



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"**

**DESARROLLO DE MATERIAL AUDIOVISUAL PARA LA  
MEJORA DEL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS DE  
ROBUSTEZ Y TOLERANCIA EN VALIDACIÓN DE  
MÉTODOS ANALÍTICOS.**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

**PRESENTA:  
ALINE PÉREZ CHÁVEZ**

**DIRECTOR:  
DR. VICENTE JESÚS HERNÁNDEZ ABAD**

**ASESORA:  
DRA. ELIZABETH GUADALUPE SÁNCHEZ GONZÁLEZ**



Ciudad de México 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis fue financiada en su totalidad con recursos de la Universidad Nacional Autónoma de México, otorgados a través de la Dirección General de Asuntos del Personal ACADEMICO, Proyecto PAPIME PE-200815 “MEJORA DE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS MEDIANTE EL DESARROLLO E IMPREMENTACIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS INNOVADORES”, por lo que se agradece su apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la máxima casa de estudios, gracias UNAM por abrirme las puertas para lograr ser una profesionista y poder cumplir mis metas.

A mi Director y Asesora de tesis, Dr. Vicente Hernández Abad y a la Dra. Elizabeth Sánchez González, quienes me permitieron trabajar y pertenecer al LIF, y por toda la paciencia y conocimiento que compartieron conmigo. Fue un largo proyecto pero del cual estoy muy satisfecha gracias a sus consejos.

A la Lic. Catalina Armendáriz Beltrán, por todo el tiempo y el apoyo que me brindo para el desarrollo y elaboración del presente trabajo.

A todos los profesores que compartieron su conocimiento conmigo a lo largo de la carrera, de los cuales me llevo grandes enseñanzas.

A Jair Chávez por prestarme su talento para dar vida a todas mis locas ideas y poder plasmarlas a la perfección.

A mis amigas Victoria, Gaby y Samanta que me acompañaron todo este largo camino; las risas, las salidas, las noches en vela, los momentos de estrés, gracias por haber sido parte de todo lo que hemos vivido, las estimo y aprecio mucho, ya son como mis hermanas.

A Joshua, que llegaste en el momento indicado. Gracias por todos esos consejos y apoyo que me has brindado, no estaría terminado esto ahora si no me hubieras reñido y animado en los momentos justos. Gracias por estar ahí para mí.

¡Gracias a todos!

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a:

A mi madre, Claudia Chávez Morales quién ha sido mi apoyo todo este largo camino; gracias por los regaños, confianza y atenciones que has tenido y tienes hasta hoy día.

A mi padre, Gustavo Pérez Cruz de quién aprendí que puedo lograr lo que me proponga y que nada es imposible si se quiere de verdad.

A ustedes que me criaron y educaron, que hicieron de mi una buena persona, que con mucho esfuerzo y dedicación soy quien soy ahora y que conseguiré que sigan sintiéndose orgullosos de mi.

A mi abuelo, Mario Chávez Díaz quién siempre me brindó una sonrisa cálida y me enseñó a disfrutar la vida. No pudiste verme llegar al final de este camino pero espero que, donde te encuentres, puedas ver que lo logré. Para ti.

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO .....	3
i. Validación de métodos analíticos.....	3
ii. Robustez y Tolerancia.....	5
iii. Aprendizaje y estrategias de aprendizaje.....	7
iv. Material didáctico .....	9
v. Video educativo.....	12
vi. Evaluación de los materiales educativos.....	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
3. HIPÓTESIS.....	16
4. OBJETIVOS.....	16
i. General .....	16
ii. Particulares .....	16
5. MATERIAL Y MÉTODO.....	17
i. Tipo de estudio.....	17
ii. Material .....	17
iii. Método.....	17
6. RESULTADOS.....	21
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	40
8. CONCLUSIÓN.....	43
9. REFERENCIAS .....	44

## INTRODUCCIÓN

La Química Analítica es una ciencia que se dedica a la medición, basada en análisis ya sea cualitativos, mediante la que se establece la identidad química de las especies en una muestra o en análisis cuantitativos, en los que se determinan las cantidades de especies o analitos en términos numéricos.

Un método analítico cuantitativo involucra dos aspectos:

- 1) la masa o volumen de la muestra que se está analizando
- 2) la medida en cantidad proporcional del analito que se encuentra en la muestra.

Los métodos analíticos deben ser seleccionados de acuerdo con las características y propiedades de la molécula que se quiere analizar para realizar una determinación adecuada, con resultados confiables.

Para saber si un método analítico cumple con su objetivo, se debe realizar una validación del mismo, la cual consiste en generar documentos que comprueben la funcionalidad del método empleado. Es de gran importancia comprender y dominar los conceptos involucrados en el tema de validación de métodos analíticos. Como parte del plan de estudios de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo (Q.F.B.) en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Zaragoza, este tema se aborda y enseña por primera vez en octavo semestre, en el módulo de Desarrollo Analítico para que, posteriormente, los alumnos sean capaces de proponer y desarrollar protocolos de validación a lo largo de su desempeño profesional.

Por lo anterior, este tema es de gran importancia en la formación del Q.F.B., por lo que se hace necesario generar material que ayude a la comprensión de los conceptos involucrados en el mismo.

## 1. MARCO TEÓRICO

### i. Validación de métodos analíticos

La validación, de acuerdo con la NOM-059-SSA1-2015, se define como la evidencia documental generada a través de la recopilación y evaluación científicas de los datos obtenidos en la calificación y de las pruebas específicas, a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, cuya finalidad es demostrar la funcionalidad, consistencia y robustez de un proceso dado en cuanto su capacidad para entregar un producto de calidad.<sup>2</sup>

Por lo tanto, la validación de un método analítico es un paso muy importante para asegurar que los resultados mostrados por dicho método son confiables y, por medio de un fundamento estadístico, se determina si el método es adecuado para los fines deseados.<sup>3</sup>

De acuerdo con la guía Q2 de la ICH, hay cuatro tipos de procedimientos analíticos que deben validarse<sup>4</sup>:

- Ensayos de identidad
- Pruebas de cuantificación para contenido de impurezas
- Pruebas límite para el control de impurezas
- Pruebas cuantitativas para la fracción activa en muestras de fármacos o medicamentos u otros componentes seleccionados en el medicamento.

Los parámetros que incluye una validación de métodos analíticos son los descritos en la Figura 1:

# Validación de métodos analíticos



Figura 1. Parametros para la validación de métodos analíticos<sup>5,6</sup>.

## ii. Robustez y Tolerancia

La robustez de un método analítico se refiere a la capacidad de un procedimiento analítico de no ser afectado por variaciones pequeñas pero deliberadas de los parámetros del método. Proporciona una indicación de qué tan fiable es el procedimiento durante su uso normal. De manera general, se puede decir que el objetivo de la prueba de robustez es optimizar el método analítico desarrollado y/o implementado por el laboratorio, y describir bajo qué condiciones analíticas se pueden obtener resultados confiables<sup>4, 6</sup>.

Por otro lado, el concepto de tolerancia, también conocido como fortaleza o resistencia, aborda el grado de reproducibilidad de los resultados mediante el análisis de las mismas muestras en diferentes condiciones<sup>7, 8, 9</sup>. De igual manera, puede ser expresada como la falta o carencia de influencia de variables ambientales u operacionales en los resultados del método analítico<sup>7</sup>.

Los conceptos de robustez y tolerancia pueden llegar a confundirse e incluso parecer iguales; sin embargo, no lo son. Cada uno aborda distintos factores por los que un método analítico puede ser modificado sin que estos afecten al resultado final. Estas variaciones son pequeñas, pero en muchos casos no pueden evitarse, pero sí contemplarse durante la validación y ejecución del método analítico y con ello, asegurar que los resultados obtenidos son confiables en su uso cotidiano<sup>10</sup>.

A continuación se enlistan algunos factores que afectan cada una de las determinaciones:

<b>Robustez</b>	<b>Tolerancia</b>
<p data-bbox="431 268 675 300"><u>Factores internos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="472 342 670 373">• Disolvente               <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="529 422 618 453">• pH</li> </ul> </li> <li data-bbox="354 495 789 527">• Concentración de reactivos               <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="423 569 719 600">• Longitud de onda</li> <li data-bbox="456 642 686 674">• Temperatura</li> <li data-bbox="456 716 683 747">• Tipo de filtro</li> </ul> </li> <li data-bbox="402 789 740 821">• Tiempo de agitación               <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="472 863 670 894">• Fase móvil</li> </ul> </li> <li data-bbox="391 936 751 968">• Volumen de inyección               <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="472 1010 667 1041">• Reactivos</li> <li data-bbox="488 1083 651 1115">• Analista</li> </ul> </li> <li data-bbox="407 1157 735 1188">• Tiempo de reacción</li> </ul>	<p data-bbox="1000 268 1243 300"><u>Factores externos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1049 342 1239 373">• Columnas</li> <li data-bbox="1065 415 1222 447">• Equipos</li> <li data-bbox="1065 489 1222 520">• Aparatos</li> <li data-bbox="1008 562 1271 594">• Diferentes lotes</li> <li data-bbox="1024 636 1255 667">• Instrumentos</li> </ul>

Figura 2. Factores que afectan a los parámetros de robustez y Tolerancia<sup>6, 8, 10, 11, 12</sup>.

