

## Ensayo de investigación

# Descubrimiento del cliente para el desarrollo de un biosensor que auxilie en el diagnóstico de alergias alimenticias en México

Recibido: 17-08-2020 Aceptado: 30-04-2021 (Artículo Arbitrado)

### Resumen

El diagnóstico de alergias alimenticias puede ser problemático debido a la similitud de síntomas con infecciones, especialmente en pacientes pediátricos. El objetivo de esta investigación fue validar la necesidad de un biosensor para auxiliar en el diagnóstico oportuno de alergias alimenticias en pacientes pediátricos. Se realizaron 101 entrevistas a los sectores involucrados en la cadena de valor mediante la metodología de Descubrimiento del Cliente. Se encontró que las alergias alimenticias en pacientes pediátricos no son propiamente diagnosticadas hasta después de los 6 meses a partir de la primera cita médica y se han encontrado casos después de los 5 años. Posteriormente, se realizó un modelo de regresión logística para extrapolar los hallazgos en las entrevistas a un número más grande de muestra. En dicho estudio se encontró que los niños de 0 a 3 años de edad reportan 3.849 veces más gasto en medicinas para alergias. Debido a la necesidad de diagnosticar de manera oportuna las alergias alimenticias en niños y bebés, existe la necesidad de la aplicación de herramientas de emprendimiento para analizar el impacto del biosensor en el mercado.

### Abstract

Food allergy diagnosis could be problematic due to the similarity of the symptoms with infections, especially in pediatric patients. The objective of this research was to validate the need for a biosensor to assist in the timely diagnosis of food allergies in pediatric patients. 101 interviews were performed to biosensor ecosystem stakeholders through the Customer Discovery methodology. Pediatric food allergies were found not to be properly diagnosed until after 6 months from the first medical appointment and also cases of proper diagnosis after 5 years have been found. Afterward, a logistic regression model was used to extrapolate interview findings to a bigger sample number. In this study it was found that children from 0 to 3 years old reported 3.849 times more expense in medicine for allergies. Due to the need for opportune food allergy diagnosis in pediatric patients, there's the need to apply entrepreneurship tools to analyze the impact of the biosensor in the market.

### Résumé

Le diagnostic des allergies alimentaires peut être problématique en raison de la similitude des symptômes avec les infections, en particulier chez les patients pédiatriques. L'objectif de cette recherche était de valider la nécessité d'un biocapteur pour aider au diagnostic rapide des allergies alimentaires chez les patients pédiatriques. 101 entretiens ont été menés avec les secteurs impliqués dans la chaîne de valeur en utilisant la méthodologie Customer Discovery. Il a été constaté que les allergies alimentaires chez les patients pédiatriques ne sont correctement diagnostiquées qu'après 6 mois après le premier rendez-vous médical et des cas ont été découverts après 5 ans. Par la suite, un modèle de régression logistique a été réalisé pour extrapoler les résultats des entretiens à un plus grand nombre d'échantillons. Dans cette étude, il a été constaté que les enfants de 0 à 3 ans déclarent 3 849 fois plus de dépenses en médicaments contre les allergies. En raison de la nécessité de diagnostiquer les allergies alimentaires chez les enfants et les bébés en temps opportun, il est nécessaire d'appliquer des outils d'entrepreneuriat pour analyser l'impact du biocapteur sur le marché.

Andrea Gabriela Ochoa Ruiz<sup>1</sup>  
Ariel Vázquez Elorza<sup>2</sup>  
Alba Adriana Vallejo Cardona<sup>1\*</sup>

**Palabras clave:** Dispositivo de diagnóstico, desarrollo tecnológico, pediatria.  
**Keywords:** Diagnosis device, technological development, pediatrics.  
**Mots-clés:** Appareil de diagnostic, développement technologique, pédiatrie.

