



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"**

**GENERACIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS DE
APOYO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE
DEL PARÁMETRO DE PRECISIÓN PARA LA
VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

PRESENTA:

RAÚL FRANCISCO HERNÁNDEZ MEDEL

DIRECTOR:

DR. VICENTE J. HERNÁNDEZ ABAD

ASESORA:

DRA. ELIZABETH G. SÁNCHEZ GONZÁLEZ



Ciudad de México

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICATORIAS

La presente Tesis está dedicada a:

A mi Madre, Guadalupe Medel Zamora quién ha sido mi incondicional en toda esta historia, gracias por tus desvelos, por tus regaños, por tu confianza y tus atenciones, eres una mujer admirable y siempre estaré agradecido contigo.

A mi Padre Israel Hernández Cedeño de quién aprendí que puedo lograr todo lo que me proponga con el apoyo de mi familia, quien me ayudo en diversas ocasiones y me hacía olvidarme de los problemas, gracias por estar conmigo siempre.

A ustedes quienes fueron, han sido y serán el pilar de mi vida, quiero decirles que los amo y que haré que sigan sintiéndose orgullosos de mí, porque me hicieron una buena persona, dedicada, con valores y sentido de responsabilidad.

A mis Abuelos José Francisco Hernández Torres y María del Socorro Cedeño Gómez, a mis Tíos Isaac, Paco y Eric, así como a mis Hermanos con los que crecí y he convivido toda mi vida, porque sé que sin ellos no hubiera logrado recorrer este camino y haber cumplido una de las más importantes metas profesionales en mi vida. Por creer en mí, por el apoyo y confianza que siempre me brindaron día a día, tanto moral como sentimental.

Gracias a todos...

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 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.

AGRADECIMIENTOS

Me aprecio de poder agradecer y dedicar unas palabras a la Licenciada Catalina Armendáriz Beltrán y a su equipo de trabajo: Sandra, Pavel y Gabriel por todo su apoyo a lo largo del desarrollo y elaboración del presente trabajo, ya que gracias a su experiencia y consejos pude enriquecer sobre manera la presente tesis.

Licenciada Catalina, le agradezco por esos días de trabajo arduo, por salir a altas horas de la noche, por las pláticas y consejos, y sobre todo por poder llegar a conocerla un poco más, porque se convirtió en una gran amiga. Solo me resta decirle que es una persona maravillosa y que aprendí muchísimas cosas de usted, le deseo lo mejor hoy y siempre.

AGRADECIMIENTOS

A la máxima casa de estudios del País y mi alma máter, gracias UNAM por abrirme las puertas para poder llegar a ser un profesionista y poder cumplir mis metas.

Mi más profundo agradecimiento al Dr. Vicente Hernández Abad y a la Dra. Elizabeth Sánchez González, mi Director y Asesora de tesis, quiero expresarles que ha sido un placer trabajar con ustedes, gracias por su paciencia y sus conocimientos, además del tiempo, apoyo, guía, comprensión y sobre todo su amistad.

A la Maestra Guillermina Rojas a quién tuve el gusto de conocer y tratar a lo largo de la elaboración de la presente tesis, gracias por todas sus correcciones, su apoyo y consejos, es una mujer admirable.

A toda mi familia, en especial a mi tío Rogelio Medel y a mi Abue Delfina Zamora de quienes tengo gratos recuerdos y un cariño muy especial, a mis bisabuelos José Zamora y Carmen Esquivel a quienes siempre recordaré y llevaré en el corazón.

A la mujer de mi vida, mi Dany, por siempre confiar en mí, por tu apoyo, por tus palabras, tu compañía, quiero decirte lo mucho que te amo y que sabes que fuiste y eres parte fundamental para lograr terminar mi tesis, por lo que no me resta más que agradecerte una vez más... así como a tu familia, mis suegros y mis cuñis principalmente, a quienes quiero mucho y se han vuelto parte importante en mi vida.

A mis amigos de toda la vida Omar y Ricardo, saben cuánto los aprecio y estimo, los considero como hermanos y les agradezco por todo lo que hemos vivido, por haber sido parte de este momento y por todo lo que nos falta.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Educación.....	10
2.1.1 Enseñanza.....	11
2.1.1.1 Catálogo de Actividades.....	13
2.1.1.2 Catálogo de Tareas.....	14
2.1.2 Aprendizaje.....	17
2.1.2.1 Aprendizaje significativo.....	20
2.1.3 Didáctica.....	21
2.2 Materiales educativos.....	24
2.3 Videos.....	28
2.3.1 Video educativo.....	29
2.3.2 Guion.....	32
2.3.3 Evaluación de los materiales educativos (videos).....	34
2.4 Validación de métodos analíticos.....	36
2.4.1 Parámetros de desempeño del método analítico en un estudio de validación.....	38

2.5 Materiales educativos para mejorar el proceso de aprendizaje sobre la validación de métodos analíticos.....	41
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	45
4. HIPÓTESIS.....	47
5. OBJETIVOS.....	48
5.1 Objetivo general.....	48
5.2 Objetivos particulares.....	48
6. MATERIAL Y MÉTODO.....	49
6.1 Tipo de estudio.....	49
6.2 Material y equipo.....	49
6.3 Método.....	50
7. RESULTADOS.....	55
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	109
9. CONCLUSIONES.....	121
10. REFERENCIAS.....	123

1. INTRODUCCIÓN

La carrera de Química Farmacéutico Biológica (Q.F.B.) en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) forma profesionales con características y funciones de acuerdo con las necesidades sociales del país y el desarrollo científico-tecnológico en el campo de la salud, que conllevan una mayor y mejor preparación, que redundan en la calidad de la producción, fabricación, distribución, comercialización y dispensación de productos, bienes y servicios para la salud.¹

La industria farmacéutica actúa siempre buscando mejorar la calidad de los medicamentos a lo largo de los diferentes procesos para fabricarlos. El objetivo es conseguir medicamentos seguros, estables y eficaces, y la validación constituye un elemento importante para lograrlo, ya que garantiza la calidad de los productos, puesto que confiere fiabilidad y veracidad a los resultados obtenidos de los análisis, asegurando así, que los medicamentos cumplan con los parámetros de calidad previstos. Los métodos analíticos deben validarse para cumplir con las exigencias contempladas en la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de acuerdo con las Buenas Prácticas de Fabricación (NOM-059-SSA1-2015), y los encargados de llevarla a cabo en la industria, principalmente son los químicos, por lo que es considerada como una herramienta básica y fundamental para el desarrollo laboral y académico de un Q.F.B.

El tema de validación de métodos analíticos formalmente se imparte en octavo semestre de la carrera de Q.F.B. en la FES Zaragoza tanto de manera práctica como teórica; para abordar dicho tema actualmente se cuenta principalmente con

material de consulta conformado por guías y normas, materiales desarrollados por y para conocedores del tema. Un inconveniente que presentan dichos materiales es que no son elaborados con carácter educativo, por lo que resulta confuso comprender la magnitud de llevar a cabo la determinación de la validación de métodos así como todos los aspectos que involucra cada parámetro, por lo que se visualizó la necesidad de generar material de apoyo que utilizara un lenguaje claro y sencillo además de adecuado, en el que se presentaran una mayor cantidad y variedad de ejemplos, con el fin de facilitar el aprendizaje de los alumnos. Para lograrlo se decidió generar una serie de tres videos para explicar y ejemplificar todos los aspectos que involucra el parámetro de Precisión. En dicha serie de videos se presentaron diversos ejemplos, animaciones, ejercicios e imágenes con el fin de proporcionar a los alumnos material didáctico, de fácil comprensión y de acceso libre para complementar sus clases, siendo material generado y diseñado específicamente con el fin de mejorar su aprendizaje.

Con la proyección de los videos desarrollados se logró mejorar el aprendizaje de los alumnos de octavo semestre de la carrera de Q.F.B. del área terminal Farmacia Industrial del módulo de Desarrollo Analítico, proporcionándoles así material educativo de apoyo para el tema de validación de métodos analíticos (con el que actualmente no se contaba), fomentando además el autoaprendizaje, ya que propició que los alumnos se interesaran en conocer más sobre la validación de métodos analíticos, no solo del parámetro tratado en la presente tesis.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Educación

El ser educado implica el dominio de ciertas prácticas, el conocimiento y la comprensión de principios. Para que este ideal se concrete, es necesario aprender y comprender gran cantidad de información diferente.²

La educación es un proceso mediante el cual se afecta a una persona, estimulándola para que desarrolle sus capacidades cognitivas y físicas. Por consiguiente, debe distinguirse entre los conceptos de educación (estímulo de una persona hacia otra) y aprendizaje, que en realidad es la posibilidad subjetiva de incorporación de nuevos conocimientos para su aplicación posterior.³

En 1930, John Dewey, filósofo y uno de los pilares del pensamiento pedagógico moderno, expresó con claridad que nadie puede decirle a otra persona cómo debe pensar. Por el contrario, fundamentó que la tarea más importante de la educación es brindar la oportunidad para el desarrollo consciente y serio del pensamiento reflexivo. Éste incluye no solo el pensamiento como actividad lógica, sino el desafío de pensar, la revisión de las propias creencias y el enfrentar los dilemas éticos. Estas reflexiones tienen consecuencias para la enseñanza y llevan a proponer que se busque:

- Posibilitar que los alumnos experimenten el proceso de construcción del conocimiento y la autonomía en el abordaje de los temas y los problemas, implicándose en su análisis y conclusión.

- Facilitar que los alumnos busquen soluciones alternativas e involucrarlos en las decisiones actuando reflexivamente.
- Poner en juego las propias experiencias y concepciones sobre los problemas.
- Involucrar a los alumnos en contextos realistas, relevantes y en experiencias de interacción social.
- Estimular el uso de diferentes formas de representación de los fenómenos, enriqueciendo la mirada sobre la realidad de los problemas estudiados, en lugar de una visión específica y parcial.
- Estimular la auto-conciencia sobre el proceso de pensamiento, comprendiendo el proceso seguido al aprender.
- Valorar la individualidad, la afectividad y la creatividad del aprendiz para tener en cuenta sus intereses.⁴

2.1.1 Enseñanza

Enseñar es provocar dinámicas y situaciones en las que pueda darse el proceso de aprendizaje en los alumnos. Entonces, una de las características esenciales de la enseñanza es la intencionalidad. Los alumnos adquieren muchos conocimientos fuera del salón de clases de manera cotidiana, pero en las aulas es donde aprenden lo que intencionalmente quiere enseñarles el profesor.