### iii. **Aprendizaje y estrategias de aprendizaje**

Para tener una mejor percepción del tema, se debe tener un buen aprendizaje de dichos conceptos pero, ¿qué es “aprendizaje”? Existen muchas definiciones de aprendizaje, la mayoría de ellas coincide en definir como un cambio permanente que ocurre como resultado de la experiencia, la cual puede incluir el estudio, la instrucción, la observación y/o la práctica.<sup>13</sup>

Este cambio consiste no sólo en realizar las cosas por reflejo, sino darles un sentido y adquirir nuevas formas de realizarlas, de dar solución a nuevos y futuros problemas.

Existen seis factores para que el aprendizaje se facilite, los cuales son<sup>14</sup>:

- 1) Motivación → Deseo de realizarlo
- 2) Concentración → Enfoque total de atención
- 3) Actitud → Parte “activa” en el proceso de aprendizaje
- 4) Organización → Conocimiento del “todo” para mayor facilidad de seguir las ideas individuales
- 5) Comprensión → Análisis y síntesis de las ideas
- 6) Repetición → Estudio del/los tema(s)

Aunado a esto, existen técnicas y estrategias de aprendizaje que pueden ayudar al alumno a visualizar y/o asimilar los conocimientos adquiridos para esa comprensión del “todo”, independientemente de la forma en la que el alumno adquiera el conocimiento (estilo de aprendizaje).

Estrategia	Aplicación
<b>Metáfora</b>	Presentación de un tema nuevo. Conexión de conceptos. Medio para organizar y recordar la información.
<b>Pensamiento visual</b>	Recordar información. Representación gráfica de conceptos, ampliando su comprensión.
<b>Fantasía</b>	Resolución de problemas. Favorece el desarrollo de creatividad y el uso de la imaginación. Tratamiento de temas que requieren empatía y concientización.
<b>Aprendizaje multisensorial</b>	Ampliación de conocimiento sensorial. Favorece la memoria. Desarrollo del conocimiento abstracto. Provee un método adicional para comprender el tema.
<b>Experiencia directa</b>	Fomenta un conocimiento propio Favorece el desarrollo de la empatía Favorece el sentido del todo más que de las partes.

Figura 3. Estrategias de aprendizaje<sup>15</sup>.

La estrategia que aborda el pensamiento visual, es la encargada de que se puedan emplear materiales didácticos para una mejor comprensión y asimilación de la información en los alumnos así como el refuerzo de la misma.

La observación es la forma más básica de reunir e interpretar información en la mayoría de los campos. Al utilizar representaciones gráficas se facilita la comprensión y se “clarifica” el pensamiento, permitiendo a su vez, transmitir ideas a otros. Esto genera la visualización, que no es más que la capacidad de generar y manipular imágenes, las cuales ayudan a recordar información y con ella resolver problemas prácticos.<sup>15</sup>

#### **iv. Material didáctico**

El material didáctico es un puente entre la información escrita y la realidad, lo ideal sería que el aprendizaje se lleve a cabo en un entorno/situación real, pero esto no siempre es posible, por lo que en estos casos se emplean dichos materiales, los cuales tratan de representarlo de la mejor manera posible. Además de esto, se busca que con él se obtenga una mayor retención del aprendizaje y por mayor tiempo; dependiendo del tipo de material didáctico que se utilice, es la efectividad que se tiene para lograr esto.<sup>16</sup>

Los tipos de materiales didácticos que se utilizan son:



Figura 4. Tipos de material didactico<sup>17</sup>.

La finalidad de los materiales didácticos es la de facilitar la percepción de hechos y conceptos, ilustrar lo que se está exponiendo verbalmente, contribuir a la fijación del aprendizaje, despertar y mantener la atención, favorecer su retención y la enseñanza basada en la observación<sup>16</sup>.

Existen datos sobre la evidencia de la importancia de estos elementos para la enseñanza así como el porcentaje de aprendizaje y retención que proporcionan. Esto se puede observar en la Figura 3, donde se aprecia cuál de ellos favorece esto.

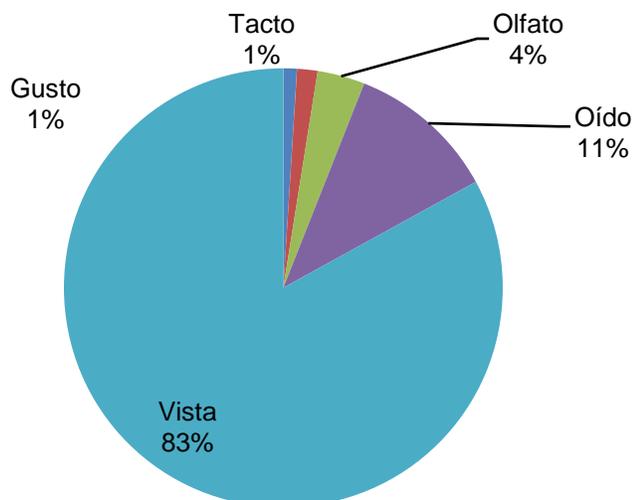


Figura 5. Asociación de elementos sensoriales y el aprendizaje<sup>16</sup>.

Parte de este procedimiento de enseñanza radica en, como ya se mencionó con anterioridad, la duración de la retención del conocimiento adquirido, el cual es importante para su posterior aplicación en soluciones de futuros problemas. En la Figura 4 se muestra el porcentaje de retención de esta información de acuerdo al material didáctico empleado.

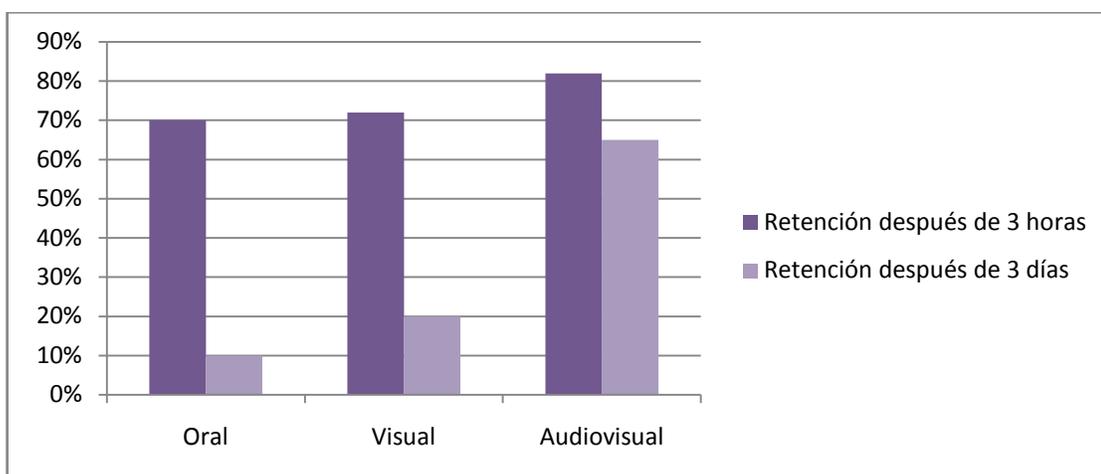


Figura 6. Retención de aprendizaje<sup>16</sup>.

## v. Video educativo

El video educativo es un medio didáctico que facilita el descubrimiento de los conocimientos y la asimilación de estos<sup>18</sup>. Si se emplea adecuadamente, sirve para facilitar a los profesores el transmitir el conocimiento y a los alumnos asimilarlos<sup>19</sup>. Dichos videos pueden ser útiles para el refuerzo, antecedente o complemento de la enseñanza del docente<sup>20</sup>.

Los videos educativos se pueden clasificar de la siguiente manera<sup>21</sup>:

- Científico → Documentales
- Didáctico → Apoyo o complemento a enseñanza
- Pedagógico → Guía en procesos formativos (valores)
- Social → Información no gubernamental/ Independiente
- Video-arte o creativo → utiliza nuevas y novedosas formas de expresión.

El video creativo puede tener un sinnúmero de novedosas técnicas que, a su vez, se pueden utilizar para fines educativos, siendo atractivos para los alumnos. Una de estas técnicas puede ser la animación la cual, si bien no es algo nuevo, ha ido evolucionando con el paso del tiempo.