<sup>1</sup>Biotecnología Médica y Farmacéutica  
CIATEJ

<sup>2</sup>Laboratorio de Prospección Tecnológica de Alimentos CIATEJ

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ)

Correspondencia:  
\*avallejo@ciatej.mx

## Introducción

El método de diagnóstico estándar para las alergias e intolerancias alimenticias es el reto oral de alimentos, el cual consiste en eliminar el alimento en sospecha por un tiempo y verificar la reaparición de síntomas cuando es reintroducido a la dieta (Tham y Leung, 2018). En el caso de alergias alimenticias, otros métodos de diagnóstico utilizados por los alergólogos en sus consultorios son las pruebas cutáneas (Hernandez et al., 2017). Sin embargo, si ha ocurrido un choque anafiláctico, estas prue-

bas no se pueden realizar hasta seis semanas después de dicho incidente. Además, el uso de antihistamínicos, esteroides tópicos y otros fármacos pueden interferir con los resultados de estas pruebas. (Sylvestre y Andrae, 2018). Así mismo, debido a los riesgos mortales asociados a las reacciones anafilácticas que pueden ocurrir en los retos orales y pruebas cutáneas, la detección de anticuerpos IgE específicos en suero es preferido (Nunes et al., 2019; Sicherer y Sampson, 2014; Yanagida et al., 2018).

La prueba más utilizada para la detección de anticuerpos IgE e IgG es el InmunoCap (Hernandez et al., 2017). Sin embargo, el mayor factor limitante de esta prueba, así como de otras similares, es que tiene que ser realizada en laboratorios con equipo especializado como el Phadia (Lupinek et al., 2015). Por lo tanto, se propone el desarrollo de un biosensor “punto de cuidado”, similar a un glucómetro que pueda auxiliar en el diagnóstico oportuno de alergias e intolerancias alimenticias.

La primera razón de por qué un gran número de desarrollos tecnológicos y proyectos de emprendimiento fracasan en el mercado es porque no hay un entendimiento real del problema del consumidor (Arnaud, 2018). Por lo tanto, sucumben en el “Valle de la Muerte” por no tener en consideración el “riesgo del mercado”, lo cual es cuando los posibles consumidores no están interesados en el producto o servicio; ya sea porque no pagarían por él o no encaja con la solución a su problema. Es por esto que es importante realizar desde la concepción ideológica del desarrollo tecnológico, una primera evaluación para descubrir todas las variables relacionadas a un problema, y por lo tanto la innovación puede ser desarrollada desde un principio de acuerdo a las necesidades del consumidor (Collins et al., 2016).

Los Nodos Binacionales (NoBI) fueron creados en México por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y otras instituciones académicas para enseñar y aplicar la metodología de Cuerpos de Innovación (I-Corps) de la Fundación de Ciencia Nacional (NSF) de Estados Unidos de América, (NoBIU, 2017). El programa de emprendimiento I-Corps fue creado en 2011 por la NSF para introducir conceptos de emprendimiento a los investigadores académicos y científicos para acelerar la comercialización y traslación al mercado de proyectos de investigación (Muhammad, 2017).

El objetivo del programa NoBI fue acercar proyectos de base científica que ya tuvieran inversión económica y de tiempo a una prueba de “deseabilidad” de acuerdo a la metodología de “Descubrimiento del Cliente” desarrollada por Steve Blank. Esta metodología consistió en descubrir el potencial comercial del desarrollo a partir de la realización de al menos 100 entrevistas con los involucrados en la cadena de valor. A partir de los resultados en las entrevistas los proyectos debían hacer cambios o “pivotes” para ajustarlos a las necesidades del cliente o hacer una “muerte rápida” para concentrar los recursos en proyectos con más posibilidades de éxito en el mercado. Al final de la cohorte, los equipos decidieron entre “continuar” o “no continuar” con el desarrollo de un emprendimiento en el siguiente año.

Como primera idea de innovación tecnológica, se propuso el desarrollo de un biosensor “punto de cuidado” similar a un glucómetro para auxiliar en el diagnóstico únicamente de anticuerpos IgG relacionado a intolerancias alimenticias en adultos. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto en NoBI fue evaluar si existía una necesidad o problema a resolver en el mercado relacionada al diagnóstico de alergias e intolerancias alimenticias. Sin embargo, después de la participación en el programa NoBI, se decidió hacer énfasis en la detección de anticuerpos IgE relacionados a alergias alimenticias en pacientes pediátricos, ya que se detectó una necesidad más urgente en este sector del mercado. Por lo tanto, en este artículo se documentan los resultados obtenidos en la cohorte NoBI para el entendimiento a profundidad de la problemática del diagnóstico oportuno de alergias alimenticias en bebés y niños.

Las entrevistas realizadas en la metodología del “Descubrimiento del Cliente” fueron muy útiles para comprender el problema. Sin embargo, la información adquirida podría ser considerada como un estudio de percepción de la situación. Por lo tanto, fue importante también realizar un estudio estadístico que pudiera confirmar estas percepciones en números estadísticos nacionales. Para lo cual también se pudo obtener una aproximación de la situación de alergias en la población indígena de nuestro país.