El reto de la enseñanza será lograr que los alumnos sean capaces de darle sentido a su conocimiento para que pueda ser utilizado para sus propios fines, y no solo para fines académicos.⁵

Las prácticas de la enseñanza son múltiples y variadas, y las teorías son diversas. Pero, en términos generales, existen dos grandes percepciones acerca de la enseñanza:

a) La enseñanza entendida como instrucción

Destaca la mediación del profesor como transmisor de un conocimiento o modelador de una práctica. Quiénes aprenden incorporan los procedimientos, los conocimientos o los conceptos a partir de la acción de quien enseña, a través de la escucha activa, la observación del modelo, la reflexión interna, internalizando no solo los contenidos sino las formas de pensar, transferibles a nuevas situaciones, desarrollando el potencial individual.⁴

b) La enseñanza entendida como guía

Destaca la guía sistemática y metódica por parte del profesor y el papel central de la actividad de quienes aprenden, a través de la observación directa de fenómenos, la búsqueda, la indagación activa y la inventiva, para que los alumnos elaboren el nuevo conocimiento en una secuencia progresiva de acciones. Admite dos grandes variantes: el grupo ayuda al aprendizaje individual por lo que el aprendizaje constituye un producto de la acción colectiva.

En la realidad, las prácticas de enseñanza no adoptan rígidamente uno y solo uno de estos grandes enfoques. En su lugar, asumen una orientación general en un momento dado o con mayor énfasis, pero integrando momentos de la otra orientación.

Sea como instrucción o como guía, la enseñanza siempre tiene implícita la dinámica entre la autoridad y la autonomía, y sus resultados son previsible pero variados y abiertos, como lo son las personas y los conceptos en los que participan.⁴

En toda actividad de enseñanza se maneja cierta información, procedente de determinadas fuentes, mediante procedimientos concretos (asociados generalmente a determinados medios didácticos) y en relación con metas implícitas o explícitas. A partir de esto se seleccionan los criterios para la clasificación de las actividades y, en función de cada uno, su sentido o propósito didáctico.

En este sentido se expone a continuación un listado de posibles tipos de actividades de enseñanza.

2.1.1.1 Catálogo de actividades de enseñanza:

1. **Exposición verbal.** (Conferencia, exposición con apoyo audiovisual o escrito, etc.)
2. **Trabajo con libro de texto o equivalente.** (Leer, subrayar, estudiar, resolver problemas y ejercicios)
3. **Preguntas del profesor.** (Orales en pizarra o lluvia de ideas, cuestionarios, planteamiento de problemas y emisión de hipótesis explicativas)
4. **Audiovisual.** (Videos educativos, presentaciones, grabaciones, etc.)
5. **Consulta bibliográfica.** (De la clase, bibliotecas, archivos de aula, etc.)
6. **Trabajo práctico en aula o laboratorio.** (Prácticas de laboratorio, cultivo de plantas, construcción o elaboración manual de objetos, contraste de hipótesis observacionales o experimentales.)

7. **Trabajo práctico fuera del aula o laboratorio.** (Excursiones, paseos programados, visitas guiadas.)
8. **Asambleas.**
9. **Elaboración de planes de acción.** (Selección de objetos de estudio, planes para investigar un problema, planes para construir objetos, etc.)
10. **Elaboración de conclusiones.** (Sobre una actividad o estudio realizado, autoevaluaciones.)
11. **Dibujo.**
12. **Juego.**
13. **Trabajos escritos.** (Redacciones, trabajos libres, informes de un estudio o experimento, periódico escolar.)
14. **Narración oral.** (Cuentos, relatos, etc.)
15. **Lectura literaria.**
16. **Canto.**
17. **Teatro.**

Cada una de estas actividades puede o no estar presente en el aula, particularmente por las tareas que estén realizando en curso los alumnos y el profesor. Así, también se elaboró un catálogo de tareas concretas con las que deberían cumplir tanto alumnos como profesores.⁶

2.1.1.2 Catálogo de tareas

A. Tareas de los alumnos

- a. Decidir (elegir, seleccionar, etc.).
- b. Planificar.

- c. Expresar (verbalmente, por escrito, expresión dramática, plástica, artística, etc.).
- d. Debatir.
- e. Recibir información elaborada.
- f. Buscar información (observar, experimentar, leer, entrevistar, etc.).
- g. Registrar información (escribir, dibujar, registro audiovisual, etc.).
- h. Transformar o reelaborar información (resumir, recodificar, clasificar, ordenar, etc.).
- i. Inventar (explicaciones, hipótesis, artilugios, procedimientos, conceptos, etc.).
- j. Explicar significativamente (comprender).
- k. Estudiar para memorizar
- l. Ejecutar técnicas y manejar aparatos y herramientas (limpiar, recoger, ordenar, alimentar, plantar, cortar, pegar, ensamblar, recolectar, etc.).⁶

B. Tareas de los profesores

- a. Exponer información (conceptual, procedimental, actitudinal).
- b. Preguntar (interrogar, encuestar, etc.).
- c. Responder preguntas.
- d. Debatir.
- e. Moderar.
- f. Proponer.
- g. Decidir.
- h. Narrar.
- i. Dictar.

- j. Reelaborar información (resumir, ordenar, clasificar, recodificar, etc.).
- k. Planificar.
- l. Regular acciones (ordenar, prohibir, sancionar, etc.).
- m. Motivar (animar, estimular positivamente, ilusionar, etc.).
- n. Observar.
- o. Registrar información.
- p. Corregir ejercicios o trabajos.
- q. Ejecutar técnicas, manejar aparatos y otros medios didácticos.

La disponibilidad de catálogos de actividades de enseñanza y de tareas de los alumnos y profesores puede permitir la descripción más didáctica y rigurosa de las estrategias de enseñanza.⁶

Un maestro enseña a leer, a escribir, a contar; los padres corrigen a sus hijos en las formas de hablar y relacionarse; un profesor conduce a un grupo de alumnos para alcanzar la comprensión de un problema y desarrollar capacidades de pensamiento; un equipo de profesionales experimentados guía a los más jóvenes en el aprendizaje de la profesión; una persona orienta las acciones de otra conforme a valores éticos.

Revisando estas prácticas puede observarse que la enseñanza implica:

- Transmitir un conocimiento o un saber.
- Favorecer el desarrollo de una capacidad.
- Corregir y apuntalar una habilidad.
- Guiar una práctica.

En cualquiera de los casos, la enseñanza siempre responde a intenciones, es decir, es una acción voluntaria y conscientemente dirigida para que alguien aprenda algo que no puede aprender solo, de modo espontáneo o por sus propios medios. Cuando una persona aprende sola, sin que exista la intención consciente y voluntaria de otro por enseñarle (aprender por la simple “imitación” de un modelo adulto o repitiendo lo que hacen otros), lo que ocurre no es “enseñanza”, sino aprendizaje social o socialización (acoplamiento al comportamiento del grupo).

Pero la intencionalidad de la enseñanza no se restringe a lograr que otros aprendan. Más allá del resultado de aprendizaje en sí, quienes enseñan buscan transmitir un saber o una práctica considerada culturalmente válida, socialmente justa y éticamente valiosa. En otras palabras, enseñar es un acto de transmisión cultural con intenciones sociales y opciones de valor.⁴

2.1.2 Aprendizaje

El aprendizaje se refiere al cambio en la conducta o en el potencial de conducta de un sujeto en una situación dada como producto de sus repetidas experiencias en esa situación, siempre que el cambio conductual no pueda explicarse con base en sus tendencias de respuestas innatas, su maduración, o estados temporales (como la fatiga, los impulsos, la intoxicación, etcétera).⁷

Hoy se sabe que el sujeto que aprende (sea un niño o adulto) no es un receptor de las informaciones que recibe, sino que las selecciona, las transforma y las reconstruye, integrándolas (o no) a la estructura de conocimientos y habilidades que

posee y adecuándolas para la resolución de sus necesidades, expectativas personales y contexto cultural.

El ideal de aprendizaje como construcción implica el reconocimiento de que todo individuo es el agente activo en el intercambio con el ambiente y se distancia de la idea que solo es receptor pasivo del conocimiento transmitido.⁴

A excepción del aprendizaje de rutinas y hábitos, en el que la actividad reflexiva y la participación de la conciencia es prácticamente mínima, toda la gama de aprendizajes implica esta construcción, desde la actividad explícita y objetivamente observable (como la solución de problemas prácticos o la elaboración de un proyecto) hasta la actividad interna de la reflexión (como el análisis de conceptos, descubrir tendencias o regularidades en los fenómenos, o reconocer contradicciones en las propias concepciones o valores).

Estas cuestiones tienen implicaciones directas con la enseñanza, aunque alguien desarrolle un proceso de instrucción, deberá alejarse de la idea que el aprendiz “copiará” en su mente o en sus prácticas el conocimiento o la habilidad que se espera transmitir. Más aún, quien enseña debería preocuparse más por favorecer el pensamiento reflexivo del aprendiz que por la incorporación simple y llana de un contenido.⁴

En el aprendizaje influyen condiciones internas de tipo biológico y psicológico, así como de tipo externo, por ejemplo, la forma en cómo se organiza una clase, sus contenidos, métodos, actividades, la relación con el profesor, etcétera.

Otra característica importante es la experiencia, porque los cambios de comportamiento están en estrecha relación con la práctica y el entrenamiento.

Entre los factores que facilitarán o complicarán la tarea del aprender puede encontrarse la motivación que puede verse influenciada, aumentada o disminuida de acuerdo con elementos intrínsecos o extrínsecos al individuo que aprende.⁵

El aprendizaje representa un cambio o una modificación del comportamiento de carácter duradero y estable. Los aprendizajes son comportamientos con durabilidad y se incorporan al repertorio de comportamientos de la persona. Aunque luego un comportamiento pueda ser reemplazado por otro o mejorado, tanto el anterior como el nuevo tienen una estabilidad en el tiempo. En esta duración, la memoria juega sin duda un papel muy importante.

