (conos)
- Agua destilada o agua mineral
- Detergente de color claro
- 1 tomate
- Sal de mesa, con o sin Iodo
- 1 pipeta de transferencia plástica o un gotero médico
- 1 tubo que contenga de etanol 96% o 91% de alcohol isopropílico
- 1 conservadora con hielo para enfriar los tubos con alcohol

- 1 varilla de vidrio o 1 pipeta Pasteur
- Colorante Azul de Metileno
- Portaobjetos
- Bicarbonato de Sodio
- 1 tubo de ensayo

**Procedimiento para la extracción del ADN Preparar una solución de tomate procesados con sal, agua destilada y detergente mediante los siguientes pasos:**

1. En una licuadora, mezclar un tomate por taza de agua destilada o mineral (250ml).
2. Licuar por 15-20 segundos, hasta que la solución se mezcle. A esta solución de tomate se sugiere pasarlo por un colador común para eliminar la pulpa o piel.
3. En una taza, preparar una solución consistente en 250 ml de agua (una taza), dos cucharadas rasas de sal, 6 cucharaditas rasas de Bicarbonato de Sodio y dos chorritos de detergente.
4. Mezclamos 10 ml del triturado de tomate (aproximadamente 3 goteros) con 20 ml de la solución del punto 3, tapamos, agitamos y esperamos aproximadamente 2 minutos.
5. Filtramos la solución del punto 4.
6. Tomamos 5 ml del filtrado y lo colocamos en un tubo de ensayo, le añadimos lentamente 5 ml de alcohol (en lo posible frío) por la pared del tubo, esperamos unos 2 o 3 minutos, en la interfase del tomate y el alcohol aparecerá el ADN.
7. Cuando se obtienen buenos resultados, habrá suficiente ADN para levantar con una varilla de vidrio (el ADN se enrolla a la varilla). O usando una pipeta de Pasteur que haya sido calentada en la punta para formar un gancho, se puede recuperar (tomar) algo de ADN. El ADN tiene la apariencia de mucus blanco y fibroso.

### **Observación del ADN:**

8. Se coloca una parte de ese floculo formado, se procede a realizar la tinción con azul de metileno diluido durante 3 minutos. Se deja secar y se lleva al microscopio óptico para su observación.

### **Guía práctica para extracción de ADN de Saliva Humana**

Extracción de ADN de saliva humana



El ADN tiene la función de “guardar información”. Es decir, contiene las instrucciones que determinan la forma, características de un organismo y sus funciones. Además, a través del ADN se transmiten dichas características a los descendientes durante la reproducción, tanto sexual como asexual. Todas las células, procariotas y eucariotas, contienen ADN en sus células. En las células eucariotas (animales, humanos, vegetales y levaduras) el ADN está contenido dentro del núcleo celular, mientras que en las células procariotas (bacterias), que no posee un núcleo definido, el material genético se encuentra está disperso en el citoplasma celular.

En esta práctica realizaremos la extracción de ADN de las células de descamación de las células del epitelio mucoso del interior de la boca, poniendo de manifiesto su estructura enrollada, que permite el empaquetamiento en el núcleo celular.

Una vez realizada la extracción, observaremos el producto obtenido al microscopio.

#### **Materiales:**

- 2 tazas vasos de plástico (por grupo)
- Una cuchara plástica para medir y mezclar
- 500 ml de agua destilada o agua mineral
- Detergente de color claro
- Sal de mesa, con o sin Iodo

- 1 pipeta de transferencia plástica o un gotero médico
- 1 tubo que contenga de etanol 96%
- 1 recipiente con hielo para enfriar los tubos con alcohol
- 1 varilla de vidrio o 1 pipeta Pasteur
- Colorante Azul de Metileno
- Portaobjetos

**Procedimiento para la extracción del ADN de saliva humana procesada con sal, agua destilada y detergente, mediante los siguientes pasos:**