## Materiales y métodos

### Descubrimiento del cliente

Para participar en el programa NoBI, los equipos tenían que estar constituidos por un líder emprendedor, un investigador principal y un mentor de negocios. El rol del líder emprendedor fue llevado a cabo por un estudiante de posgrado interesado en la traslación de la tecnología del laboratorio al mercado; el perfil del investigador principal tenía que ser cubierto por un investigador académico, mientras que el mentor de negocios podía ser una persona que brindara al equipo una guía en asuntos de negocios (Muhammad, 2017).

La metodología que se siguió fue la propuesta en el libro de Steve Blank, “The start-up owner’s manual” (Blank y Dorf, 2012) y el curso de la Universidad de Stanford “Lean Launchpad” creado por el mismo autor. En el libro, los cuatro pasos propuestos para la construcción de una compañía consisten en: descubrimiento del cliente, validación del cliente, creación de cliente y construcción de la compañía. Sin embargo, en el programa NoBI sólo se realizó el primer paso, el cual consiste a su vez de otros cuatro pasos: formación de la hipótesis, búsqueda del dolor o problema del cliente, revisión de resultados, e iteraciones a la hipótesis en caso de no ser confirmada, como se observa en el diagrama de la Figura 1. El equipo de aprendizaje de NoBI insistió en que el problema a descubrir en el cliente fuera definido como un “dolor” o “muy molesto” para que la propuesta de valor pudiera ser exitosa. En otras palabras, el objetivo del descubrimiento del cliente fue encontrar el segmento de mercado que tuviera razones de peso para estar interesado en adquirir la tecnología propuesta como solución a su necesidad o problema.



**Figura 1.** Proceso de construcción de una compañía de acuerdo al modelo propuesto por Steve Blank.  
**Fuente:** Elaboración propia.

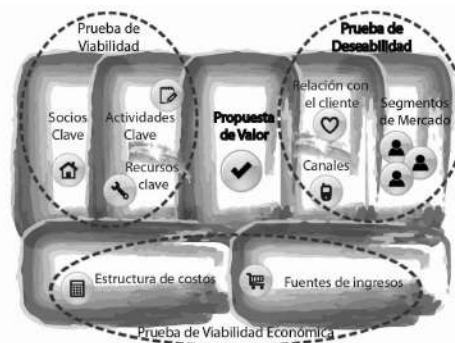
### Hipótesis y lienzo del modelo de negocios

Las hipótesis formuladas y puestas a prueba fueron las descritas en cada uno de los nueve bloques del “lienzo del modelo de negocios” de Alexander Osterwalder, que se visualiza en el diagrama de la Figura 2. El lienzo del modelo de negocios es una plantilla en la cual se visualiza la estrategia de comercialización para la propuesta de valor considerando los socios clave, actividades, recursos, relaciones con el cliente, canales de distribución, segmentos de mercado, fuentes de ingresos y estructura de costos. Cada set de bloques es útil para determinar la viabilidad, viabilidad económica y especialmente la deseabilidad de la propuesta de valor en el mercado. (Osterwalder y Pigneur, 2010).

En el lienzo de negocios de la Figura 2 se hace especial énfasis en las hipótesis realizadas alrededor de la propuesta de valor y los segmentos de mercado para determinar la deseabilidad del producto en el programa NoBI.

### Entrevistas y búsqueda del "dolor" del cliente o problema

Al mismo tiempo que las hipótesis fueron formuladas, se agendaron citas para las entrevistas y llevar a cabo el proceso de “salir del edificio” de acuerdo a Steve Blank, para realizar el descubrimiento del cliente afuera del laboratorio. Los candidatos para realizar las entrevistas se obtuvieron de conocidos o por búsqueda en internet. Las citas fueron agendadas después de un breve discurso por teléfono para informar a la persona el objetivo de la entrevista y proveer credibilidad y confianza. Para la mayoría de las citas fue necesario realizar más de una llamada telefónica para obtener la entrevista y en algunas ocasiones se enviaron algunos correos electrónicos. Dependiendo del sector de la



**Figura 2.** Plantilla del lienzo del modelo de negocios de acuerdo a Alexander Osterwalder.  
**Fuente:** Elaboración propia.

cadena de valor, se prepararon preguntas específicas siguiendo la única regla de no mencionar la tecnología propuesta. Las entrevistas tuvieron una duración promedio de 15 minutos y la mayoría se grabaron en audio con previo consentimiento de la persona entrevistada. Las preguntas fueron realizadas por el líder emprendedor del equipo mientras que el investigador principal y el mentor de negocios tomaban notas; al final de la entrevista, estas personas podían hacer más preguntas si era necesario.