Este tipo de videos pueden llevar al aprendizaje significativo cuando los alumnos son capaces de construir mentalmente, y de forma coherente, los conocimientos adquiridos y la integración del conocimiento existente<sup>22</sup>.

La primicia de la animación en videos educativos es que los alumnos sean capaces de construir conexiones entre las palabras y las imágenes cuando

ambas estén presentes. Se ha observado que la animación mejora la comprensión del estudiante, en mayor medida que el hecho de sólo presentar las palabras.<sup>22, 23, 24</sup>

#### **vi. Evaluación de los materiales educativos**

Es importante la evaluación de cualquier tipo de material educativo generado, y estos pueden ser evaluados dependiendo del tipo de material, público al que va dirigido, temática que se aborda, etc.<sup>25, 26</sup>

Al generar y utilizar materiales educativos como recurso para el aprendizaje-enseñanza de los alumnos, es importante utilizar métodos de evaluación fáciles que puedan indicar la calidad del material elaborado.

La evaluación puede ser de una *actitud*, la cual se refiere a una predisposición aprendida para responder positiva o negativamente ante un objeto, situación, institución o persona en particular. Dicha actitud consta de componentes cognoscitivos (de conocimiento o intelectuales), afectivos (emocional o motivacional) y de desempeño (conductual o de acción).<sup>27</sup>

A continuación, se mencionan las escalas de medición que son utilizadas para la evaluación de los materiales educativos:

<b>Escala Thurstone</b>	Escala por medición por intervalos, en la cual las diferencias en los valores de la escala corresponden a iguales diferencias en la fuerza de actitud usando los métodos de comparaciones de pares e intervalos de igual aparición.
<b>Escala Guttman</b>	Se fundamenta en juicios ante los cuales los participantes externan su opinión seleccionando una de las categorías de la escala. A diferencia de la escala de Likert, Guttman hace uso de afirmaciones con diferentes intensidades.
<b>Escala de Osgood</b>	Consiste en una serie de adjetivos extremos. A consideración de la persona que califica, puede calificar estrechamente, medianamente o incluso a los extremos de la respuesta.
<b>Escala de Likert</b>	Serie de ítems o apartados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales pide la participación de cierto número de personas y a cada punto se le asigna un valor numérico. Las afirmaciones califican al objeto de actitud que se está midiendo. Una puntuación se considera alta o baja según el número de afirmaciones.

Figura 7. Escalas de medición para la evaluación de materiales didácticos <sup>27, 28, 29, 30, 31</sup>.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La validación de métodos analíticos es un tema de gran importancia para los alumnos de la carrera de Q.F.B. en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, por lo que debe ser comprendido con claridad para su aplicación profesional. Al ser un tema con cierto grado de dificultad por conformarse de varios conceptos, es de gran importancia integrarlos y entenderlo como un todo, por lo que se requiere la búsqueda de material de apoyo y que dicho material esté disponible para el alumno. Los recursos digitales utilizados como aporte educativo son una herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo de gran utilidad para alumnos y maestros al dar soporte a las clases y así sean de interés para el alumno, obteniendo una educación de calidad.

Si bien existe la guía de la ICH e, incluso en México, la Guía de validación de métodos analíticos del colegio de Químicos Farmacéuticos Biólogos, no existe un material dirigido específicamente al aprendizaje del tema, por lo que en este trabajo se pretende resolver la falta de material educativo dirigido a los alumnos por medio del desarrollo e implementación de un video educativo enfocado en los conceptos y significado de robustez y tolerancia, con la finalidad de que sea en la enseñanza y el aprendizaje del tema de validación de métodos analíticos, un apoyo a la docencia.

### **3. HIPÓTESIS**

La implementación de materiales didácticos para el apoyo y mejora del aprendizaje y la comprensión de los temas en el aula ha sido importante para la enseñanza, por lo que al incorporar este material se logrará una mejor comprensión de los conceptos de Robustez y Tolerancia en la Validación de métodos analíticos.

### **4. OBJETIVOS**

#### **i. General**

Generar material educativo de apoyo que sirva como herramienta para facilitar la comprensión y aplicación de los parámetros de Robustez y Tolerancia por los alumnos de la carrera de Q.F.B de la F.E.S. Zaragoza de la UNAM.

#### **ii. Particulares**

- Establecer los significados de los conceptos de robustez y tolerancia, sobre todo en el sentido de su aplicación profesional.
  
- Explicar los conceptos de robustez y tolerancia de acuerdo con la guía ICH, para que sea utilizado en la generación de los materiales educativos.
  
- Explicar la importancia y la influencia que tienen la robustez y tolerancia en un método analítico.
  
- Generar un video que explique los conceptos de robustez y tolerancia para mejorar la enseñanza-aprendizaje. .

-Evaluar el video desarrollado en cuanto a su utilidad en la explicación de los conceptos de robustez y tolerancia.

## **5. MATERIAL Y MÉTODO**

### **i. Tipo de estudio**

Prospectivo, transversal, descriptivo

### **ii. Material**

- Micrófono
- Cámara
- Guion
- *Story board*
- Plumones de agua
- Pliegos de papel bond blanco

### **iii. Método**

1.- Se realizó una revisión bibliográfica relacionada al tema de validación de métodos analíticos, con énfasis en los conceptos de robustez y tolerancia, materiales didácticos, videos educativos y la influencia en el aprendizaje; para complementar el tema y fundamentar la importancia se lleva a cabo el presente trabajo.

2.- De acuerdo con el material que se ha consultado, se seleccionó el más idóneo para ejemplificar y explicar los conceptos de robustez y tolerancia con

un impacto significativo en el público al que está dirigido el proyecto de robustez y tolerancia.

3.- Se desarrolló el guión y *story board* para tener una idea general de las escenas y descritas de manera detallada, así como las palabras clave, los conceptos de robustez y tolerancia con base en la guía Q2 (R1) de la ICH.<sup>9</sup>

Para explicar los conceptos, se utilizó un lenguaje sencillo y claro pero adecuado, sin restarse importancia ni seriedad al contenido. También se utilizaron animaciones y dibujos principalmente, todo esto para hacer más atractivo el video y con ello captar la atención de los estudiantes, así como el uso de generadores de texto para resaltar información relevante en el video.

Es importante recalcar que el video no se piensa como una forma de sustituir una clase presencial, sino que servirá como apoyo al aprendizaje de dichos conceptos.

El guion elaborado se realizó en un formato cinematográfico que incluye cuatro columnas principales:

- Columna 1. Secuencia. En esta columna se anotará el número de escenas que conforman el video.
- Columna 2. Imagen. En esta columna se especifica con qué se va a demostrar o ejemplificar cada escena, puede incluir generadores de texto, dibujos, imágenes, fotográficas, animaciones, actores, dramatizaciones, etc.
- Columna 3. Audio. Esta columna se dividirá en dos secciones, el sonido, en donde se indicará el uso de la música de fondo y la parte de texto, el

contenido de tema, que el actor tendrá que leer o memorizar según se especifique en la escena de la columna de imagen.

- Columna 4. Actor. En esta columna se indicará la interacción del actor, se especificará en las escenas si aparece o no el actor.

4.- Se llevó a cabo la preproducción, en la cual se realizaban sesiones para revisar y corregir el guion con la experta en temas de comunicación, en donde se definió mediante un plan de trabajo lo que se utilizaría en la grabación del video como materiales, tipos de tomas, enfoques, animaciones, dibujos, así como los días requeridos para grabar.

5.- Se llevó a cabo la etapa de producción, en la cual se realizó la grabación de los audios, es decir, se leyó el guion en una cabina de audio de sonido profesional para obtener el audio lo más “limpio” posible y sin interferencias de ambiente o de otro tipo que pudiesen afectar al editar el sonido.

La segunda parte de la etapa de producción, consistió en la grabación de las escenas a cuadro con el actor en la locación (laboratorio de la planta piloto de la FES Zaragoza). De igual manera, se realizó la grabación con el dibujante para obtener el material necesario y poder ejemplificar los conceptos de robustez y tolerancia.

6.- Se llevó a cabo la etapa de postproducción, en la cual se realizó la conjunción de los elementos que se generaron por separado para obtener el video. Cada uno se editó de manera independiente empezando por el audio de voz, las tomas del actor, seguido de las tomas con el dibujante, las animaciones a generar, etc., también se musicalizó el video con diferentes pistas musicales y por último se añadieron los créditos y agradecimientos.

7.- Se llevó a cabo la exportación en formato HD para posteriormente proyectarlo a los alumnos del módulo de Desarrollo Analítico la carrera de QFB de la FES Zaragoza.