1. Colocar en 500 ml de agua en un vaso y agregarle una cucharada rasa de sal.
2. Tomar 3 cucharadas de esa mezcla, hacer buches por aproximadamente 1 minuto y expulsar el contenido en un vaso.
3. En otro vaso, preparar una solución consistente en 100 ml de Alcohol, adicionando unas gotas de azul de metileno diluido.
4. A la muestra de saliva agregarle 3 gotas de detergente y mezclar, tratando de no hacer espuma, esperar 2 o 3 minutos.
5. Pasar la mitad de la solución de Alcohol con colorante al vaso con la muestra de la saliva, esperar de 2 a 5 minutos y aparecerá el ADN
6. Cuando se obtienen buenos resultados, habrá suficiente ADN para levantar con una varilla de vidrio (el ADN se enrolla en la misma). También se puede realizar usando una pipeta de Pasteur que haya sido calentada en la punta para formar un gancho, se puede recuperar (tomar) algo de ADN. El ADN tiene la apariencia de mucus blanco y fibroso.

**Observación del ADN:**

7. Se coloca una pequeña cantidad de ese flóculo (ADN) y se tiñe con azul de metileno diluido durante 3 minutos. Se deja secar y se lleva al microscopio óptico para su observación.





## ANEXO 7. Carta de presentación clubes de ciencias

### *CARTA DE PRESENTACIÓN PARA CLUBES DE CIENCIA- ACTIVIDADES CIENTÍFICAS (MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE CIUDAD DE BUENOS AIRES)*

#### *ADescubrirNuestro...*

En Inglaterra, en el año 1953, dos científicos llamados Watson y Crick “descubrieron” una gran molécula: ADN. Ésta misma, presente en todos los seres vivos, tiene una estructura de doble hélice y es quien codifica nuestra información genética (color de ojos, tipo de cabello, estatura, etc.).

Realizando una extracción de ADN proveniente de distintas muestras (piel, sangre, saliva, cabello), se pueden efectuar cortes en pequeños fragmentos utilizando enzimas, y posteriormente la separación en un campo eléctrico. El resultado de este ensayo será una placa radiográfica, mostrando bandas características similares a los códigos de barras utilizados para marcar los precios de las mercaderías. ¡Este ensayo nos permite establecer relaciones de parentesco, detección de enfermedades genéticas, identificar al culpable de un crimen!

¡Durante la jornada de ciencias, realizaremos una extracción de DNA, proveniente de muestras de saliva y tomate, además de una resolución de problemas de ingenio! ¡Esperamos que puedan disfrutar y aprovechar el resultado de esta experiencia!