Como parte de los interesados en el ecosistema, se realizaron entrevistas con canales potenciales de distribución para obtener información acerca del proceso de comercialización. También se realizaron entrevistas acerca de cuestiones regulatorias de los dispositivos médicos ya que la industria de salud es más compleja que otras debido a los riesgos asociados a la salud (Collins et al., 2016).

Las entrevistas se realizaron por siete semanas en las ciudades de Irapuato, Guadalajara y Ciudad de México. Cada semana los resultados se analizaron con el equipo de aprendizaje para realizar cambios a las hipótesis del lienzo de negocios y probarlas de nuevo en las entrevistas de la semana siguiente. También cada semana el lienzo del modelo de negocios fue actualizado en la aplicación de la herramienta Launchpad Central.

### Estudio de prospección

Para comparar la información obtenida en la investigación del Descubrimiento del Cliente con datos más amplios, se llevó a cabo un análisis estadístico con datos reportados en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en el Hogar del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, realizada en individuos mexicanos acerca del gasto en medicinas y alimentos (INEGI-ENIGH, 2018). Se consideraron los gastos en los siguientes rubros:

- A. Harina de trigo, tortilla de harina, pan dulce, galletas saladas, baguette, pan dulce empacado; pan para hamburguesa, hot dog o tostado; pasteles, y otros productos confeccionados con base de trigo.
- B. Huevo rojo o blanco de gallina.
- C. Leche de vaca pasteurizada; leche condensada; leche evaporada; leche de polvo entera o descremada; leche modificada o formulada; leche sin pasteurizar; queso amarillo, añejo, cotija, chihuahua, fresco, manchego, oaxaca, y otros quesos;

crema; mantequilla; bebidas de leche fermentada y otros derivados lácteos.

- D. Medicamentos relacionados a tratar padecimientos como diarrea, infecciones estomacales, gripe, alergias, tos, fiebre, inflamación, dolor de cabeza y migraña; así como presión alta y diabetes. Los síntomas escogidos diferentes a “alergias”, son síntomas que pueden ser confundidos con otros padecimientos como infecciones, y que pueden ser producidas por una intolerancia a un alimento en específico.
- E. Los gastos, en general, estuvieron basados en los precios reales de Agosto 2018. Los gastos se refieren como realizados en un periodo de los últimos tres meses respecto a la fecha en que fue realizada la encuesta.

Los casos estudiados fueron en 3,983 individuos que representan una población de 1,720,580 (con factor de expansión). De este total, 57.96% corresponden a hombres y 42.04% a mujeres. En el caso de los hombres, 73.23% de la población tenía preparatoria terminada, mientras que para las mujeres fue un 65.86%.

### Modelo logístico

Se utilizó la metodología del modelo de regresión logística para identificar las características principales que tenía la población en las condiciones de la sección D de la metodología, la cual se refiere al consumo de medicamentos.

El modelo está basado en las variables relacionadas al gasto monetario trimestral realizado en medicinas (con o sin prescripción) en hogares mexicanos, consumo de cereal, leche, huevo y derivados, para establecer una relación de variables socioeconómicas. Así mismo, las variables de edad, consumo de pescado, frutas y género fueron incorporadas.

$$\Pr\left(Nomb\_1\% = \frac{1}{X}\right) = \beta_0 + \beta_1 Ed1 + \beta_2 Ed2 + \beta_3 Ed3 + \beta_4 Ac + \beta_5 S1 + \beta_6 Fr + \beta_7 Hu + \beta_8 Ce + \beta_9 Pe + \beta_{10} Le + \beta_{11} Gn + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde:

*Ed1*: Edad 0/3, *Ed2*: Edad 4/18, *Ed3*: Edad 19/23, *Ac*: Gasto en aceite, *S1*: Hombre, *Fr*: Gasto en fruta, *Hu*: Gasto en huevo, *Ce*: Gasto en cereal, *Pe*: Gasto en pescado, *Le*: Gasto en leche, *Gn*: Gasto no monetario trimestral,  $\varepsilon_i$ : Error.