La memoria es indispensable para asegurar la continuidad de lo aprendido y para seguir aprendiendo. Todo aprendizaje implica retención, no se podría aprender si no se contase con la conservación de la experiencia previa, ya sea sensorial (como reconocer características del espacio o de los objetos físicos) o apoyada en las representaciones mentales y la comprensión (como elegir entre distintas alternativas para resolver problemas o tomar decisiones). Pero la conservación de la memoria es mucho más relevante cuando está acompañada por la comprensión y la reflexión. En este sentido, se elaboró la noción de aprendizaje significativo.⁴

Una estrategia de aprendizaje es un procedimiento (conjunto de pasos o habilidades) que un alumno adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente, solucionar problemas y

demás asuntos académicos, son ejecutadas de manera voluntaria e intencionalmente por un aprendiz, cualquiera que este sea y siempre que se le demande aprender, recordar o solucionar problemas sobre algún contenido de aprendizaje.⁸

2.1.2.1 Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo es opuesto al aprendizaje repetitivo, producto de la memorización mecánica. El aprendizaje significativo es posible cuando quien aprende relaciona las informaciones y el significado del contenido sobre el que trabaja, los vincula con sus conocimientos, significados y experiencias previas, y por ello, los comprende. Esto demanda una intensa actividad participativa de quienes aprenden, reflexionando, debatiendo y descubriendo relaciones.

El aprendizaje significativo tiene implicaciones directas con la enseñanza, para facilitarlos son necesarias las siguientes condiciones básicas:

1. Que el contenido que se enseña guarde un orden lógico y se presente de modo estructurado, es decir que no sea arbitrario, desordenado ni confuso. El proceso fracasa cuando el contenido o material no muestra coherencia, presenta datos sueltos o sin orden alguno, lo que impide comprenderlo o explicarlo. En éste último caso, quien aprende solo puede memorizarlo mecánicamente, sin comprensión alguna.
2. Que el contenido que se enseña pueda ser asimilado por el que aprende. Esto es, que quien aprenda pueda relacionar el nuevo contenido con sus conocimientos o experiencias previas y, por ende, integrarlo a sus marcos

de comprensión. También tienen especial influencia las formas de comunicación y el lenguaje, que permitan entender y elaborar nuevos conocimientos.

3. Que aquello que se aprende y el modo como se lo enseña se relacione con los intereses de quienes aprenden. Si el contenido es de interés o es presentado despertando el interés, quienes aprenden tenderán a buscar comprenderlo y además a profundizar en su conocimiento o mejorar su asimilación.
4. Que aquello que se aprende tenga aplicabilidad en el contexto particular o pueda ser transferible a las prácticas de quienes aprenden. Es decir, que los conocimientos, habilidades o valores puedan ser entendidos y valorados por su capacidad de utilización.⁴

2.1.3 Didáctica

Es evidente y de sentido común que quienes enseñan necesitan saber o tener un relativo dominio sobre el conocimiento, la habilidad o la experiencia que desean transmitir. En otros términos, nadie puede enseñar bien aquello que no conoce, no sabe hacer o no ha experimentado de alguna forma. Pero conocer o tener este saber no es suficiente: se necesita también pensar para qué enseñarlo, cómo enseñarlo y tomar decisiones definiendo las formas particulares de hacerlo. Distintos campos del conocimiento filosófico, político, social y pedagógico colaboran en esta dirección. Entre estos distintos campos, existe la contribución particular de la didáctica.

La didáctica se ocupa y preocupa por el análisis y la formulación de estos criterios y metodologías en las distintas orientaciones de la enseñanza y en los diferentes aprendizajes que se busca alcanzar, focalizándose en dos factores: los contenidos que se enseñan y las características evolutivas del sujeto que aprende.⁴

La didáctica no solo tiene el desafío de ayudar a pensar a los profesores, sino también, motivar en la enseñanza e impulsar el interés de los alumnos por aprender, se requiere reflexionar en los desafíos de los cambios culturales y de los sujetos.

En este sentido, se proponen diez criterios didácticos para motivar, sin importar sea la edad, el contenido y la situación-contexto de la enseñanza-aprendizaje:

1. Transmitir contenidos relevantes y valiosos.
2. Apelar a los códigos y lenguajes de los estudiantes.
3. Incluir la emoción en la enseñanza.
4. Comunicarse en forma personalizada y retroalimentar.
5. Trabajar los problemas concretos.
6. Dar al alumno la oportunidad de implicarse activamente en las tareas.
7. Promover la participación con otros.
8. Estimular a los alumnos para que se comprometan con la investigación de ideas o problemas personales o sociales.
9. Dar prioridad para evaluar avances y mejoras así como propios errores.
10. Mantener la coherencia y nunca proponer algo que luego resulte contrario o contradictorio con lo que efectivamente se hace.⁴

El aprendizaje y la enseñanza son dos procesos que van ligados y que los profesores tratan de integrar en uno solo: el proceso enseñanza-aprendizaje. Por tanto, su función principal no es sólo enseñar, sino propiciar que sus alumnos aprendan.

La relación entre la enseñanza y el aprendizaje no es una de causa-efecto, pues hay aprendizaje sin enseñanza formal y enseñanza formal sin aprendizaje.⁵

El uso de la imagen en movimiento es un gran atractivo por el cual los jóvenes de la actualidad se ven cautivados, ya sea en forma de videos, video juegos, programas de televisión, videos de canciones, películas, etc. Todos estos son elementos requeridos en el proceso educativo.⁸

La utilización continua y adecuada de las tecnologías en los procesos educativos favorece la adquisición de habilidades en su uso por parte de los estudiantes.⁹El desarrollo del pensamiento y de las habilidades para el manejo de las informaciones es un propósito permanente en la enseñanza y el aprendizaje, pero alcanza aún mayor énfasis en la actualidad, dada la importancia del acceso y manejo crítico reflexivo de la información y la expansión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.⁹

Innovar en educación no implica solamente la inclusión de la tecnología, sino un uso creativo y adecuado de ella, de modo que se enriquezca y favorezca el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.2 Materiales educativos como apoyo para la educación.

En el proceso educativo es donde los procesos de enseñanza y aprendizaje necesitan ser modificados para implementar mediaciones pedagógicas, entendidas como un conjunto de acciones, recursos y materiales didácticos, que intervienen en el proceso educativo para facilitar precisamente la enseñanza y el aprendizaje.

Un elemento importante en la evolución y la aplicación del proceso de enseñanza-aprendizaje, es el uso de materiales didácticos, que ayudarán a incrementar la comunicación y ampliar el ambiente de aprendizaje en cualquiera de las modalidades educativas en las que se apliquen. Los materiales educativos deben incluir las características esenciales que los hagan un medio eficaz, para la generación de una comunicación efectiva y a su vez un apoyo para concretar los planes institucionales y los objetivos pedagógicos de la educación. ¹⁰

Los materiales educativos son todos aquellos que de alguna manera sirven como herramientas para facilitar el proceso. ¹¹

Los materiales educativos se pueden clasificar en materiales convencionales, materiales audiovisuales y en nuevas tecnologías, dentro de estos se incluyen:

a) Materiales convencionales:

-Materiales Impresos (textos): como libros, fotocopias, periódicos, documentos, etc.

-Tableros didácticos: pizarrones, franelograma, etc.

-Materiales manipulables: recortables, cartulinas.

-Materiales de laboratorio.

-Juegos: arquitecturas, juegos de mesa, etc.

b) Materiales audiovisuales:

-Imágenes fijas proyectables: diapositivas, fotografías, etc.

-Materiales auditivos: casetes, discos, programas de radio, etc.

-Materiales audiovisuales: películas, videos, programas de televisión, etc.

c) Nuevas tecnologías:

-Programas informáticos (CD u on-line) educativos: videojuegos, actividades de aprendizaje, animaciones, simulaciones interactivas, presentaciones multimedia, enciclopedias, etc.

-Servicios telemáticos: páginas web, weblogs, tours virtuales, webquest, chats, foros, unidades didácticas y cursos on-line, tutoriales, etc.¹²

Una de las características fundamentales del uso de los materiales educativos será despertar el interés por aprender, optimizando las habilidades intelectuales, facilitando la comprensión de contenidos, promoviendo la participación activa de los alumnos y propiciando el desarrollo de la creatividad.¹² Aquí, el uso de la computadora desde un punto de vista didáctico pasa por el uso del denominado software educativo, estos materiales que suponen utilizar una computadora con una finalidad didáctica¹³, basándose en que la interactividad es una actividad recíproca, una comunicación de doble vía, que puede ser física o mental, y que se produce entre personas, entre aparatos o ambos. ¹⁴

Un aspecto importante y relevante es el sentir de los alumnos, en el sentido de que en ocasiones los materiales que se utilizan no son atractivos, no son motivadores para despertar la intención de continuar aprendiendo y son utilizados solo para indicar aspectos importantes del tema en cuestión. Por esto, es importante retomar el punto de crear y contar con recursos y materiales didácticos con los que se intervenga en el proceso educativo, para facilitar la enseñanza y el aprendizaje. Los entornos interactivos conceden al alumno un cierto grado de control sobre su proceso de aprendizaje. El grado de autonomía que el sistema deja en manos del usuario es un indicador de su nivel de interactividad.¹⁰

Los nuevos soportes de información, como Internet o los discos digitales, más allá de sus peculiaridades técnicas, generan una gran innovación comunicativa, aportando un lenguaje propio y códigos específicos orientados a generar modalidades de comunicación alternativas (hipertextos, multimedias), así como nuevos entornos de aprendizaje colaborativo (sin limitaciones temporales o espaciales).

Los medios y materiales educativos se sostienen en la teoría general del conocimiento y en la teoría general de la comunicación. Sustentado en la teoría general del conocimiento, el ser humano accede a saber a través de los sentidos, en el cual el saber se origina y se va construyendo en la percepción de experiencias. Por eso entre mayor sea la cantidad y diversidad de percepciones y experiencias, mayor será el estímulo que ayudará al proceso de aprendizaje, ya que los alumnos, a partir de éstas, construirán conclusiones, conceptualizaciones y generalizaciones, es decir, alcanzarán el conocimiento racional.¹⁵

De acuerdo con la teoría general de la comunicación, “la enseñanza es un asunto de comunicación”. La comunicación pedagógica es un proceso activo y constante que acontece principalmente en el aula, donde existe una interacción entre profesor y alumnos, para compartir experiencias con la finalidad de facilitar y/o elaborar aprendizajes. Aquí se establecen los elementos básicos del proceso de comunicación emisor-mensaje-receptor, por lo que se deduce que una buena enseñanza y los resultados de aprendizaje, dependen de una buena comunicación.