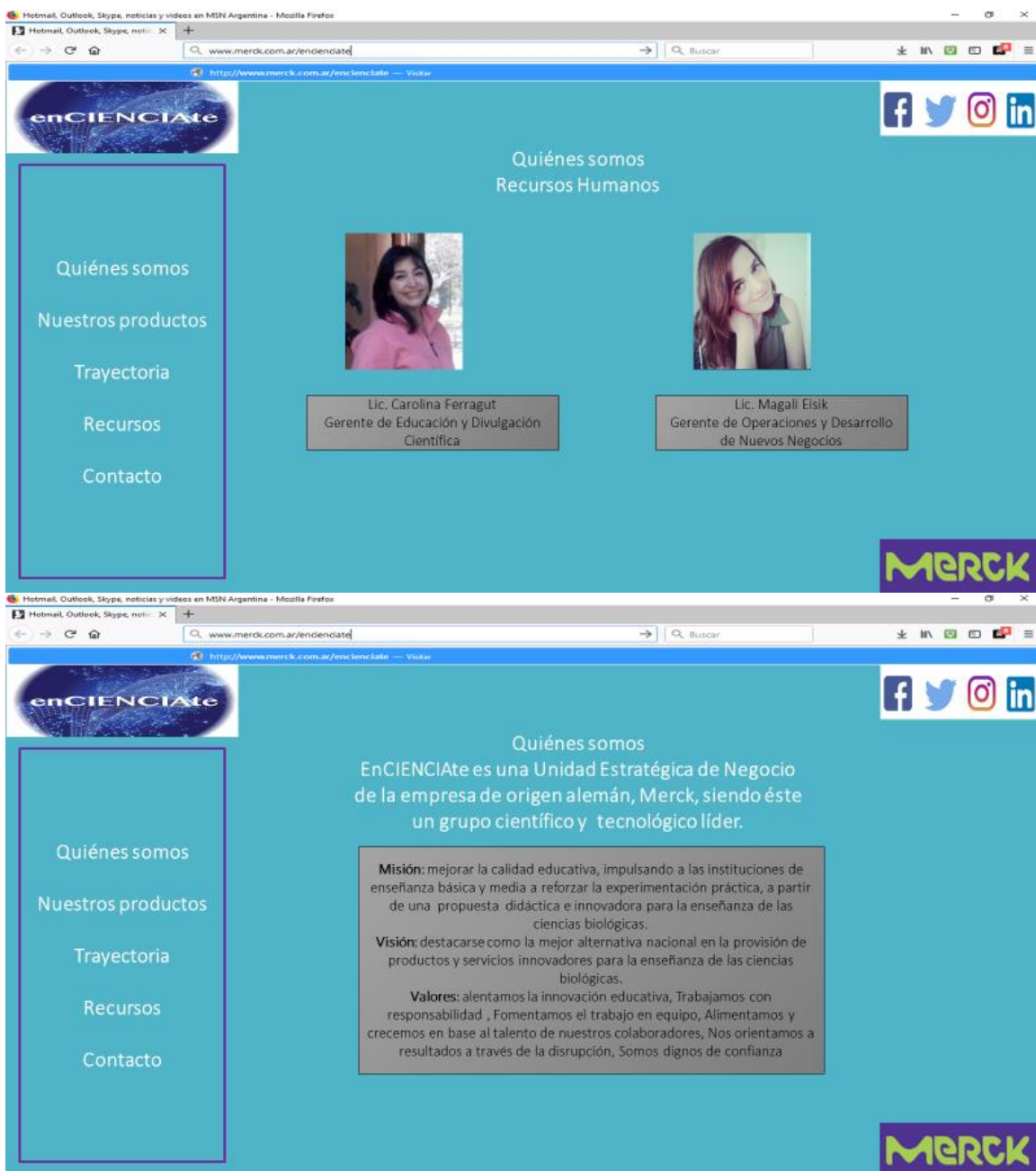
¡Muchas gracias!

Tesinistas de UADE, Carrera Lic. En Biotecnología. “Desarrollo e implementación de un kit de Biología Molecular: Difusión de las ciencias Biológicas en la Enseñanza Media”

MagalíEisik. DNI 33.531.731

Carolina Ferragut. DNI 22.504.742

### Anexo 8. Modelo de página web



## Anexo 9. Encuesta Google Form para el docente

### ENCUESTA A DOCENTES

"Desarrollo e implementación de un kit de Biología Molecular: Difusión de las Ciencias Biológicas en la Enseñanza Media"

Estimados, espero que se encuentren muy bien. Estamos realizando esta encuesta para nuestra tesis de la carrera Lic. en Biotecnología, de UADE. Se encuentra destinada a docentes de ciencias experimentales de establecimientos educativos de enseñanza media y de últimos años de la escuela primaria. Muchas gracias! Saludos. Carolina y Magalí.