La variable dependiente (Nomb\_1) se refiere a un hogar específico en donde el gasto monetario trimestral se realizó en medicamentos para alergias (gasto regular que el individuo realiza directamente en bienes y servicios para el consumo respecto a medicamentos, con o sin receta médica). En este caso, la variable dependiente fue binaria, el valor de 1 fue asignado cuando el gasto se realizó y 0 en caso contrario. De acuerdo a Mercado, Macías, y Bernardi (2012), el modelo de regresión logística transformó la variable dependiente, que puede ser categórica, para convertirla en una variable continua. El ratio de probabilidad fue expresado como la variación en que la razón de que ocurriera un evento como función del cambio en las variables independientes (Long y Freese, 2014). El ratio de razones de probabilidades es transformado por la exponencial para interpretar los resultados (Ecuación 2).

$$\Omega(y = 1) = \frac{\Pr(y = 1)}{\Pr(y = 0)} = \frac{\Pr(y = 1)}{1 - \Pr(y = 1)} \quad (2)$$

$$= e^{b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k}$$

El objetivo de introducir el modelo de regresión logística fue para identificar las probabilidades de que una alergia ocurriera de acuerdo a las variables independientes. Estas variables, cualitativas o cuantitativas, estaban relacionadas a la edad, estatus económico, social y gastos en huevo, cereales, frutas, pescado, leche y aceites. Estas relaciones fueron establecidas en la caracterización de individuos que compraron medicamentos para alergias.

## Resultados

En primer lugar, se visualizó el biosensor como una herramienta para diagnosticar intolerancias alimenticias en adultos. El diseño del biosensor se planteó como un dispositivo similar a un glucómetro que pudiera ser utilizado por profesionales de la salud en sus consultorios para realizar un pequeño análisis de sangre en los pacientes durante la visita médica. Por lo tanto, desde la primera consulta con el doctor, el paciente pudiera saber si un alimento fuera el responsable de sus síntomas y de ser así identificar cuál, teniendo un impacto en su bienestar con una dieta de eliminación controlada por un profesional de la salud.

Por lo tanto, el primer segmento de clientes entrevistados estuvo constituido por médicos generales, nutriólogos y alergólogos. Se realizaron preguntas re-

lacionadas a la frecuencia de síntomas como migrañas, problemas gastrointestinales y asma. También se realizaron preguntas acerca del proceso de diagnóstico, tiempo, entre otros factores que ayudara a descubrir el “dolor” del cliente. Debido a que no se encontró un “dolor” relacionado al proceso de diagnóstico de intolerancias alimenticias en pacientes adultos, se decidió realizar el primer y más importante “pivote” para modificar la hipótesis de la propuesta de valor y probar si había un problema en el diagnóstico de alergias alimenticias en pacientes pediátricos. Por lo que se realizaron entrevistas a mamás de niños con alergias alimenticias para conocer los detalles del procedimiento de diagnóstico. Se obtuvieron los siguientes datos:

- Las mamás realizaron citas médicas con los pediatras al primer síntoma del niño o bebé. Si el síntoma era cutáneo, algunas de ellas recurrieron directamente con un dermatólogo.
- Los niños o bebés fueron tratados por un largo tiempo (desde 6 meses hasta un caso de 5 años) con antibióticos y cortico-esteroides que no resolvieron los síntomas.
- Se llevó un tiempo aproximado de 6 meses hasta un caso de 5 años en propiamente diagnosticar al paciente pediátrico con alergia alimenticia.
- Los padres de familia realizaron una gran inversión económica en visitas médicas, tratamientos y análisis.
- Las mamás describieron el proceso de diagnóstico como frustrante, es decir que el “dolor” estaba en los papás de bebés y niños con alergias alimenticias.

Por lo tanto, el siguiente paso fue probar si el segmento de clientes del lienzo de negocios podía ser constituido por pediatras. De las entrevistas con este posible segmento de clientes, se descubrió que la mayoría prescribía análisis de sangre de detección para anticuerpos IgE únicamente si era extremadamente necesario por los costos asociados. Reconocieron que el proceso de diagnóstico de una alergia alimenticia podía llevar un largo tiempo y que en ocasiones los pacientes pediátricos eran tratados erróneamente con antibióticos y fármacos anti-parasitarios. Algunos de ellos indicaron que sospechaban de una alergia alimenticia cuando los padres de familia declaraban haber visitado múltiples doctores, en cuyos casos, la dieta de eliminación era el procedimiento estándar de diagnóstico lo cual podía tardar varias semanas o meses.