En buena lógica, un método de enseñanza apoyado en el uso de una variedad de materiales (libros, cuadernos, discos multimedia, Internet, etc.) requiere el desarrollo de actividades de aprendizaje notoriamente distintas de un método organizado en torno a los materiales impresos, y del libro de texto en particular.¹⁵

A pesar de esto, la mayoría de la gente piensa que no tiene mucha relevancia el material o los recursos que se vayan a utilizar para la enseñanza, pues lo importante es dar la clase, por ello es imperativo diseñar y elegir adecuadamente los recursos y materiales didácticos, ya que constituyen herramientas fundamentales para el desarrollo y enriquecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El primer aspecto es que cualquier material a realizarse o implementarse debe mantenerse alineado a los objetivos y metas del programa educativo donde se implemente. Esto es básico, ya que se puede contar con muchos materiales y medios para apoyar el proceso formativo, pero si no están de acuerdo con la meta a alcanzar, no tendrán relevancia al incorporarse e implementarse.

En los materiales deberá encontrarse toda la información necesaria para alcanzar los objetivos de aprendizaje que se establezcan en cada asignatura, así como las actividades y las experiencias que deben ponerse en práctica para el desarrollo de las habilidades y los conocimientos que delinearán el perfil profesional del estudiante.¹⁰

En la selección de los materiales educativos a utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje se debe tener en cuenta que:

- Ayuden a alcanzar los objetivos educativos establecidos.
- Los contenidos del material sean acordes con los contenidos de la asignatura que se trabaje.
- Se conozcan los requisitos previos en los usuarios de los materiales (capacidades, estilos cognitivos, intereses, conocimientos previos, experiencias y habilidades) para el uso de recursos didácticos.
- Que el material sea adecuado conforme a las características del contexto en el que será utilizado o donde se piensa emplear el material didáctico seleccionado.¹⁶

2.3 Video

El video es un sistema de captación y reproducción instantánea de la imagen en movimiento y del sonido por procedimientos electrónicos.¹⁷

Como medio audiovisual tiene una serie de características que lo distinguen del resto de los medios que conforman el ecosistema audiovisual. Entre otras características, destacan las siguientes:

- Da permanencia a los mensajes y permite su intercambio y conservación.
- Permite la reproducción instantánea de lo grabado.
- Tiene un soporte reutilizable un número indeterminado de veces.
- Permite la ordenación de los distintos planos y secuencias en un proceso de edición.
- Genera procesos de microcomunicación originales.

La introducción del video en el aula puede producir modificaciones sustanciales en el escenario donde tiene lugar la docencia. Si esta introducción es ocasional, el video, se puede convertir en un elemento de distracción o de simple aligeramiento de la tarea en el aula. Si su utilización es generalizada y continua, se convierte en un elemento más de los que intervienen en el proceso educativo.¹⁷

2.3.1 Video educativo

El video es un medio didáctico que por sus posibilidades expresivas hace que sea una herramienta de aprendizaje autónomo con la que el alumno puede dominar un determinado contenido, que le puede servir como:

- Complemento curricular.
- Autoenseñanza.
- Enseñanza ocupacional.
- Enseñanza a distancia.
- Divulgación.

Dentro de estas situaciones de aprendizaje, la posibilidad de interaccionar sobre un medio se convierte en una estrategia de uso más, que proporciona al alumno la

posibilidad de parar la imagen, dar marcha atrás y, en definitiva, adecuar el ritmo de visualización a las dificultades de comprensión o retención que tenga y a la tipología propia del videograma.

Un programa de video puede servir como refuerzo, antecedente o complemento de una actividad docente, ya que el video la ilustra, la esquematiza, haciéndola ganar en claridad y sencillez, y la hace más amena.¹⁷

El video educativo es un medio de comunicación que posee un lenguaje propio, cuya secuencia induce al receptor a sintetizar sentimientos, ideas, concepciones, etc., que pueden reforzar o modificar las que tenía previamente. Permite metodizar actuaciones y enfoques, profundizar en el uso de técnicas, recompensar y sintetizar acciones y reacciones, así como captar y reproducir situaciones reales excepcionales, que pueden estudiarse y analizarse minuciosamente en diferentes momentos.⁸

La base teórica fundamental en la que se apoya su introducción, radica en asumir que la riqueza y variedad de los estímulos elevaría la atención y la motivación de los estudiantes, de manera que se facilitaría la adquisición y recuerdo de la información en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Desde esta posición deben tenerse en cuenta una serie de aspectos a la hora de realizarlos, como son:

- Ofrecer a los estudiantes múltiples representaciones de la realidad, para que de esta puedan percibir la complejidad. Representaciones que deben

corresponder con tareas auténticas y veraces, es decir en ambientes realistas.

- La enseñanza debe partir de experiencias y situaciones reales que permitan tanto su posterior transferencia como la percepción de la complejidad del mundo real. El aprendizaje se construye a partir de la experiencia.
- Establecer como principio de referencia no la reproducción del conocimiento, sino su construcción, y en este sentido la motivación se convierte en un elemento de alto valor para alcanzar el aprendizaje significativo.
- Fomentar el desarrollo de prácticas reflexivas, de manera que las tareas de aprendizaje y el análisis de los contenidos, se centren en identificaciones y principios únicos por parte de los estudiantes. Frente a la memorización de los hechos se persigue la conexión de los mismos, mediante su investigación por los estudiantes.¹⁸

Se decidió generar videos educativos como material de apoyo ya que son una de las aplicaciones audiovisuales más comúnmente utilizadas, son fáciles de ejecutar (reproducir) y están al alcance de la mayoría, ya que cualquier persona con un Smartphone, un teléfono inteligente o una laptop y una conexión a internet puede acceder a ellos e incluso descargarlos para consultarlos en el momento que requieran.¹⁷

Otra característica de los videos es que deben despertar el interés en la audiencia, haciendo uso imágenes, música, animaciones, dramatizaciones y demás recursos que se tengan a la mano, sin exagerar y cuidando siempre que sean los adecuados para ejemplificar el tema, logrando con esto captar la atención desde el principio y

procurar que ésta no decaiga.¹⁸ Los programas o series de videos pueden servir como refuerzo, antecedente o complemento de una actividad docente, ya que el video ilustra, la esquematiza y la hace más amena, haciéndola ganar en claridad y sencillez.¹⁷

2.3.2 Guion

El guion es un documento que se utiliza para la realización de un audiovisual, también se puede decir que funge como una guía en la que aparece descrito todo lo que después saldrá en la pantalla con aspectos narrativos técnicos, según sea el tipo de guion.

Su función es precisamente servir como guía en donde va a aparecer redactado de manera puntual lo que se requiere decir al momento de grabar.

Existen distintos tipos de guiones, aunque para efectos de este proyecto se mencionarán a los que se recurrió para realizar el video educativo:

- Guion de narración, se refiere al guion que utiliza la o las personas que realizan la *voz en off*.
- Guion literario, que incluye todo el argumento, escenas, diálogo y acción, es considerado como el anteproyecto de la filmación debido a que durante la grabación y montaje se pueden producir cambios.
- Guion técnico, donde se considera además de lo anterior, los movimientos y los ángulos de cámara. Es la última versión del guion.¹⁹

El guion es un formato manipulable, ya que se puede diseñar al gusto del guionista e insertar columnas que hagan referencia a la secuencia, número de escenas, al tiempo dedicado para cada escena, audio (sonido y/o texto), etc.

Para la elaboración de los guiones se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Utilizar un lenguaje apropiado para la comprensión de quienes aprenden y clarificar los nuevos términos que se introducen, para facilitar su entendimiento.
- El perfil, los intereses y conocimientos previos de quienes asisten o escuchan.
- Presentar el tema de modo interesante y estimulante para la reflexión.
- Enfatizar los núcleos más importantes del contenido, en lugar de atestar con un cúmulo de informaciones.
- Acompañar los videos con materiales, imágenes o escritos claros, ordenados y legibles para la fijación de los núcleos de contenido que deberán ser asimilados.
- Realizar una síntesis breve al cierre de la presentación.¹⁷

Además de que el número de conceptos expuestos a lo largo del programa, la amplitud y dificultad de éstos deben estar relacionados con la capacidad perceptiva de los alumnos, presentando una densidad adecuada, deben ser exactos y actuales así como expuestos con claridad.¹⁷

2.3.3 Evaluación de los materiales educativos (videos)

La tecnología no solo desempeña funciones de presentación y ejercitación o práctica, sino una diversidad de funciones que van desde la comunicación, a la posibilidad de expresión y elaboración de documentos expresivos, siendo su papel más significativo la creación de entornos diferenciados y específicos para el aprendizaje.¹⁸

Es por esto que es de suma importancia evaluar el material generado, existen diversas formas para hacerlo, dependiendo del tipo de material a utilizar, de la temática destacada, del público al que va dirigido, etc.

Cuando son utilizados materiales educativos como recurso para fomentar la educación en los alumnos, es recomendable hacer uso de métodos de evaluación fáciles de utilizar que puedan indicar el nivel de calidad con que se está elaborando dicho material.

Por actitud se entiende a aquellas predisposiciones aprendidas para responder coherentemente de una manera favorable o desfavorable ante un objeto, ser vivo, actividad, concepto, persona o sus símbolos.²⁰

Las actitudes no son susceptibles de observación directa, sino que han de ser inferidas de las expresiones verbales, o de la conducta observada. Esta medición indirecta se realiza por medio de escalas en las que, partiendo de una serie de afirmaciones, proposiciones o juicios, sobre los que los individuos manifiestan su opinión, se deducen o infieren las actitudes.

Entre las escalas de medición más conocidas se encuentran:

- Escala Thurstone
- Escala Guttman
- Escala de Osgood
- Escala de Likert²¹

La escala de Thurstone es una escala de medición por intervalo, 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.²²

La escala de Guttman (o escalograma) 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, el escalograma hace uso de afirmaciones con diferentes intensidades.

La escala de Osgood, también conocida como diferencial semántico, consiste en una serie de adjetivos extremos o bipolares. A consideración de la persona que califica, puede calificar estrechamente, medianamente o incluso a los extremos de la respuesta.