Una vez realizada la proyección, se evaluó el video con un cuestionario, que se desarrolló considerando la escala de Likert que permitió evaluar los aspectos técnicos del video (originalidad, calidad del dibujo, calidad y relevancia del texto, etc.), así como los aspectos pedagógicos (cantidad de la información, claridad de la información presentada, si cubre su objetivo, etc.). La puntuación otorgada a contestar fue Muy adecuado (3 puntos), Adecuado (2 puntos), Poco adecuado (1 punto) e Inadecuado (0 puntos).

Antes de que los alumnos contestaran el cuestionario, se dio una breve explicación sobre los aspectos que deben contemplar para la evaluación técnica y pedagógica del mismo.

8.- Se obtuvieron los datos del cuestionario aplicado y la información se procesó en Excel elaborando las gráficas que ejemplifiquen los resultados obtenidos. Esto para determinar la aceptación del video por parte de los alumnos y si se mejora o no el aprendizaje de los conceptos de robustez y tolerancia.

## 6. RESULTADOS

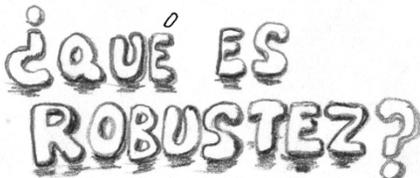
Se desarrolló un guión literario con características similares al formato cinematográfico, mismo que sirvió para la realización del video. Se detallaron los conceptos de Robustez y Tolerancia, utilizando el siguiente formato:

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	

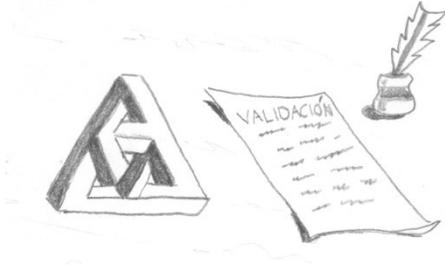
Después de haber desarrollado el guión como se muestra a continuación, se incluyeron los dibujos que acompañan la explicación, los escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza. De igual manera, se muestra el formato del cuestionario con el que evaluaron los aspectos técnicos y pedagógicos del video.

**Guión**  
**Video “Robustez y Tolerancia”**

**Duración: 7:55 min**

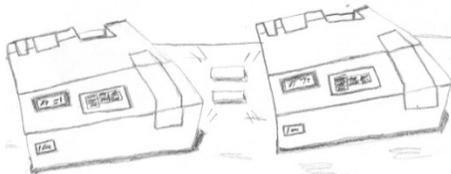
Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 1	Aparecen los escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza por animación	Música de fondo para introducción del video	Presentan  Robustez y Tolerancia	Ninguno
Escena 2	A cuadro	Música de fondo	Hola, en este video les hablaré acerca de dos conceptos dentro del tema de validación de métodos analíticos: robustez y tolerancia.	Aline
Escena 3		Música de fondo	Para el tema de validación de métodos analíticos, la guía Q2 señala el significado del concepto y su aplicación de cada uno de ellos. Lo que a continuación les explicaré, es parte de esta guía.	Ninguno
Escena 4		Música de fondo	Aparece dibujo con la pregunta “¿Qué es robustez?”	Ninguno

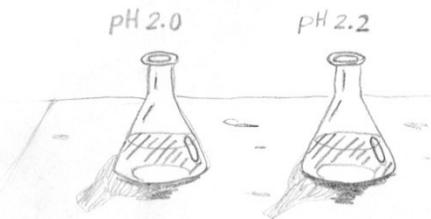
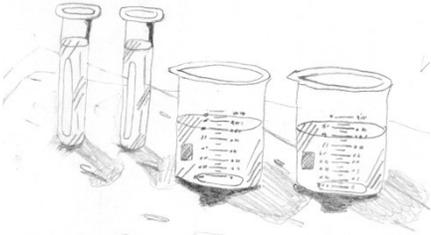
Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 5	A cuadro	Música de fondo	La robustez se define como la capacidad de un método analítico de permanecer inalterado por pequeñas pero deliberadas variaciones en los parámetros del método y proporciona una idea acerca de su confiabilidad durante su uso rutinario.	Aline
Escena 6		Música de fondo	¿Quedó claro? Tal vez no pero ahora veámoslo en un ejemplo.	Ninguno
Escena 7		Música de fondo	Un químico debe ajustar un valor de pH en una solución en un intervalo de 7.0+/- 0.1 unidades.	Ninguno

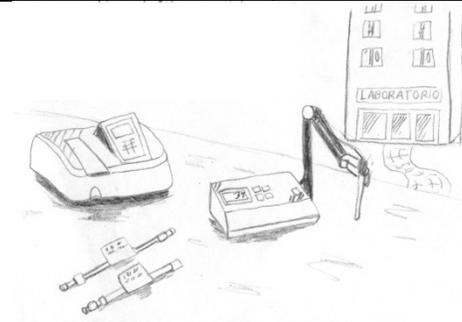
Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 8		Música de fondo	No siempre obtendrá el mismo valor de pH exactamente, sí dentro del intervalo, pero no exactamente el mismo. Lo que se debe demostrar en la robustez es la capacidad del método de permanecer inalterado en sus resultados cuando se utilizan soluciones en el intervalo de pH 6.9 a 7.1, que son normales en la operación.	Ninguno
Escena 9		Música de fondo	Ahora, ¿Qué es tolerancia?	Ninguno
Escena 10		Música de fondo	La ICH no maneja el concepto de Tolerancia como tal pero el Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos si lo maneja en la "Guía de validación de métodos analíticos".	Ninguno

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 11	A cuadro	Música de fondo	Esta guía define a la tolerancia como la reproducibilidad de datos obtenidos en una misma muestra bajo diferentes condiciones de operación.	Aline
Escena 12		Música de fondo	¿Esto qué quiere decir? De igual manera, veámoslo tomando el mismo ejemplo del ajuste de pH.	Ninguno
Escena 13		Música de fondo	Un químico debe ajustar un valor de pH en una solución en un intervalo de 7.0+/-0.1 unidades. Si se realiza en otro laboratorio, no siempre se obtendrá el mismo valor de pH, pero sí dentro del intervalo, no siendo exactamente el mismo. Lo que se debe demostrar en la tolerancia es la capacidad del método de permanecer inalterado en sus resultados cuando se utilizan soluciones en el intervalo de pH de 6.9 a 7.1, que son normales en la operación.	Ninguno

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 14	A cuadro	Música de fondo	Entonces, ¿Robustez y tolerancia es lo mismo? No, no son iguales. Robustez habla de los factores internos en el método, mientras que la tolerancia se refiere a los factores externos.	Aline
Escena 15		Música de fondo	Algunos factores internos pueden ser: el disolvente, pH, concentración de reactivos, longitud de onda, temperatura, tipo de filtro, tiempo de agitación, fase móvil o el volumen de inyección. Mientras que los factores externos hablan de instrumentos (columnas, equipos), diferentes lotes, etc.	Ninguno
Escena 16		Música de fondo	¿Esto cómo lo podemos ver aplicado en un método analítico? Por ejemplo, a través de la cuantificación del bactericida nitrofurazona por espectrofotometría UV.	Ninguno

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 17		Música de fondo	Para realizar la cuantificación de esta, se necesita adicionar la nitrofurazona en 50 mL de dimetilformamida y el resto del aforo con agua. Para evaluar la robustez, ¿qué pasa si utilizamos dos proveedores de dimetilformamida distintos? Esta variación en el método no debe de afectar el resultado.	Ninguno
Escena 18		Música de fondo	Por otra parte, para evaluar la tolerancia, si se realiza la lectura en espectrofotómetros distintos, no debe variar de un equipo a otro.	Ninguno
Escena 19	Generador de texto Tolerancia ≠ Precisión intermedia	Música de fondo	Este último puede confundirse con el concepto de Precisión intermedia, el cual señala la variación dentro de los laboratorios: días, analistas, instrumentos y/o equipos.	Ninguno
Escena 20	A cuadro	Música de fondo	Sin embargo, la tolerancia sólo evidencia qué cambios a nivel de operación son inevitables y aun así no cambian el resultado del método analítico.	Aline

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Secuencia	Imagen	
Escena 21		Música de fondo	Veamos otros dos ejemplos en donde se puede observar la robustez de un método analítico. Al realizar una valoración de sulfato ferroso, se necesita un medio ácido; un ligero cambio de pH en el medio no debe afectar en la determinación mientras este sea ácido.	Ninguno
Escena 22		Música de fondo	Otro ejemplo sería el uso de disolvente, como el metanol en una extracción. Si se cambia metanol por metanol absoluto, no debe presentar alteración alguna en los resultados.	Ninguno
Escena 23		Música de fondo	Para finalizar, hagamos un repaso rápido de los conceptos. La robustez es la capacidad del método de permanecer inalterado por pequeñas variaciones deliberadas.	Ninguno