Otro descubrimiento importante es que se identificaron dos sub-segmentos de clientes dentro del grupo de los pediatras. El primer sug-segmento estaba constituido principalmente por pediatras que basaban su diagnóstico en la historia clínica y no tenían en sus consultorios equipos de detección rápida. Mientras que el segundo, sí tenían en sus consultorios equipos de detección rápida para realizar diagnósticos de manera más rápida y precisa. Algunos ejemplos de equipos o kits de detección rápida disponibles en estos consultorios eran para la detección de influenza, rotavirus y adenovirus en saliva o heces.

Se realizaron en total 101 entrevistas, de un mínimo de 100 esperadas en el programa. En la Figura 3 se muestra la distribución de los segmentos de la cadena de valor entrevistados.

Para analizar las características del consumo de alimentos y medicinas en la población mexicana, se utilizó la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en el Hogar del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI- ENIGH, 2018).

Las variables que se especificaron como independientes en el modelo de regresión logística se muestran en la Tabla 1. Con un 95% de nivel de confianza, el modelo era significativo si  $p \leq 0.05$ . En este caso, se puede observar que la relación entre los coeficientes del modelo y de la probabilidad de haber realizado gastos en medicamentos para alergias fue  $\text{Prob} > \chi^2 = 0.000$ , lo cual significa que fue estadísticamente significativa.

La frecuencia de que ocurriera un evento es representada por el Radio de Probabilidad (OR). Se puede decir que el radio de gasto en medicamentos para alergias se incrementa por un factor de 3.849 ve-

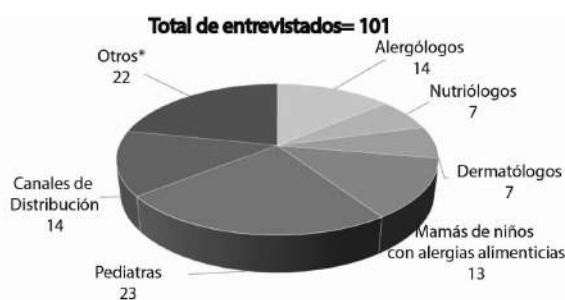
ces en niños de 0 a 3 años, mostrando el resto de las variables constantes ( $p < 0.01$ ); es decir, que el cambio en la probabilidad de incremento en la desviación estándar en X (SdX) podría alcanzar 284.9%. Por otra parte, los individuos con una edad entre 4 a 18 años incrementaron el OR en 2.204 (120.4% SdX) y de 19 a 23 años en 1.28 (28% SdX), en comparación con otras variables bajo análisis. Esta situación reflejó la vulnerabilidad de los individuos de menor edad en México a alergias.

Se puede verificar que los individuos entre 0 a 3 años de edad en México representan una población con alta probabilidad de contraer alergias, ya que la prevalencia incrementa a más del 80% cuando llegan a una edad de 4 años. En el caso del consumo de leche, las probabilidades fueron reducidas comparadas con la edad.

Para el caso de la población indígena, se encontró que la relación entre los coeficientes del modelo y probabilidad en gastos en alergias fue  $\text{Prob} > \chi^2 = 0.000$ , lo cual es estadísticamente significativo. También, el modelo logístico correlacionó el consumo de aceite con un incremento en el gasto en medicamentos para alergias. Los hogares indígenas que consumieron aceites incrementó el radio de gasto en medicamentos para alergias en un factor de 1.005 veces, manteniendo las otras variables constantes ( $p < 0.01$ ); esto es, el cambio en la probabilidad de incrementar SdX podría alcanzar 0.5%. Por lo tanto, los individuos que consumieron aceites y grasas en esta encuesta fueron más susceptibles al desarrollo de alergias, interpretado por el gasto en medicamento que incrementó significativamente la prevalencia, en contraste con la leche.