La escala de Likert consiste en una serie de ítems o apartados presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se 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 ítems o afirmaciones.²⁰

2.4 Validación de métodos analíticos.

Los métodos analíticos detallan los pasos necesarios para llevar a cabo un análisis, pueden incluir: la preparación de las muestras, estándares y reactivos; el uso de aparatos; la generación de curvas de calibración, el uso de fórmulas para realizar los cálculos, etc.²³

El control analítico de un producto farmacéutico o de sus ingredientes es necesario para asegurar su eficacia y seguridad durante todas las etapas de su periodo de vida útil incluyendo su almacenamiento, distribución y venta. Este control debe realizarse de acuerdo con especificaciones establecidas y comprobadas durante la elaboración del producto. De aquí viene la importancia de la validación, pues su objetivo principal es el de asegurar que una metodología analítica seleccionada dará resultados reproducibles y confiables que sean adecuados para el propósito previsto, por lo tanto, es necesario definir debidamente tanto las condiciones en que la metodología ha de emplearse como el objetivo previsto para la misma.²⁴

La guía Q2 de la ICH clasifica los métodos analíticos en cuatro categorías: a) pruebas de identificación, b) ensayos cuantitativos para impurezas, c) pruebas límite para el control de impurezas y d) pruebas cuantitativas para la fracción activa en muestras de fármacos o medicamentos u otros componentes seleccionados en el medicamento.²⁵

Adentrándonos con el concepto de validación de acuerdo con la NOM-059-SSA1-2015 en el apartado 3.123 correspondiente a definiciones, 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 funcionalidad, consistencia y robustez de un proceso dado en cuanto a su capacidad para entregar un producto de calidad.²⁶

Para asegurar la confiabilidad, los métodos analíticos se someten a un proceso de validación.²⁷

“Validar es comprobar y certificar con evidencia convenientemente documentada, que un método sistema o proceso, cumple y se desarrolla tal y como estaba previsto, dentro de intervalos definidos”.²⁸

La validación de un método analítico contribuye a garantizar la calidad del medicamento, así mismo es necesaria porque proporciona un alto grado de confianza, en el método analítico y en la calidad de los resultados, además de que permite tener un conocimiento profundo del método, así como de sus características de funcionamiento. Este conocimiento y seguridad en el método analítico que ha sido validado se traduce en: disminución en el número de fallas y repeticiones, con el consiguiente ahorro de costos asociados y consecuentemente cumplir con los plazos previstos de análisis.²⁸

Para el cumplimiento de las buenas prácticas de laboratorio (NOM-059), la validación es un requisito imprescindible que está establecido por agencias regulatorias ²⁹⁻³¹ y por comisiones de Farmacopeas para el registro de los medicamentos.²⁶

2.4.1 Parámetros de desempeño del método analítico en un estudio de validación.

La validación de un método analítico es el proceso que establece por medio de estudios de laboratorio que las características de desempeño de la metodología cumplen los requisitos para las aplicaciones analíticas previstas asegurándonos que es lineal, exacta y precisa bajo los rangos especificados, y que los resultados son altamente confiables.³²

La validación de métodos analíticos incluye la determinación de las siguientes características de desempeño del método:

EXACTITUD. Se expresa como la cercanía entre los resultados experimentales obtenidos a un valor de referencia.^{23,25}

La exactitud se calcula como el porcentaje de recuperación por el ensayo de la cantidad añadida conocida del analito en la muestra, o como la diferencia entre el promedio y el valor estándar, junto con los intervalos de confianza. La ICH recomienda que la exactitud debe ensayarse usando un mínimo de nueve determinaciones sobre un mínimo de tres niveles de concentración, cubriendo un rango previamente especificado (esto es, tres concentraciones con tres réplicas de cada nivel de concentración).^{23,25,33}

PRECISIÓN. Se refiere al grado de concordancia entre los resultados individuales de la prueba, cuando el procedimiento se aplica repetitivamente a muestras múltiples o a una muestra homogénea. Para determinar precisión, se consideran 3 niveles que son: repetibilidad, precisión intermedia y reproducibilidad.

La repetibilidad expresa la precisión bajo las mismas condiciones de operación en un corto intervalo de tiempo, también es llamada precisión intra-ensayo. La precisión intermedia expresa las variaciones en el laboratorio, como pueden ser: diferentes días de trabajo, diferentes analistas, diferentes equipos, etc. La reproducibilidad expresa la precisión entre laboratorios (son estudios colaborativos que se utilizan para estandarizar las metodologías). Para demostrar la precisión debe reportarse la desviación estándar, la desviación estándar relativa (coeficiente de variación), así como el intervalo de confianza para cada tipo de precisión investigada.²⁵

Hay que diferenciar entre reproducibilidad y repetibilidad; mientras que la reproducibilidad se refiere al uso del procedimiento analítico en diferentes laboratorios, la repetibilidad se refiere al uso del procedimiento analítico por el mismo analista y en el mismo equipo (precisión intra-ensayo).³³

ESPECIFICIDAD. Es la habilidad para evaluar inequívocamente al analito en presencia de los componentes que se espera que estén presentes, así como impurezas, productos de degradación, y componentes de la matriz, entre otros.

La especificidad implica:

- Identificación.
- Pruebas de pureza.
- Valoración (contenido o potencia).²⁵

La especificidad es una medida del grado de interferencia (o de ausencia de la misma) en el análisis de muestras complejas. Se determina como el grado de

diferencia que se obtiene al comparar los resultados analíticos de muestras contaminadas con impurezas, con los resultados de la muestra sin contaminar.³⁴

LÍMITE DE DETECCIÓN. Es la concentración más baja a la cual puede detectarse el analito, pero no necesariamente cuantificarse, bajo las condiciones experimentales establecidas.^{25,33}

LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN. Es la menor concentración del analito en una muestra que puede ser cuantificada con precisión y exactitud. Es un parámetro para los métodos analíticos cuantitativos con bajos niveles de compuestos en las matrices de muestra, y se utiliza particularmente para la determinación de impurezas y/o productos de degradación.²⁵

LINEALIDAD. Es la habilidad que tiene el método analítico (dentro de un rango definido) de obtener resultados directamente proporcionales a la concentración del analito en la muestra.¹⁹ Se expresa en términos de la pendiente de regresión lineal, calculada de acuerdo a la relación matemática establecida con los resultados obtenidos.³³

RANGO. Es el intervalo entre el nivel más alto y más bajo de concentraciones del analito en la muestra para el cual ha sido demostrado que el método analítico presenta precisión, exactitud y linealidad.²⁵

ROBUSTEZ. Es la medida de la capacidad de un método analítico de permanecer inalterado por pequeñas pero deliberadas variaciones en los parámetros del método y proporciona su confiabilidad durante su uso.^{25,33}

Los objetivos de llevar a cabo la validación de métodos analíticos son:

- Garantizar la coherencia entre los resultados obtenidos.
- Asegurar la calidad y constancia de la información obtenida.
- Caracterizar métodos y herramientas analíticas.
- Obtener métodos reproducibles y confiables.

Uno de los requisitos básicos para llegar al cumplimiento de estos objetivos, es que el laboratorio en donde se realicen los experimentos, trabaje bajo las buenas prácticas de laboratorio para poder garantizar la seguridad de los resultados obtenidos.

Los métodos analíticos utilizados en el control de calidad de los productos farmacéuticos, que no se traten de métodos oficiales de análisis (registrados o contemplados en una farmacopea), deben haber sido validados previamente en su uso o rutina, ya que contar con métodos validados implica una buena organización, personal calificado, instalaciones apropiadas, equipos y aparatos calificados, métodos escritos, actualizados y disponibles, registro adecuado de resultados así como una supervisión y verificación de los mismos.

2.5 Materiales educativos para mejorar el proceso de aprendizaje sobre la validación de métodos analíticos.

En la formación universitaria persisten algunas prácticas pedagógicas centradas en el profesor que, a menudo, distan de las necesidades y demandas de los estudiantes, en este sentido, el diseño de escenarios de aprendizaje auténticos y centrados en los estudiantes, que rompen con prácticas transmisivas, toman cada vez más relevancia. Abordar la docencia universitaria centrándose en el estudiante

implica que el foco está en quien aprende, en sus procesos de aprendizaje y en la comprensión que se genera sobre el contenido del curso.

Se parte del supuesto que los estudiantes universitarios responden al perfil de nativos digitales, por lo que es posible considerar que sus expectativas y necesidades de aprendizaje pueden cambiar, respecto a estudiantes de otras generaciones, debido al uso que realizan de las tecnologías. Al respecto, la literatura actual indica que los aprendices de la generación digital esperan una educación más personalizable, abierta, social, ubicua y que existe una creciente división entre las prácticas de los profesores y las preferencias de los estudiantes. Es por este motivo que diversas investigaciones apuntan hacia la incorporación de los estudiantes con el fin de ayudar a los profesores a adaptarse mejor a las necesidades y preferencias de aprendizaje de los estudiantes.³⁵

La validación de métodos analíticos es un tema que por su importancia se incluye en los planes de estudio de la carrera de Q.F.B. en la UNAM por: la Facultad de Química, la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, así como en la Universidad Autónoma Metropolitana Plantel Xochimilco, entre otras.³⁶⁻³⁹

Algunos recursos que pueden utilizarse para mejorar las estrategias de enseñanza aprendizaje incluyen: el uso de procesadores de texto, hojas electrónicas, editores de presentaciones, multimedios, videos, graficadores, software de exploración, simuladores, programación computacional en distintos lenguajes favorecen la aplicación de estas estrategias.⁴⁰

A pesar de estar contemplado en estos planteles, ninguno se ha dado a la tarea de crear algún tipo de material educativo fuera de los tradicionales (libros, manuales), específicamente para tratar el tema de validación.

Existen numerosos textos oficiales que sirven como guía para la validación de métodos analíticos, aunque con pequeñas diferencias en nomenclatura, todos ellos se basan en el estudio de los mismos parámetros¹⁷, entre éstos se encuentran la NOM-177-SSA1-2013, la Guía de Validación de Métodos Analíticos del Colegio Nacional de Q.F.B., la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, la Guía ICH (Harmonised tripartite guideline validation of analytical procedures text and methodology Q2), entre otros.

El problema de estos textos radica en que son realizados por y para expertos del tema, que ya tienen los conocimientos desarrollados y saben a lo que se enfrentan, por lo que se vuelve complicado, el caso en que un alumno que se enfrenta al tema de validación por primera vez logre comprender lo que implica, en cuanto a lo que se debe determinar, así como a la forma de interpretar los conceptos y resultados obtenidos. Por lo anterior es necesario generar material educativo que facilite el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la F.E.S. Zaragoza de la UNAM.

Hay que tener presente que, como cualquier innovación educativa, el éxito o fracaso depende, en gran parte, de la forma en que los diferentes actores educativos interpretan, redefinen, filtran y dan forma a los cambios propuestos. Las innovaciones en educación tienen ante sí como principal reto los procesos de adopción por parte de las personas, los grupos y las instituciones (las cosas

materiales y la información son, desde luego, más fáciles de manejar y de introducir que los cambios en actitudes, prácticas y valores humanos).