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 24		Música de fondo	Mientras que la tolerancia expresa la carencia de influencia de variables operativas y ambientales del método analítico. Estas variaciones son esperadas ya que son inevitables, sin embargo, estas no afectan al resultado.	Ninguno
Escena 25	A cuadro	Música de fondo	Espero este video les haya sido de utilidad y aclarado sus dudas.	Aline
Escena 26	Agradecimientos y créditos	Música de fondo	<p>Este video fue financiado en su totalidad con los recursos de la Universidad Nacional Autónoma de México, otorgados a través de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, proyecto PAPIME PE-200815 "MEJORA DE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS MEDIANTE EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS INNOVADORES", por lo que se agradece su apoyo.</p> <p>Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Zaragoza</p>	Ninguno

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
			<p>Robustez y Tolerancia</p> <p>Investigación y guión Aline Pérez Chávez</p> <p>Proyecto a cargo Dr. Vicente Hernández Abad</p> <p>Asesores Dra. Elizabeth Sánchez González Mtra. Cynthia Espinosa Contreras</p> <p>Dibujante Jair Chávez Morales</p> <p>Apoyo grafico Sandra González Terrones</p> <p>Animación, producción y posproducción Catalina Armendáriz Beltrán</p> <p>DR. UNAM FES ZARAGOZA 2017</p>	

## Imágenes del video “Robustez y Tolerancia”

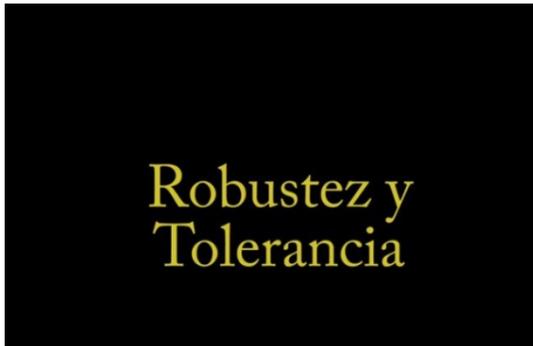


Imagen 1. Robustez y Tolerancia. Minuto 0:16

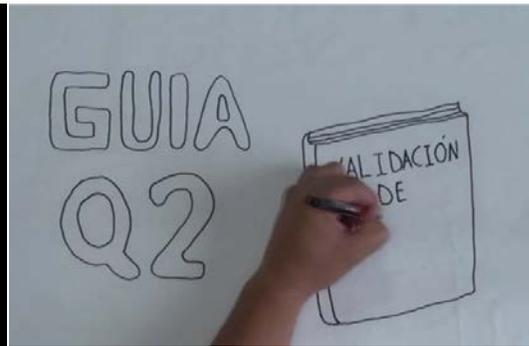


Imagen 2. Video Robustez y Tolerancia. Minuto 0:32

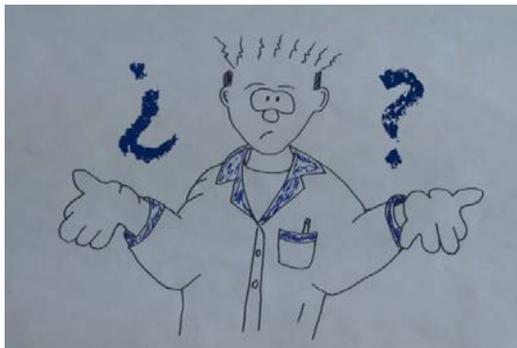


Imagen 3. Video Robustez y Tolerancia. Minuto 1:01

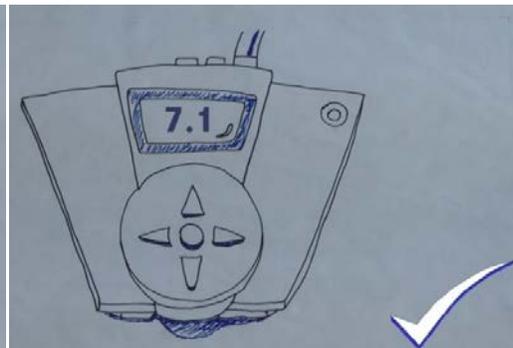


Imagen 4. Video Robustez y Tolerancia. Minuto 1:35



Imagen 5. A cuadro. Minuto 2:54



Imagen 6. Video Robustez y Tolerancia. Minuto 3:24

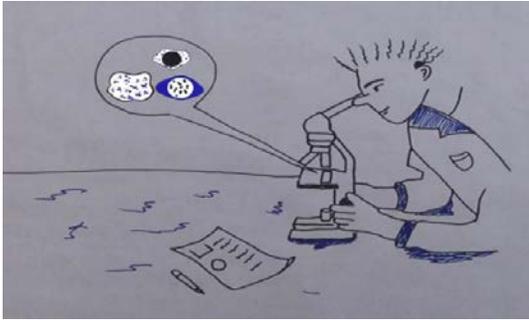


Imagen 7. Video Robustez y Tolerancia. Minuto 3:34



Imagen 8. Generador de texto. Minuto 4:15

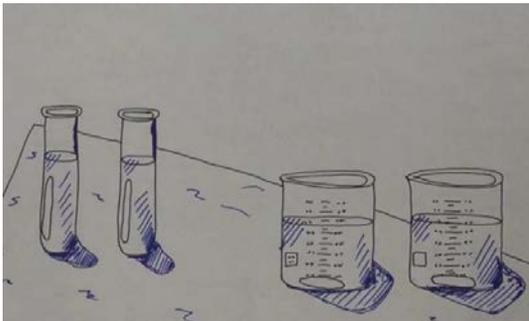


Imagen 9. Video Robustez y Tolerancia. Minuto 5:06

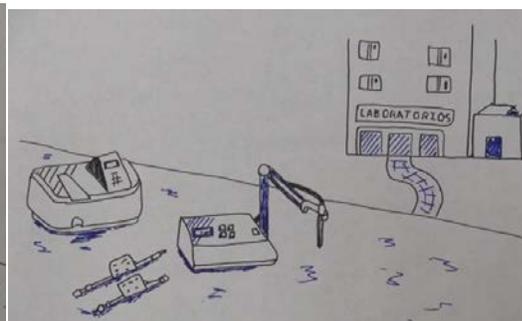


Imagen 10. Video Robustez y Tolerancia. Minuto 5:34



Imagen 11. A cuadro. Minuto 5:35

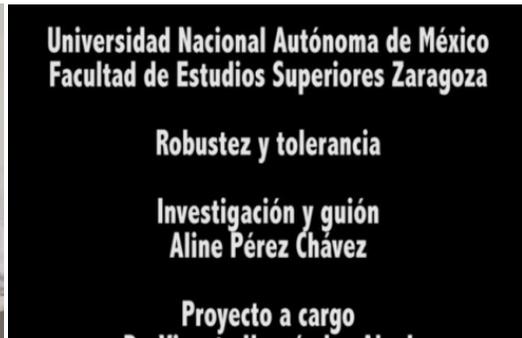


Imagen 12. Créditos. Minuto 6:19

## Cuestionario con el que se evaluó el video de “Robustez y Tolerancia”



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

### FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA PROYECTO PAPIME PE-200815



Estimado estudiante:

En el marco de la elaboración de mi proyecto para obtener el título de licenciatura, pido de tu apoyo para contestar este cuestionario, cuyo propósito es conocer tu opinión sobre el video de Robustez y Tolerancia. La información obtenida se aplicará únicamente para su uso educativo y será confidencial.

De antemano agradezco tu apoyo, para cualquier duda o comentario puedes escribirme al correo: alineperezch@hotmail.com

Atte. Aline Pérez Chávez

#### Sección 1: Características generales.

Instrucciones: indica los datos que se solicita

1. Año de nacimiento: \_\_\_\_\_

2. Sexo: \_\_\_\_\_

#### Sección 2. Contenidos generales.

<b>Nombre o título del programa:</b>	
<b>Tipo de programa:</b>	
<b>Temática:</b>	
<b>Objetivo:</b>	
<b>Contenidos que aborda:</b>	
<b>Destinatarios:</b>	

2.- Evaluación de aspectos técnicos (Marca con una X la valoración que creas más adecuada).

<b>Criterio</b>	<b>Muy adecuado 3</b>	<b>Adecua do 2</b>	<b>Poco adecuado 1</b>	<b>Inadecuado 0</b>	<b>Total</b>
<b>Calidad de imágenes</b>					
<b>Calidad de las animaciones</b>					
<b>Calidad y relevancia del sonido</b>					
<b>Calidad y relevancia del texto</b>					
<b>Presenta originalidad</b>					
<b>TOTAL</b>					

3.- Evaluación de aspectos pedagógicos (Marca con una X la valoración que creas más adecuada).