## Discusión

La comunicación entre segmentos de mercado y desarrolladores de tecnología es de vital importancia para el éxito de un producto en el mercado que resuelva de manera apropiada las necesidades y problemas del cliente. Desde la primera ronda de entrevistas se comprendió que el problema que se estaba tratando de resolver en primer lugar, intolerancias alimenticias en pacientes adultos, no era tan urgente como el diagnosticar alergias alimenticias en pacientes pediátricos. Se encontró que existe un vacío de conocimiento entre los descubrimientos científicos alrededor de las intolerancias alimenticias y el enten-



**Figura 3.** Distribución de los segmentos entrevistados. \*Otros: médicos generales, gastroenterólogos, laboratorios clínicos, y otras minorías de segmentos dentro de la cadena de valor.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 1.** Resultados de la regresión logística y cambios porcentuales

Número de eventos		1,720,580.000						
Lr $\chi^2(11)$		8,679.910						
Prob > $\chi^2$		0.000						
Pseudo R <sup>2</sup>		0.017						
Log probabilidad = -248933.97								
Variable Dependiente (Nomb_1)	Radio de probabilidad	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf. Interval]		%StdX	SDofX
Edad 0-3	3.849	0.101	51.150	0.000	3.655	4.053	284.900	13.800
Edad 4-18	2.204	0.040	43.970	0.000	2.127	2.283	120.400	15.300
Edad 19-23	1.280	0.021	15.040	0.000	1.239	1.322	28.000	6.200
Aceites	1.000	0.000	-21.710	0.000	0.999	1.000	0.000	-10.600
Hombres	1.188	0.010	19.680	0.000	1.168	1.209	18.800	8.900
Frutas	1.000	0.000	28.640	0.000	1.000	1.000	0.000	12.100
Huevo	1.000	0.000	-26.170	0.000	1.000	1.000	0.000	-11.800
Cereales	1.000	0.000	4.020	0.000	1.000	1.000	0.000	1.900
Pescado	1.000	0.000	-24.830	0.000	1.000	1.000	0.000	-12.300
Leche	1.000	0.000	7.160	0.000	1.000	1.000	0.000	3.200
Gasto no-monetario trimestral	1.000	0.000	50.490	0.000	1.000	1.000	11.200	1,423.157
_Cons	0.030	0.000	-351.550	0.000	0.029	0.030		

Fuente: Elaboración propia basada en los datos del ENIGH (2018).

% = cambio porcentual en probabilidad por una unidad de incremento en X

%StdX = cambio porcentual en probabilidad para SD incremento en X

dimiento o conocimiento de esta situación en la comunidad médica. Por lo tanto, se decidió que no era el momento adecuado para dirigirse a esta necesidad, y por lo tanto se realizó el pivote más importante en la hipótesis de la propuesta de valor. No se consideró como una “muerte rápida” del proyecto ya que la tecnología propuesta podría ser fácilmente aplicada a la nueva propuesta de valor.

Dentro de la cadena de valor del biosensor, fue importante distinguir entre los beneficiarios de la tecnología, el usuario, el comprador, y el influyente. Ya que como el equipo de enseñanza remarcó, los equipos debían de encontrar el “dolor” causado por una “mordida de tiburón” e ir más allá que un “piquete de mosquito”. Esta terminología se utilizó como escala para describir la magnitud del problema, en donde un “piquete de mosquito” era la necesidad menos importante. Se encontró que los padres de niños con alergias alimenticias serían los beneficiarios del biosensor y el principal influenciador de la compra del dispositivo por los pediatras, quienes son los usuarios y compradores.

Incluso si para los doctores, el procedimiento de diagnóstico de una alergia alimenticia no representa un problema serio, algunos reconocieron que la detección se puede mejorar y el sub-segmento de pe-

diatras interesados en herramientas de diagnóstico rápido resultaron ser el mercado objetivo de la tecnología propuesta.

La participación en el programa NoBI fue diferente en comparación con la investigación en laboratorio, pero definitivamente muy importante para llevar tecnologías de innovación relacionadas al cuidado de la salud a productos comerciales viables. El paradigma del investigador académico está usualmente motivado por la tecnología; sin embargo, muchas veces no conocen los siguientes pasos para que sus innovaciones lleguen al cliente correcto y pueda ser adaptado en la resolución de un problema (Muhammad, 2017). La creación de redes de contacto con los miembros de la cohorte (otros equipos y equipo de enseñanza), así como con conocidos para obtener contactos de posibles personas a entrevistar, fue muy constructivo para conocer los siguientes pasos.

Los investigadores académicos deberían ser capacitados en habilidades de emprendimiento y negocios, no sólo para crear excelente tecnología sino para saber cómo venderla. Ya sea para su traslación a otra compañía de mayor tamaño o crear una empresa. Esta nueva generación de investigadores innovadores sabrá cómo comunicar la importancia de su tecnología para encontrar un lugar para ella en el

mercado. Mediante el acercamiento de la ciencia, industria y clientes, será posible brindar mayores beneficios a nuestra sociedad y por lo tanto estimular el crecimiento económico.