Se considera la organización de sistemas de enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales como un proceso de innovación pedagógica basado en la creación de las condiciones para desarrollar la capacidad de aprender y adaptarse, tanto de las organizaciones como de los individuos, y desde esta perspectiva podemos entender la innovación como un proceso intencional y planeado, que se sustenta en la teoría y en la reflexión y que responde a las necesidades de transformación de las prácticas para un mejor logro de los objetivos.

“Así pues, cualquier proyecto que implique utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, cambios metodológicos, formación de los profesores universitarios, etc. constituye una innovación.”¹⁹

Actualmente los materiales que existen, si bien han resultado en un intento adecuado para ayudar a comprender el tema, no tienen el grado necesario de facilidad para lograr su fin ya que no son elaborados con fines educativos, como respuesta a esta situación se generarán materiales educativos de apoyo para mejorar la comprensión del tema de validación de métodos analíticos, en este caso solo para el parámetro Precisión, que contribuya a mejorar el aprendizaje de los alumnos de octavo semestre de la materia de Desarrollo Analítico.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La validación de métodos analíticos es un tema fundamental para la formación y el desarrollo de un Q.F.B., ya que contar con métodos analíticos validados asegura que los resultados obtenidos son confiables, reflejando calidad en los productos fabricados, los análisis realizados, etc., además de ser un requisito normativo, por lo que la falta de material educativo en este campo es un problema relevante.

En la actualidad, los alumnos de octavo semestre de la carrera de Q.F.B. de la F.E.S. Zaragoza de la UNAM se enfrentan formalmente al tema de validación de métodos analíticos por primera vez, encontrándose con que el material de apoyo que facilite la comprensión del tema es limitado, problema que supone restricciones en su aprendizaje, debido a la complejidad que implica cada uno de los parámetros a determinarse en la validación de métodos analíticos (precisión, especificidad, robustez, exactitud, linealidad, etc.), ya que las guías y normas existentes más que con fines educativos están diseñadas para ser utilizadas por los expertos en la materia, lo que las vuelve complejas para los alumnos que recurren a ellas para poder comprender el tema.

Es en este momento cuando surge la pregunta: ¿De qué manera podemos facilitar el proceso de aprendizaje en los alumnos sobre la validación de métodos analíticos, de tal forma que no sólo opten por memorizar los conceptos, sino que se apropien del conocimiento presente en las normas y guías vigentes?

Por lo anterior se consideró que con la generación e implementación de materiales educativos de apoyo específicos para el tema de validación, se logrará que los alumnos mejoren su aprendizaje y comprensión del tema.

En el presente trabajo solo se abordará el parámetro de Precisión, de manera que se obtenga material educativo ilustrativo, didáctico y que facilite el aprendizaje de los alumnos que hagan uso de este.

4. HIPÓTESIS

Con la generación e implementación de los materiales educativos de apoyo se logrará que se tenga una mejor comprensión del parámetro de precisión en la validación de métodos analíticos, con el fin de que los alumnos que hagan uso de éste tengan un mejor desempeño al utilizar sus conocimientos para la realización de algún experimento.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Generar materiales educativos de apoyo que sirvan como herramientas para facilitar la comprensión y aplicación del parámetro de Precisión en sus tres niveles (repetibilidad, reproducibilidad y precisión intermedia) por los alumnos de la carrera de Q.F.B. de la F.E.S. Zaragoza de la UNAM.

5.2 Objetivos Particulares.

- Establecer los significados del concepto de precisión, sobre todo en el sentido de su aplicación profesional.
- Planificar los experimentos necesarios para captarlos en los videos.
- Explicar y demostrar experimentalmente la precisión de acuerdo con la guía ICH, para que las demostraciones sean utilizadas en la generación de los materiales educativos.
- Explicar la importancia y el porqué de realizar las pruebas para determinar precisión intermedia, reproducibilidad y repetibilidad.
- Diseñar los guiones experimentales que se utilizarán para los videos a realizarse.
- Generar los videos que expliquen el parámetro de precisión para mejorar la enseñanza-aprendizaje.
- Generar un texto electrónico que relacione los conceptos, significados, aplicación y videos desarrollados.

6. MATERIAL Y MÉTODO

6.1 Tipo de estudio.

Experimental, prospectivo, transversal, descriptivo.

6.2 Materiales y equipo.

Material

- Disco duro
- Memorias USB de 16 y 8gb.
- 2 Micrófonos
- Tripié
- Software Sony Movie studio
- Material volumétrico (matraces y pipetas)
- Vasos de precipitados de diferentes capacidades.
- Pissetas
- Viales
- Celdas de cuarzo

Equipos

- HPLC
- Espectrofotómetros UV-Visible
- Balanzas analíticas
- Cabina de sonido
- Milli-Q
- Computadora de escritorio
- Cámara de video
- Cámara fotográfica
- Computadora portátil (laptop)

6.3 Método.

1. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre la validación de métodos analíticos, con énfasis en la precisión, sobre educación, aprendizaje, el proceso enseñanza aprendizaje, normatividad, materiales educativos, etcétera, para complementar el tema y fundamentar la importancia de llevar a cabo el presente trabajo.
2. Se elaboró un cuestionario con preguntas abiertas sobre la precisión, para conocer la información en la que se debería enfatizar para la realización de los videos, dicho cuestionario se aplicó a alumnos de Q.F.B. del módulo de Desarrollo Analítico, ya que en ese módulo es donde se aborda formalmente el tema de validación de métodos analíticos.
3. Con la información recabada se prosiguió a elaborar un documento en donde se incluyó la información más importante sobre la precisión, la repetibilidad, la reproducibilidad y la precisión intermedia así como los ejercicios con los que se demostrarían los cálculos para cada concepto que lo requiera.
4. Se eligió el material educativo a desarrollar, con el que se lograra explicar de mejor manera el parámetro de "Precisión", tanto la parte teórica como la parte experimental, todo esto de una manera más didáctica, por lo que se decidió desarrollar 3 videos para poder abarcar los conceptos y ejemplos que involucra la precisión (repetibilidad, reproducibilidad y precisión intermedia)
5. Para desarrollar los videos se comenzó con la elaboración de los 3 guiones a utilizar, uno para el video de "Precisión", otro para el video de "Repetibilidad y

Reproducibilidad” y el último para el video de “Precisión Intermedia”, desarrollados con base en la guía Q2(R1) de la ICH.²⁵

Para explicar estos conceptos, se utilizó un lenguaje sencillo pero adecuado, que no le restase importancia ni seriedad al texto, también se utilizaron imágenes, fotografías, dramatizaciones y animaciones en 3D principalmente, todo esto para hacer más atractivo el video y tratando de captar más la atención de los estudiantes con otras formas de presentar los ejemplos y ejercicios involucrados, que además son necesarios para demostrar y calcular estos parámetros, así como el uso de generadores de texto para resaltar información relevante en los videos.

Resulta indispensable recalcar que, en todo momento, se pensó que los videos no sustituirán la clase presencial de los parámetros de desempeño, sino que servirían como apoyo asincrónico al aprendizaje de dichos parámetros.

Los guiones se elaboraron con un formato cinematográfico que incluyó cuatro columnas principales:

- Columna 1. Secuencia. En esta columna se anotaron los números de escenas que conformaron los videos.
- Columna 2. Imagen. En esta columna se especifica con qué se va a demostrar o ejemplificar la escena en cuestión, puede incluir generadores de texto, imágenes, fotografías, clips de video, animaciones, escenas a cuadro del o de los actores o dramatizaciones, etc.
- Columna 3. Audio. Esta columna se dividió en dos secciones, la parte de sonido en la que se indica si se hará uso de música de fondo o no para

amenizar las diversas escenas del guion y la otra parte es la de texto, en la que se incluye todo el contenido del tema, es la parte que el actor tendrá que leer o aprender según como se especifique en la escena de la columna de imagen.

- Columna 4. Actor. En esta columna se indicó la interacción del actor, se especificó en las escenas si aparecería o no el actor o los actores involucrados según lo presentando.

Con los guiones hechos, el paso siguiente fue iniciar con la grabación de los videos, y esto se realizó en cuatro etapas para cada video respectivamente.

6. Etapa de **Preproducción**: en la cual se llevaron a cabo sesiones para revisar y corregir los guiones con una experta en temas de comunicación, en donde se definió mediante un plan de trabajo lo que se utilizaría para la grabación de los videos como materiales, tipos de tomas, enfoques, los elementos pensados para ejemplificar las escenas, los lugares a grabar, las dramatizaciones, las animaciones, así como los días requeridos para grabar y los actores que aparecerían, definiendo que es más conveniente una interacción entre dos personas ante la cámara, preferentemente actores del sexo opuesto para que el público no se aburriera al ver una sola persona durante todo el video y sintieran empatía, logrando con estas revisiones una gran mejora de los guiones que se tenían, también se mejoraron aspectos que no se tenían en cuenta como la dicción de los actores para la lectura de los guiones y las escenas a cuadro, que se mejoró con la ayuda diversos ejercicios vocales para obtener con todo esto un video de mayor calidad.

7. Etapa de **Producción**: en la cual se realizó en primer lugar la grabación de los audios, es decir, se leyeron los guiones de manera intercalada por los dos actores seleccionados para llevar a cabo las grabaciones, esto se realizó en una cabina de sonido profesional para obtener el audio lo más “limpio” posible y sin interferencias de ambiente o de otro tipo que pudiesen resultar en variaciones a la hora de editar el sonido, esto se denomina voz en off.

La segunda parte de la producción constó de la grabación de las diversas escenas a cuadro de los actores en las diferentes locaciones (que fueron los laboratorios de la planta piloto de la FES Zaragoza), algunas tomas grabadas de manera individual y otras con los dos actores a cuadro, así como las tomas fotográficas de los materiales, equipos, instrumentos y actores, las dramatizaciones en los laboratorios y equipos, así como las tomas en un pizarrón verde para poder ser editadas y animadas con lo especificado en los guiones.

8. Etapa de **Postproducción**: esta etapa es de suma importancia ya que fue la etapa que requirió más tiempo por todo lo que involucró, ya que aquí fue donde se conjuntaron todos los elementos creados por separado para obtener el video, así como la edición por separado de cada uno de estos, empezando por la voz en off, las fotografías, las tomas de los actores a cuadro, las imágenes y las animaciones generadas, así como las dramatizaciones, etc., también se musicalizaron los videos con pistas musicales diferentes para cada uno de los 3 videos generados, se animó cada toma individualmente con diferentes transiciones y efectos para variar y hacer más atractiva la presentación de los elementos, se añadieron los títulos de los

videos, la introducción con los escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza respectivamente y por último los créditos y agradecimientos.