<b>Elementos</b>	<b>Muy adecuado 3</b>	<b>Adecuado 2</b>	<b>Poco adecuado 1</b>	<b>Inadecuado 0</b>	<b>Total</b>
<b>Capacidad de motivación (atractivo, interesante)</b>					
<b>Adecuación al usuario (contenido)</b>					
<b>Nivel de calidad de la información presentada</b>					
<b>Estrategias didácticas (ejemplos, animación, dibujos, efectos)</b>					
<b>Cubre los contenidos y los objetivos</b>					
<b>Fomenta el auto aprendizaje (iniciativa, toma decisiones)</b>					
<b>Nivel de actualización de los contenidos</b>					
<b>TOTAL</b>					

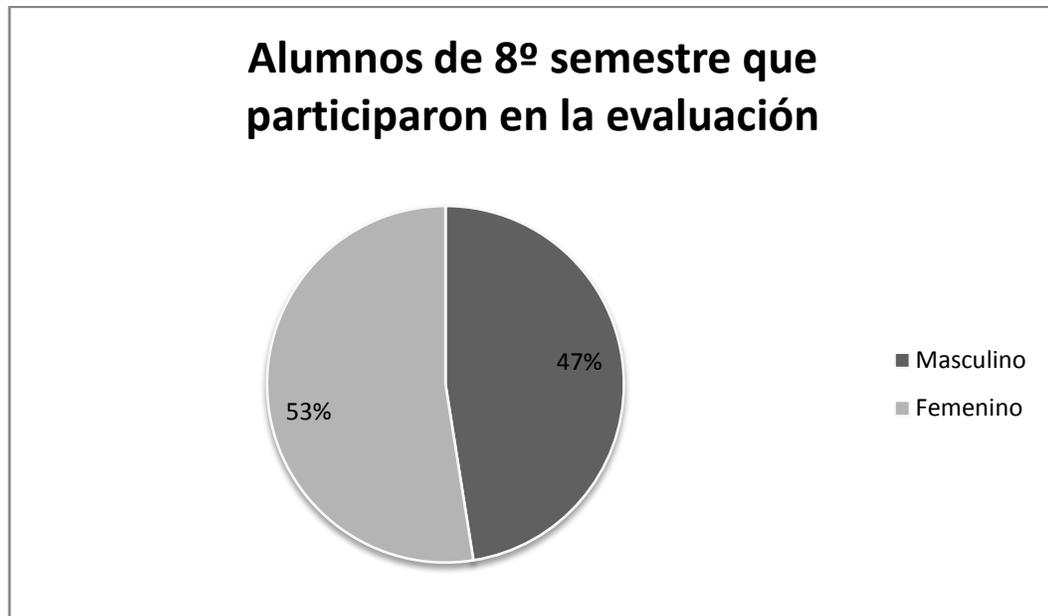
### **Sección 3. Contenido educativo.**

a) ¿Qué es la robustez?

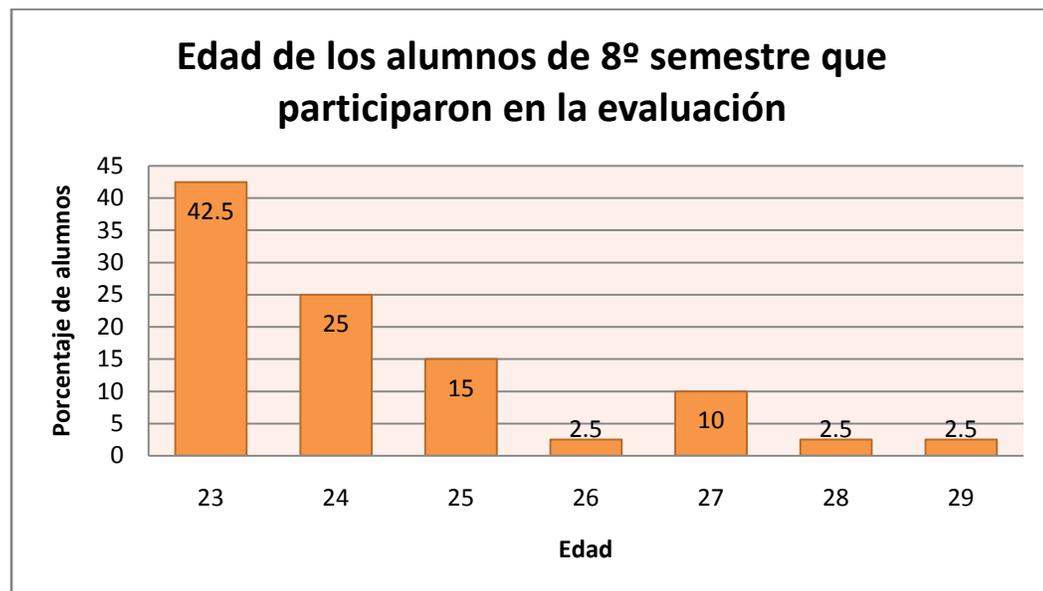
b) ¿Qué es la tolerancia?

c) ¿Cómo se puede realizar un estudio de tolerancia?

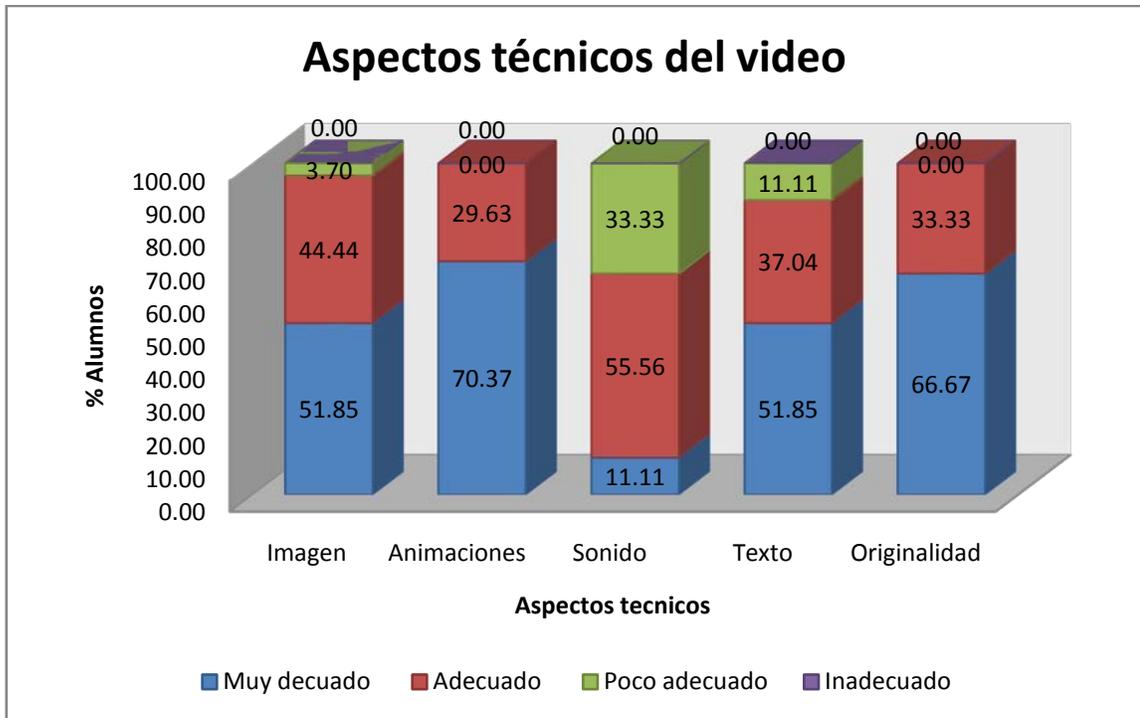
**Gráficas obtenidas a partir de la evaluación del video de “Robustez y Tolerancia”**