Por otra parte, el estudio de prospección estadística fue extremadamente útil para tener un conocimiento más amplio de la situación nacional de acuerdo al modelo logístico aplicado. Fue confirmado que las alergias son más frecuentes entre las edades de 0 a 3 años. Además, se encontró que el consumo de aceites y grasas podría tener un impacto mayor en el desarrollo de alergias en la población indígena.

## Conclusiones

La metodología del Descubrimiento del Cliente propuesta por Steve Blank fue muy útil para validar la necesidad en el mercado de un biosensor para auxiliar en el diagnóstico de eventos adversos relacionados a alimentos. Como las entrevistas indicaron, se descubrió una necesidad urgente de diagnosticar oportunamente alergias alimenticias en niños y bebés. Esto también se confirmó por el hecho de que el gasto en medicamentos para alergias alimenticias incrementa 3.849 veces en las edades de 0 a 3 años de edad en la población de estudio estadístico. Además, la propuesta de valor del biosensor fue apoyada por un sub-segmento de pediatras interesados en adquirir herramientas de detección rápida para auxiliar en sus diagnósticos en la consulta médica.

## Financiamiento

Esta investigación fue financiada por el programa de Nodos Binacionales del Bajío 2018 de CONACYT.

## Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer el apoyo y guía del equipo de enseñanza de NoBI, así como a los otros participantes en el programa y a las 101 personas entrevistadas que amablemente proporcionaron su tiempo para dichas entrevistas y conocimientos para hacer esta investigación posible. También a las personas que ayudaron a conectar con posibles contactos a entrevistar.

## Bibliografía

- Arnaud, B. (2018). *The 10 most common reasons why the startups fail*. EU-Startups. Recuperado el 17 de agosto de 2020 de, <https://www.eu-startups.com/2018/09/the-10-most-common-reasons-why-startups-fail/>.
- Blank, S., & Dorf, B. (2012). *The Startup Owners Manual* (1°). Ranch Publishing Division.
- Collins, J. M., Reizes, O., y Dempsey, M. K. (2016). Healthcare commercialization programs: Improving the efficiency of translating healthcare innovations from academia into practice. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, (4): 1-7.
- Hernandez, A. M., Lelo de Larrea, G. Z., y Ferreyra, C. F. S. (2017). Doing the Food Allergy Diagnosis. *Otolaryngology*, 07(01): 13-16.
- INEGI- ENIGH. (2018). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. Recuperado el 17 de agosto de 2020 de, <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/>.
- Long, S., y Freese, J. (2014). *Regression Models for Categorical Dependent Variables* (3rd ed.). Stata- Press, College Station.
- Lupinek, C., Wollmann, E., Baar, A., y Banerjee, S. (2015). Advances in allergen-microarray technology for diagnosis and monitoring of allergy: The MeDALL allergen-chip. *Europe PMC Funders Group*, 66(1): 106-119.
- Muhammad, S. A. (2017). *Lessons Learned from NSF I-Corps Boot Camp*. 8(26): 1-10.
- NoBIU. (2017). *¿Qué es I-Corps?* Recuperado el 17 de agosto de 2020 de, [http://www.nobiu.unam.mx/?page\\_id=691](http://www.nobiu.unam.mx/?page_id=691).
- Nunes, M. P. O., van Tilburg, M. F., Tramontina Florean, E. O. P., y Guedes, M. I. F. (2019). Detection of serum and salivary IgE and IgG1 immunoglobulins specific for diagnosis of food allergy. *Plos One*, 14(4).
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sicherer, S. H., y Sampson, H. A. (2014). Food allergy: Epidemiology, pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 133(2): 291-307.
- Sylvestre, S., y Andrae, D. A. (2018). IgE Food Allergy. In *Allergy and Asthma*.
- Tham, E. H., y Leung, D. Y. M. (2018). How different parts of the world provide new insights into food allergy. *Allergy, Asthma and Immunology Research*, 10(4): 290-299.
- Yanagida, N., Sato, S., Takahashi, K., Nagakura, K. ichi, Ogu- ra, K., Asami, T., y Ebisawa, M. (2018). Skin prick test is more useful than specific IgE for diagnosis of buckwheat allergy: A retrospective cross-sectional study. *Allergology International*, 67(1): 67-71.