9. Etapa de **Distribución**: en esta etapa se exportaron los 3 videos en formato HD para posteriormente proyectarlos a los alumnos del módulo de Desarrollo Analítico.

Hecho lo anterior se evaluaron los videos con otro cuestionario, desarrollado de acuerdo a la escala de Likert que evalúa los aspectos técnicos del video (originalidad, calidad de las animaciones, calidad y relevancia del texto etc.), así como los aspectos pedagógicos (cantidad de información, claridad de la información presentada, si fomenta el autoaprendizaje, si se cubren los objetivos, etc.) todo esto a través de puntuación otorgada según lo contestado, muy adecuado (2 puntos), adecuado (1 punto) e inadecuado (0 puntos).

Antes de que los alumnos contestaran los cuestionarios se dio una breve explicación sobre los aspectos que debían contemplar para la evaluación técnica y pedagógica de los mismos, incluyendo también preguntas abiertas para evaluar los conocimientos sobre la precisión en sus tres niveles (Repetibilidad, Reproducibilidad y Precisión Intermedia).

10. Se recabaron los datos obtenidos de los 3 cuestionarios aplicados, uno por cada video presentado y la información se trabajó en Excel para elaborar las gráficas que mejor ejemplificaran los resultados obtenidos, todo esto para determinar la aceptación de los videos por parte de los alumnos y si en verdad se mejoró o no el aprendizaje del parámetro de "Precisión".

7. RESULTADOS

El cuestionario previo que se muestra a continuación, se aplicó a los alumnos del módulo de desarrollo analítico que corresponde al octavo semestre del plan de estudios de la Carrera de Química Farmacéutica Biológica de FES Zaragoza, durante los semestres 2016-1 y 2016-2:



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Química Farmacéutica Biológica



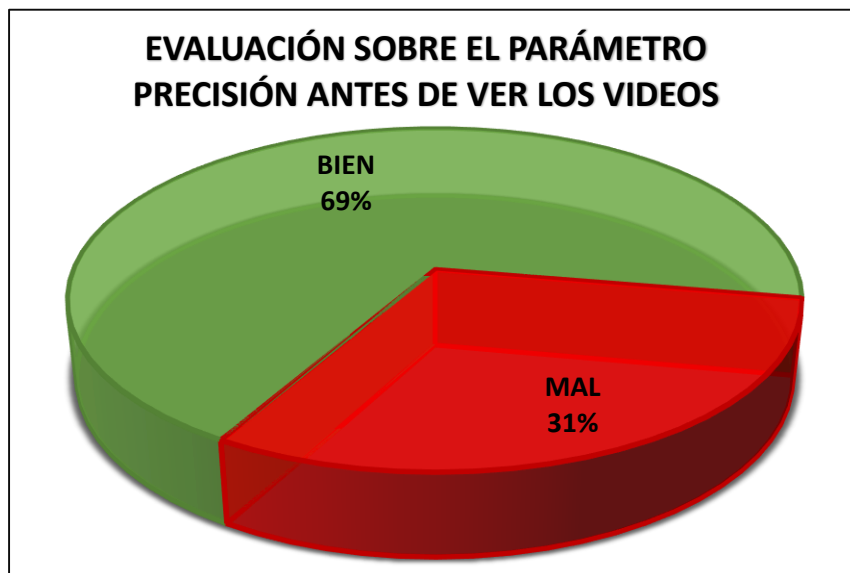
Validación de Métodos Analíticos: Precisión
Cuestionario para el Módulo de Desarrollo Analítico

- a) ¿Qué es la precisión de un método analítico?
- b) ¿Cómo determinas la precisión de un método analítico experimentalmente?
- c) ¿Qué herramientas estadísticas se utilizan en la demostración de precisión?
- d) ¿Cuál es la importancia de la determinación de la precisión de un método analítico?
- e) ¿Es difícil comprender el concepto de precisión de un método analítico? Justifica tu respuesta.

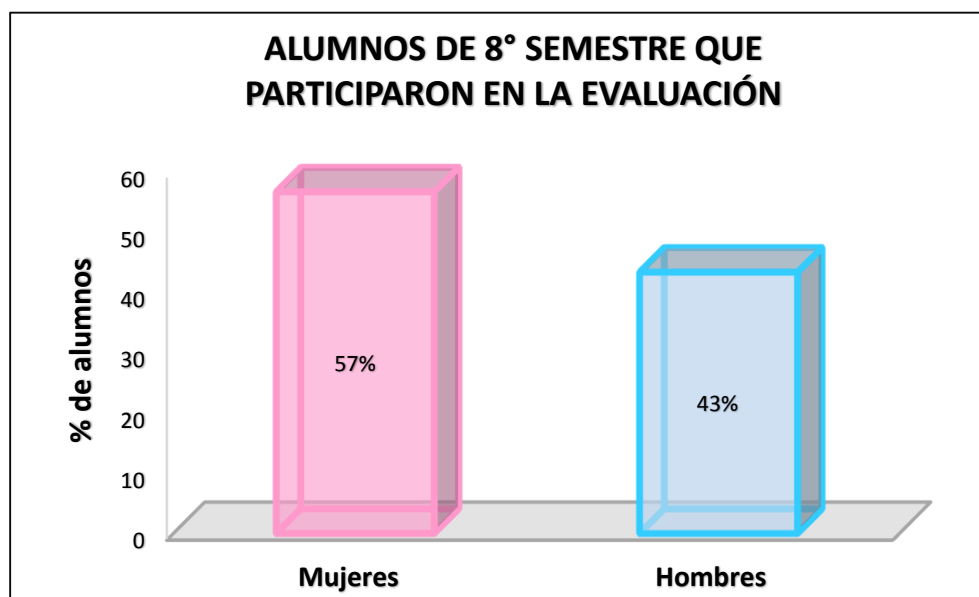
La evaluación previa a la presentación de los videos sobre el parámetro precisión se realizó a los alumnos de Desarrollo Analítico después de que vieron el tema en clase, con el fin de determinar qué tanto habían aprendido y qué tanto retuvieron de

la información. De la aplicación del cuestionario se calificaron como bien o mal cada una de las respuestas obtenidas, para así calcular el promedio de estas.

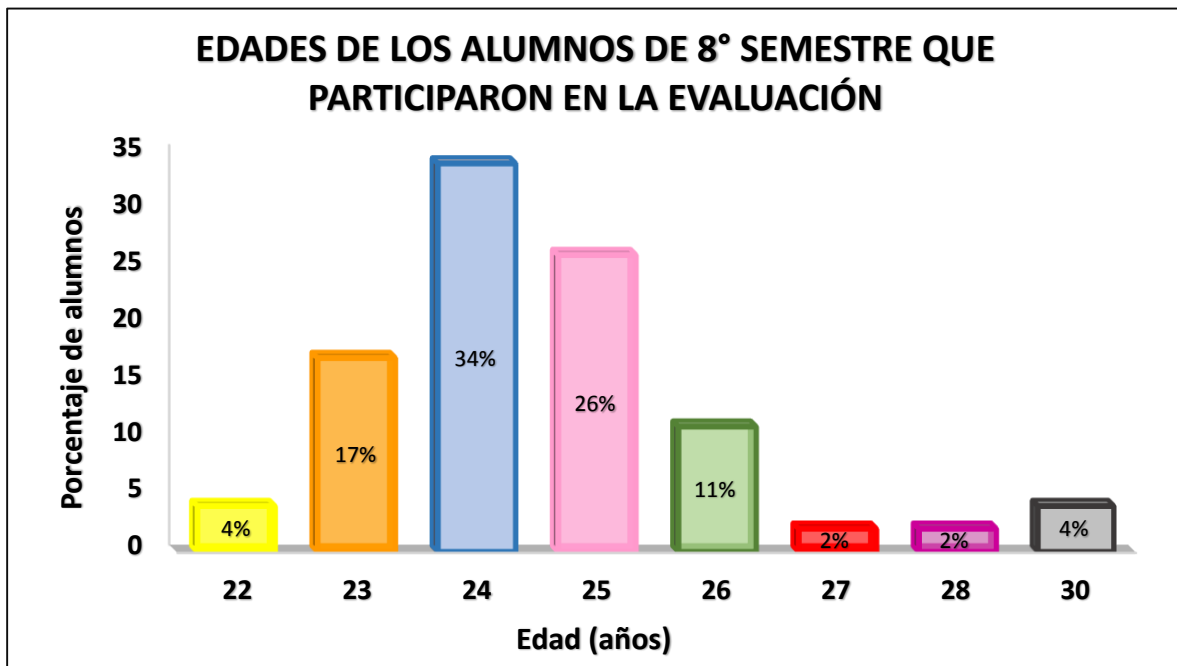
Obteniendo los siguientes resultados:



Gráfica 1. Porcentaje de alumnos que contestaron correctamente las preguntas sobre precisión



Gráfica 2. Porcentaje de alumnos que evaluaron los videos



Gráfica 3. Porcentaje de edades de los alumnos que evaluaron los videos

El formato de guion que se utilizó para los tres videos fue el siguiente:

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	


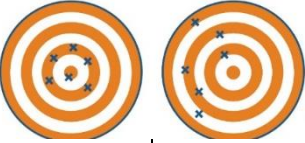
Después de haber desarrollado los guiones como se mostrará a continuación, se incluyeron también algunas imágenes obtenidas de cada uno de los videos, esto con el fin de mostrar escenas importantes, los agradecimientos al proyecto PAPIME PE-200815 con el que se financió el presente trabajo, los escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza, además de algunos ejemplos, ejercicios y dramatizaciones, entre otros. También se muestran los formatos de los cuestionarios con los que se evaluaron los aspectos técnicos y pedagógicos de cada uno de los tres videos generados de acuerdo a la escala de Likert y los resultados se presentaron en gráficas de barras y de pastel para su mejor visualización.