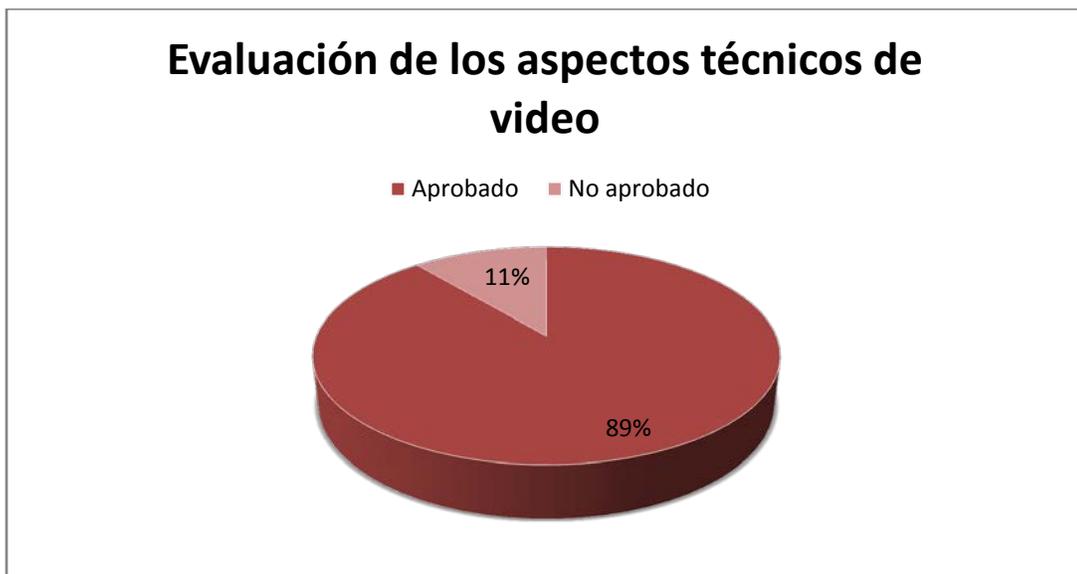
Gráfica 1. Género de los alumnos que participaron en la evaluación del video



Gráfica 2. Rango de edades de los alumnos que participaron en la evaluación del video



Gráfica 3. Porcentaje de alumnos que evaluaron cada aspecto técnico de video de acuerdo a la escala de Likert



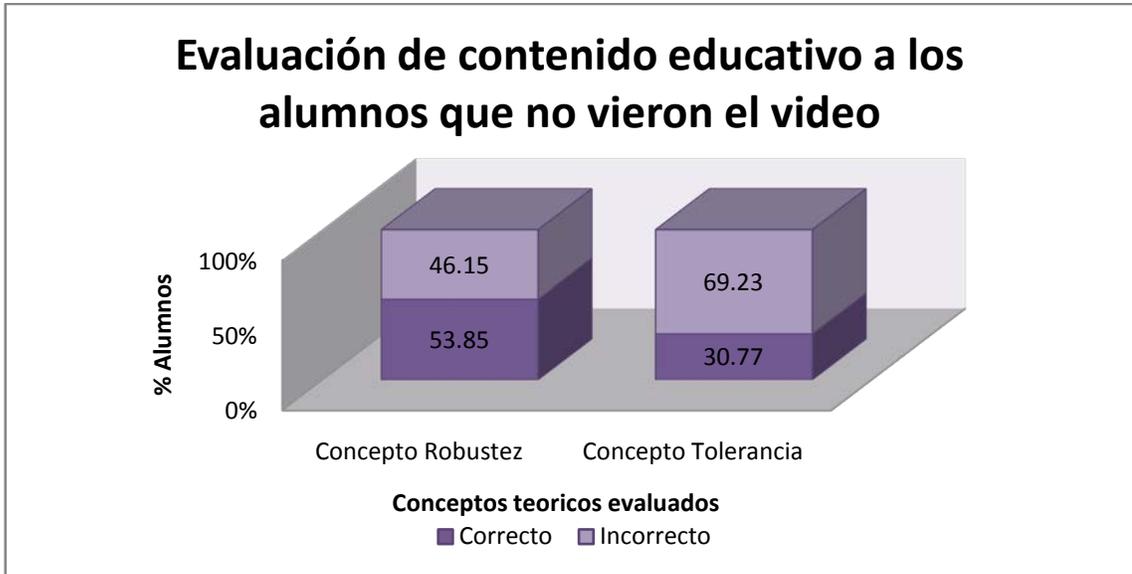
Gráfica 4. Porcentaje de los alumnos que aprobaron los aspectos técnicos del video



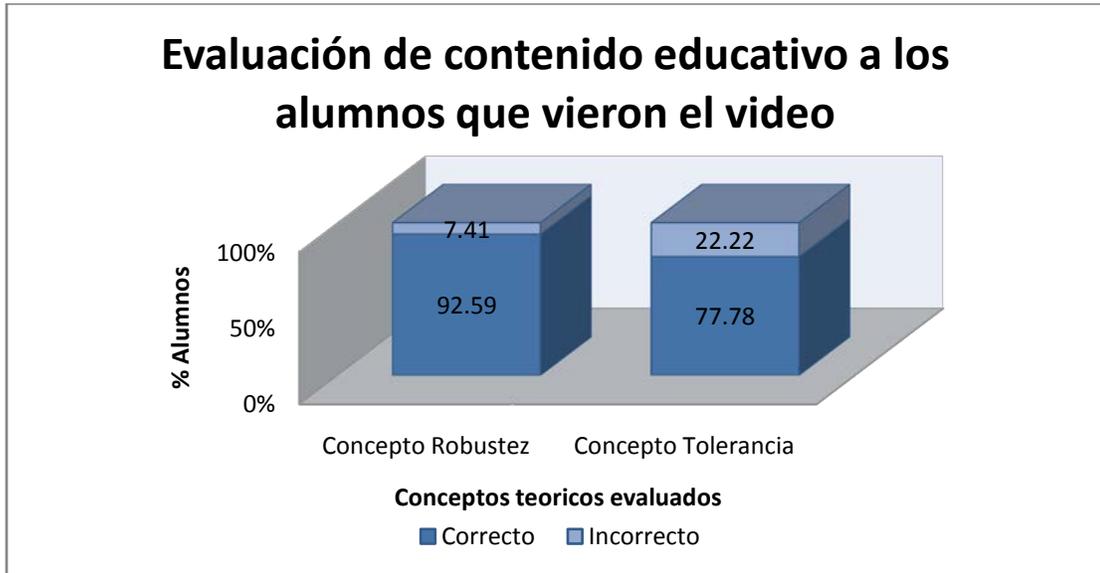
Gráfica 5. Porcentaje de alumnos que evaluaron cada aspecto pedagógico del video de acuerdo a la escala de Likert.



Gráfica 6. Porcentaje de los alumnos que aprobaron los aspectos pedagogicos del video



Gráfica 7. Porcentaje de alumnos que no vieron el video y respondieron de manera correcta el contenido educativo de la encuesta



Gráfica 8. Porcentaje de alumnos que vieron el video y respondieron de manera correcta el contenido educativo de la encuesta

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para poder desarrollar y generar el video como material didáctico, se concibió un guión con el contenido suficiente para especificar los elementos necesarios en cada una de las escenas que conforman el video, así como las locaciones para grabar (laboratorio y oficina de dibujo). Los conceptos utilizados para el guión fueron con base en la guía Q2 (R1) de la ICH<sup>4</sup> principalmente, ya que para el concepto de Tolerancia se utilizó la Guía de Validación de Métodos Analíticos del Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos<sup>5</sup>.

Con el apoyo de los alumnos del semestre 2017-2 de 8º Semestre de Desarrollo Analítico de la carrera de Q.F.B., se realizó la evaluación del material generado a una población de 40 alumnos, 21 Mujeres y 19 hombres (Gráfica 1), con edades entre los 23 y los 29 años (Gráfica 2).

Para crear un aprendizaje significativo en los alumnos con los ejemplos mostrados en el video, se crearon y utilizaron dibujos para ser presentados en dicho material; estos dibujos, algunos con animación, presentan una técnica tipo *stop motion* para dar una presentación atractiva y novedosa, y con ella, llamar la atención de los alumnos y obtener un aprendizaje significativo<sup>18, 20, 22, 32, 33</sup>. De igual manera, se realizó la búsqueda de música y melodías que pudieran acompañar a las imágenes y la voz y, así atraer la atención del espectador.

El video educativo tuvo una duración de 7 minutos con 55 segundos, en el cual se explica a los alumnos cada uno de los conceptos de manera detallada, fácil y sencilla y posteriormente<sup>34</sup>, se generaron ejemplos aplicados en donde el alumno puede unir ambos conceptos y observar su aplicación dentro un método

analítico, como se puede observar en las imágenes 4, 6 y 7. Igualmente, es común confundir algunos conceptos dentro del tema de validación de métodos analíticos, por lo que se aborda y explica cual es la diferencia entre dichos conceptos como se muestra en la Imagen 8.

Para finalizar el video, se hizo un breve repaso de los conceptos que se abordan para terminar con una despedida. Posteriormente se incluyeron los créditos correspondientes y los agradecimientos (Imagen 12).

Durante la encuesta aplicada a los alumnos, se observó que no habían tenido un acercamiento a otros videos educativos anteriormente, de los cuales hay disponibles 3 videos que abordan el tema de validación de métodos analíticos, específicamente de los conceptos Especificidad y Precisión<sup>35, 36</sup>.

Al hacer una revisión de los datos obtenidos de la evaluación de estos tres videos, se pudo apreciar lo siguiente: tanto los aspectos teóricos como pedagógicos del video de Especificidad que fueron evaluados, se aprobó por un 88% y 82 respectivamente, por otro lado, el video que aborda el presente trabajo, Robustez y Tolerancia, obtuvo un 89% en ambos aspectos (Gráfica 4 y 6).