- 1) Correo electrónico.
- 2) Nombre
- 3) ¿Qué asignaturas dictó/dicta actualmente?
- 4) Lugares donde dictó/dicta clases.
- 5) Tipo de establecimiento educativo:
  - Público
  - Privado
  - Ambos
- 6) ¿Dicta/dictó contenidos teóricos o prácticos o ambos?
- 7) En caso de dictar contenidos prácticos, ¿cuáles son? Puede describir brevemente un ejemplo de trabajos prácticos realizados. ¿Con que tipo de equipamiento de laboratorio cuenta?
- 8) Si solo dicta contenidos teóricos, ¿Por qué no incorpora parte práctica?
- 9) ¿Cómo cree que se podría mejorar la enseñanza de ciencias experimentales en el nivel medio?
- 10) ¿Piensa que la incorporación de kits educativos, en la enseñanza de Biología Molecular, podría contribuir a un mejoramiento de la enseñanza en el aula?
- 11) ¿Considera que la participación de alumnos y docentes universitarios o investigadores de CONICET, podría contribuir a la enseñanza de las Ciencias Experimentales en las aulas?
- 12) ¿Qué considera necesario para optimizar la enseñanza de la Biología Molecular?

- 13) ¿Cuáles consideran que son los disparadores que motivan a los estudiantes a interesarse en las Ciencias Experimentales?
- 14) ¿En qué rangos de edades cree usted que los alumnos se interesan más en las Ciencias Experimentales?
- 15) ¿Considera que aparte de la parte experimental, también se podría incorporar un manual de orientación docente?

## **Anexo 10. Encuesta Google Form a alumnos y graduados de carreras científicas**

### **ENCUESTA A ALUMNOS Y GRADUADOS DE CARRERAS CIENTÍFICAS**

"Desarrollo e implementación de un kit de Biología Molecular: Difusión de las Ciencias Biológicas en la Enseñanza Media"

Estimados, nos encontramos realizando esta encuesta para nuestra tesis de grado de UADE, la misma se encuentra destinada a alumnos y graduados de carreras científicas. ¡Agradecemos su tiempo para realizarla! Carolina y Magalí.

#### 1) Edad

- 17-22
- 23-28
- 29-34
- 35-40
- Mayor a 40

#### 2) Sexo

- Femenino
- Masculino

#### 3) Carrera universitaria

- Lic. en Biotecnología
- Lic. en Bioinformática
- Ingeniería/Tecnicatura/Lic. en Alimentos
- Lic. en Gestión Ambiental
- Lic. en Gestión Agropecuaria
- Medicina
- Bioquímica
- Farmacia
- Profesorado
- Odontología
- Lic. en Ciencias Biológicas
- Otro:

4) ¿En qué institución te encuentras estudiando?

- UADE
- UBA
- UNQUI
- UNSAM
- CAECE
- UB
- USAL
- UCA
- Otro:

5) ¿A qué escuela de enseñanza media asististe?

- Normal
- Bachiller
- Técnico
- Comercial
- Industrial
- Otro:

6) ¿Tuviste trabajos prácticos de Biología en la escuela secundaria?

- Sí
- No
- NS/NC

7) ¿En qué año durante la escuela secundaria, te orientaste hacia la carrera actual?

- 1°
- 2°
- 3°
- 4°
- 5°
- 6°
- NS/NC

- 8) ¿Qué nivel de dificultad considera que tiene la enseñanza de la Biología Molecular en las escuelas de enseñanza media?
- Alto
  - Medio
  - Bajo
  - NS/NC
- 9) ¿Pensás que sería adecuado incluir trabajos prácticos en el área de Biología Molecular en las escuelas de enseñanza media?
- Sí
  - No
  - NS/NC
- 10) ¿Consideraría que sería importante la interacción de docentes de Biología de enseñanza media con científicos, estudiantes y docentes universitarios, e investigadores de CONICET u otras instituciones?
- Sí
  - No
  - NS/NC
- 11) ¿Consideraría que la inclusión de trabajos prácticos específicos del área de Biología Molecular favorecería el aprendizaje?
- Sí
  - No
  - NS/NC
- 12) ¿Qué áreas son de tu interés y considerarías que sería importante añadir a la currícula escolar?
- Genética
  - Evolución
  - Biología Molecular
  - Química Biológica
  - Bioquímica Básica
  - Biología del Desarrollo

- Microbiología
- Ecología
- Fisiología
- Otra