Donde se aprecian las cifras más relevantes, es en la evaluación de los aspectos educativos, ya que se pidió al alumno que contestara cual era el significado del concepto que aborda el video. En el concepto de Precisión, a pesar de que un 97% a 99% de alumnos aprobaron los aspectos técnicos y pedagógicos, se observó que sólo el 88% de ellos pudo contestar de manera

correcta la parte teórica que engloba el concepto. Al comparar estos resultados con el que se obtuvo en el video de Robustez y Tolerancia, se observó un 92.59% de alumnos que contestaron de manera correcta el concepto de Robustez y un 77% el de Tolerancia (Gráfica 8).

Del grupo de 40 alumnos al que se le aplicó el cuestionario, 17 de ellos no vieron el video pero si contestaron el apartado de contenido educativo, teniendo un 58.85% correcto en Robustez y un 30.77% en Tolerancia.

## **8. CONCLUSIÓN**

Se generó un video como herramienta para facilitar el aprendizaje de los alumnos de la carrera de Q.F.B., el cual se compone de dos conceptos importantes en el tema de validación de métodos analíticos. No se contaban con dicho materia de apoyo que facilitara la comprensión de los parámetros de Robustez y Tolerancia y, posteriormente la aplicación de los mismos en el ámbito escolar y profesional.

Al realizar la evaluación del video por parte de los alumnos de la carrera de Q.F.B. del módulo de Desarrollo Analítico, se demostró que el video tuvo un impacto positivo en los alumnos y se refuerza, que los materiales didácticos, específicamente hablando de los videos educativos, son un excelente material de apoyo para el alumno, facilitando la comprensión y aprendizaje de conceptos como se muestra en el presente trabajo.

## 9. REFERENCIAS

1. Skoog A, West M. Fundamentos de Química Analítica. 9ª ed. México. Cebgace Learning Editores; 2015.
2. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2015 Buenas prácticas de fabricación de medicamentos. Diario Oficial de la Federación, 5 de febrero del 2016.
3. Instituto de Salud Pública. Validación de métodos y determinación de la incertidumbre de la medición: aspectos generales sobre la validación de métodos. Guía técnica N°1. Santiago: 2010.
4. US Food and Drug Administration. November 2005. Guidance for Industry Q2 (R1) Validation of analytical procedures: text and methodology, Rockville, MD.
5. Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos. Guía de Validación de Métodos Analíticos. Edición 2002
6. Instituto de Salud Pública de Chile. Validación de métodos y determinación de la incertidumbre de la medición: aspectos generales sobre la validación de métodos. Santiago. 2010.
7. Morales de la Cruz, C. Desarrollo y validación prospectiva de una técnica analítica por Cromatografía líquida de alta Performance (HPLC) para el Enalapril 10 mg tabletas recubiertas [tesis grado licenciatura]. Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. 2004.

8. Centro para el control estatal de medicamentos, equipos y dispositivos médicos. Buenas Prácticas para Laboratorios de Control de Medicamentos. Validación de Métodos Analíticos. Cuba. 2014
9. Rivas Alas M, Rodríguez Romero S. Validación del método analítico de Cromatografía líquida de alta presión (HPLC) de un jarabe multivitamínico con Ciproheptadina [Tesis Licenciatura] El Salvador. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. 2007.
10. Vázquez Moreno A. Validación de métodos analíticos. [Tesis Ingeniería] México. Instituto Politécnico Nacional. 2008.
11. Hernández Ballesteros B. Validación de métodos analíticos por HPLC para disolución de levonorgestrel 1.5 mg grageas. [Tesis Licenciatura] México. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. 2014.
12. Euralab España. Guía Eurachem: La adecuación al uso de los métodos analíticos. España: 2016 [Consultado: 15 de Febrero de 2017]. Disponible en:  
  
[https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV\\_guide\\_2nd\\_ed\\_E\\_S.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_2nd_ed_E_S.pdf)
13. “¿Qué es el aprendizaje?”. Portal Educativo [Internet] Chile: Universidad de Talca. 2014 [Consultado: 12 de Septiembre del 2016] Disponible en:  
  
<http://www.educativo.otalca.cl/medios/educativo/profesores/basica/aprender.pdf>
14. Cáceres González A. “El aprendizaje”. [Internet] México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. 2004 [Consultado 12 de Septiembre del 2016] Disponible en:

<http://computacion.cs.cinvestav.mx/~acaceres/courses/udo/seminarioTesis/diapositivas/Seminario3e.pdf>

15. Universidad Católica de Valparaíso. Manual de estilos de aprendizaje. Chile. 2004 [Consultado: 13 de Septiembre del 2016] Disponible en:[http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales\\_u/Manual\\_Estilos\\_de\\_Aprendizaje\\_2004.pdf](http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales_u/Manual_Estilos_de_Aprendizaje_2004.pdf)
16. Giuseppe I. Planeamiento didáctico. En: Hacia una didáctica general dinámica. Buenos Aires, Argentina: Editorial Kapelusz, S.A.; 1985. pp. 178-202
17. Universidad de Celaya. Material didáctico. México. 2005 [Consultado: 14 de Septiembre del 2016] Disponible en:<http://www.udec.edu.mx/portal/docs/DIDACTICA/MATERIALES%20DIDACTICOS.pdf>
18. Educa con TIC. El video educativo como herramienta didáctica. España. 2010. [Consultado: 14 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.educacontic.es/blog/el-video-como-herramienta-didactica>
19. Bravo JL. ¿Qué es el video educativo? España: Universidad de Huelva. 1996; (6): 100-105
20. Bravo Ramos JL. El video educativo. [libro electrónico]. España: Universidad Politécnica de Madrid; 2000. [Consultado: 26 de Abril de 2017]. Disponible en: <http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/Libros/Videdu.pdf>
21. Daza Hernández G. El video Educativo. Centro de Comunicación Educativa Audiovisual. Bogotá, Colombia; 2008.

22. Richard EM., Moreno R. Animation as an aid to multimedia learning. EducPsychol Rev. 2002; Vol. 14. pp. 87-99
23. Kozma R. Will media influence learning: Reframing the debate. Educational Technology Research and Development, EUA; 1994. pp. 7-19
24. Mayer R. Multimedia Learning. 2ª Ed. New York. Cambridge University Press; 2009.
25. Organización Panamericana de la Salud. Guía para el diseño, utilización y evaluación de material en salud. Estados Unidos: 1984.
26. Bautista Liébana JR, Martínez Romero R, Sainz Ibáñez M. La evaluación de materiales didácticos para la educación a distancia. España: 2001.
27. Lewis RA. Tests psicológicos y evaluación. 11ª ed. México: Pearson Educación; 2003
28. Mejías N. Escala de actitudes de investigación [En línea] Odiseo Rev. electrónica en Pedagogía; 2011. [Consultado: 27 de Marzo de 2017]. Disponible en: <http://odiseo.com.mx/libros-resenas/2011/07/escalas-actitudes-en-investigacion>
29. Elejabarrieta F., Iñiguez L. Construcción de escalas de actitud, tipo Thurstone y Likert. [En línea] La sociología en sus escenarios Rev. electrónica en Sociología; 2008. [Consultado: 26 de Marzo de 2017]. Disponible en: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/view/6820/6246>
30. Escala para medir actitudes [En línea] La sociología en sus escenarios Rev. electrónica en Sociología; 2012. [Consultado: 26 de Marzo de 2017].

Disponible en:  
<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/view/11452/10452>

31. Ayala Pérez M. Medición de actitudes en los aspirantes a ingresar a los cuerpos de seguridad pública del estado. [Tesis Licenciatura] México: Universidad de Sonora; 1998.
32. Alumbra aquí. Stop motion en el aula. [Internet] Sevilla. 2010. [Consultado el 25 de Junio del 2017] Disponible en:  
<http://alumbraaqui.blogspot.mx/2010/12/stop-motion-en-el-aula.html>
33. Stop Motion. Stop Motion en el aula. [Internet] España. [Consultado el 25 de Junio del 2017]. Disponible en:  
<https://sites.google.com/site/conductastopmotion/aplicaciones-en-el-aula>
34. MOOC Aprendizaje: La duración de los videos educativos [video] UPM. Publicado el 16 de Mayo del 2017. Disponible en:  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZEKBPDZ38SQ>
35. López González KD. Generación de materiales educativos electrónicos para mejorar la enseñanza y el aprendizaje del concepto de especificidad. [Tesis Licenciatura] México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. 2016
36. Hernández Medel RF. Generación de materiales educativos de apoyo para mejorar el aprendizaje del parámetro de precisión para la validación de métodos analíticos. [Tesis Licenciatura] México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. 2017