Guion

Video #1 “Precisión”

Duración: 5:02 min

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 1	Aparecen los escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza.	Música de fondo.	Presenta Precisión	Ninguno
Escena 2	Los dos a cuadro en el LIF	Música de fondo	Hola, como están mi nombre es Raúl <u>y yo soy Daniela</u> , estaremos con ustedes en estos videos en donde explicaremos el <u>parámetro de Precisión</u> , desde su definición, importancia, aplicación y cómo determinarla. Comencemos.	Raúl y Daniela
Escena 3	Imágenes de diferentes laboratorios y de la COFEPRIS. Imágenes de Medicamentos, alimentos y cosméticos. Análisis clínicos.	Música de fondo	Es de suma importancia conocer la Precisión dentro de la validación de métodos analíticos, por ser un indicativo de la calidad que está relacionado con la obtención de productos como: medicamentos, alimentos, cosméticos, etcétera... esto sucede ya que la precisión es un indicativo de confiabilidad en los resultados de pruebas relacionadas con la fabricación de estos productos, como pueden ser: controles de calidad, valoraciones..., además de análisis clínicos, entre otros.	Raúl
Escena 4	A cuadro	Música de fondo	En primer lugar explicaremos el concepto “precisión” en términos generales, para tener las nociones	Daniela

			básicas que necesitaremos más adelante.	
Escena 5	Generador de caracteres del concepto de precisión	Música de fondo	Se entiende como precisión: la similitud que se presenta entre los resultados obtenidos al realizar alguna tarea, dicho de otra manera, es la mayor dispersión aceptable para una serie de resultados obtenidos en la aplicación de un método analítico.	Raúl
Escena 6 #1 Precisión	Dianas en 3D  #2 Precisión	Música de fondo Voz en off	Para poder ejemplificar esto, utilizaremos el clásico modelo de la diana para tiro: en donde podemos observar que en la diana #1 se presenta una alta precisión por parte del tirador, debido a la cercanía entre los disparos realizados (y no por estar al centro de la diana). Otro ejemplo de esto se puede visualizar en la diana #2 en la que los disparos impactaron en una zona muy cercana entre sí, aunque no estén en el centro. En ambos casos se refleja la precisión del tirador....	Daniela
Escena 7 #3 Imprecisión	#4 Imprecisión 	Música de fondo Voz en off	Por el contrario en las dianas #3 y #4 no pasa lo mismo, ya que como se puede observar, los disparos presentan una gran dispersión entre sí, por lo que eventualmente esto nos podría llevar al caso en que el tirador no lograra acertar en la diana debido a su falta de precisión, lo que	Raúl

			supondría un gran problema si se encontrara en una competencia, ya que en algunas ocasiones obtendría buenos tiros y en otras malos, principalmente por no ser constante realizando esta tarea.	
Escena 8	Súper izquierdo.	Música de fondo	Es importante señalar que los resultados individuales de la prueba son independientes y únicos, de igual manera que en el caso del tirador, cada disparo realizado fue único y no depende de los disparos siguientes.	Daniela
Escena 9	A cuadro. Aparece la definición de la ICH Q2 (R1) en inglés. Imagen de la ICH	Música de fondo Voz en off	Así, teniendo claro el concepto general de precisión, procederemos a tratar con la definición dada por la guía ICH Q2(R1) para precisión, que la describe como el grado de concordancia (grado de desviación) entre una serie de mediciones (resultados) obtenidas a partir del análisis de múltiples muestreos de una misma muestra homogénea, bajo las condiciones establecidas para la prueba.	Raúl
Escena 10	Gráfica de puntos para demostrar la concordancia.	Música de fondo Voz en off parcial	<u>Esto suena un poco complicado al escucharlo por primera vez, por lo que iremos paso a paso.</u> Para lograr comprender esta definición: en primer lugar, el grado de concordancia entre una	Daniela

			serie de mediciones se refiere a la variación que existe entre las respuestas obtenidas de lo que estemos analizando...	
Escena 11	Dramatización. Súper izquierdo. Preparando muestras múltiples con Dany	Música de fondo Voz en off	En el concepto de Precisión se menciona que las mediciones o resultados son obtenidos a partir del análisis de múltiples muestreos de una misma muestra homogénea bajo las condiciones establecidas para la prueba, esto implica que cada vez que se analice la muestra se hará en múltiples ocasiones y recibirá el mismo tratamiento cada una de las veces...	Raúl
Escena 12	Dramatización preparando y analizando muestras por HPLC.	Música de fondo Voz en off	por ejemplo; para la cuantificación de paracetamol en muestras de un medicamento, se preparará una muestra con un placebo, adicionando una cantidad conocida de paracetamol para posteriormente cuantificarlo por HPLC, siguiendo la misma forma de preparación para todas las muestras, como consecuencia de esto se obtendrán resultados con variación mínima, debido a que todo se realiza simultáneamente.	Daniela
Escena 13	Dramatización preparando muestras a partir	Música de fondo	A continuación se menciona en el concepto que el procedimiento se	Raúl

	de una solución stock, muestra con placebo, fármaco y placebo+fármaco.		puede aplicar a una muestra homogénea, es decir, se pueden realizar determinaciones a partir de una solución, a muestras reales o a muestras preparadas artificialmente, por ejemplo una muestra preparada que conste de un placebo y el fármaco adicionado que se vaya a trabajar.	
Escena 14	A cuadro	Música de fondo	Para concluir este video, a manera de resumen, la precisión es la mayor variación aceptable en un método analítico, y para determinarla se trabaja con muestras homogéneas analizadas en múltiples ocasiones, con la finalidad de estudiar la variación entre determinaciones.	Daniela
Escena 15	A cuadro	Música de fondo	Si deseas conocer más sobre el tema, no te puedes perder los otros 2 videos disponibles que tenemos para ti, sobre "Precisión Intermedia" y acerca de "Repetibilidad y Reproducibilidad".	Raúl
Escena 16	Agradecimientos	Música de fondo. Generador de texto.	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 Académico, proyecto PAPIME PE-200815 "MEJORA DE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA VALIDACIÓN DE MÉTODOS	Ninguno

			ANALÍTICOS MEDIANTE EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS INNOVADORES”, por lo que se agradece su apoyo.	
Escena 17	Créditos	Música de fondo. Generador de texto	<p>Precisión</p> <p>Investigación y guion Raúl Francisco Hernández Medel</p> <p>Proyecto a cargo de Dr. Vicente Hernández Abad</p> <p>Asesoras Dra. Elizabeth Sánchez González M.A.S.S. Cynthia Espinosa Contreras</p> <p>Tesista auxiliar Karla Daniela López González</p> <p>Cámara Gabriel Romero Núñez</p> <p>Apoyo gráfico Sandra González Terrones</p> <p>Animación, producción y postproducción Catalina Armendáriz Beltrán</p> <p>D.R. UNAM FES Zaragoza 2016</p>	Ninguno

Imágenes del video “Precisión”



Imagen 1. Logo UNAM



Imagen 2. Logo FES Zaragoza



Imagen 3. Precisión



Imagen 4. A cuadro



Imagen 5. Generador de texto



Imagen 6. Animaciones en 3D

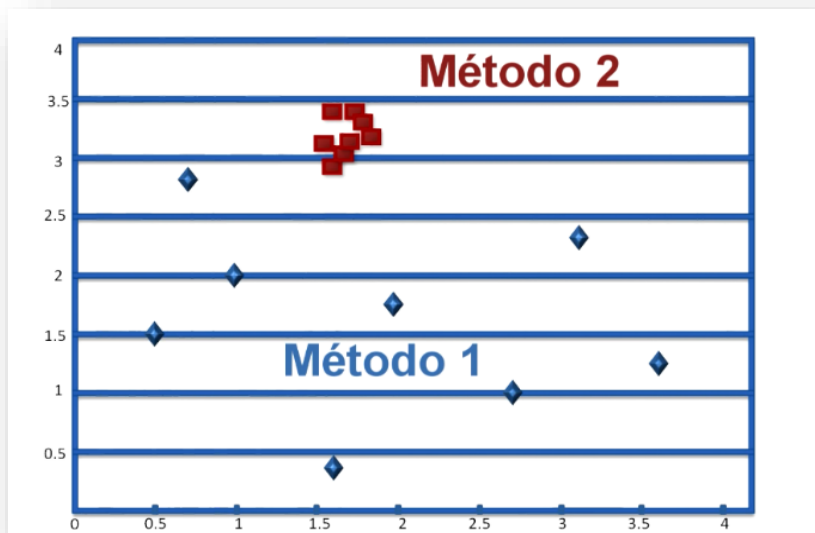


Imagen 7. Ejemplo de dispersión



Imagen 8. Dramatización



Imagen 9. Dramatización



Imagen 10. Ejemplos

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 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.

Imagen 11. Agradecimientos

Precisión

Investigación y gui3n

Ra3l Francisco Hern3ndez Medel

Proyecto a cargo de

Dr. Vicente Hern3ndez Abad

Imagen 12. Cr3ditos

Cuestionario con el que se evaluó el video “Precisión”



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

PROYECTO PAPIME PE-200815



Estimado estudiante:

En el marco de la elaboración de mi proyecto terminal para obtener el grado de licenciatura, pido tu apoyo para contestar este cuestionario, cuyo propósito es conocer tu opinión sobre el video de Precisión. La información obtenida se empleará únicamente para usos educativos y será confidencial.

De antemano agradezco tu apoyo, para cualquier duda o comentarios puedes escribirme al correo: dragonesperante@gmail.com

Atte. Raúl Francisco Hernández Medel

SECCIÓN 1. Características generales.

Instrucciones: indica los datos que se te solicitan.

1. Año de nacimiento: _____

2. Sexo _____

SECCIÓN 2. Contenidos generales.

Nombre o Título del Programa:	
Tipo de programa:	
Temática:	
Objetivo:	
Contenidos que aborda:	
Destinatarios:	

2.- Evaluación de aspectos técnicos (Marcar con una X, la valoración otorgada)

Criterio	Muy adecuado 2	Adecuado 1	Inadecuado 0	Total
Calidad de gráficos e imágenes				
Calidad de las animaciones				
Calidad y relevancia del sonido				
Calidad y relevancia del texto				
Presenta originalidad				
TOTAL				

3.- Evaluación de aspectos pedagógicos. (Marcar con una X, la valoración otorgada)

ELEMENTOS	Muy adecuado 2	Adecuado 1	Inadecuado 0	Total
Capacidad de motivación (atractivo, interés)				
Adecuación al usuario (contenido)				
Cantidad de información y datos				
Nivel de claridad de la información presentada				
Estrategias didácticas (ejemplos, animaciones, efectos)				
Cubre los objetivos y los contenidos				
Fomenta el autoaprendizaje (iniciativa, toma decisiones)				
Nivel de actualización de los contenidos				
TOTAL				

SECCIÓN 3. Contenido educativo.

- a) ¿Qué es la precisión de un método analítico?

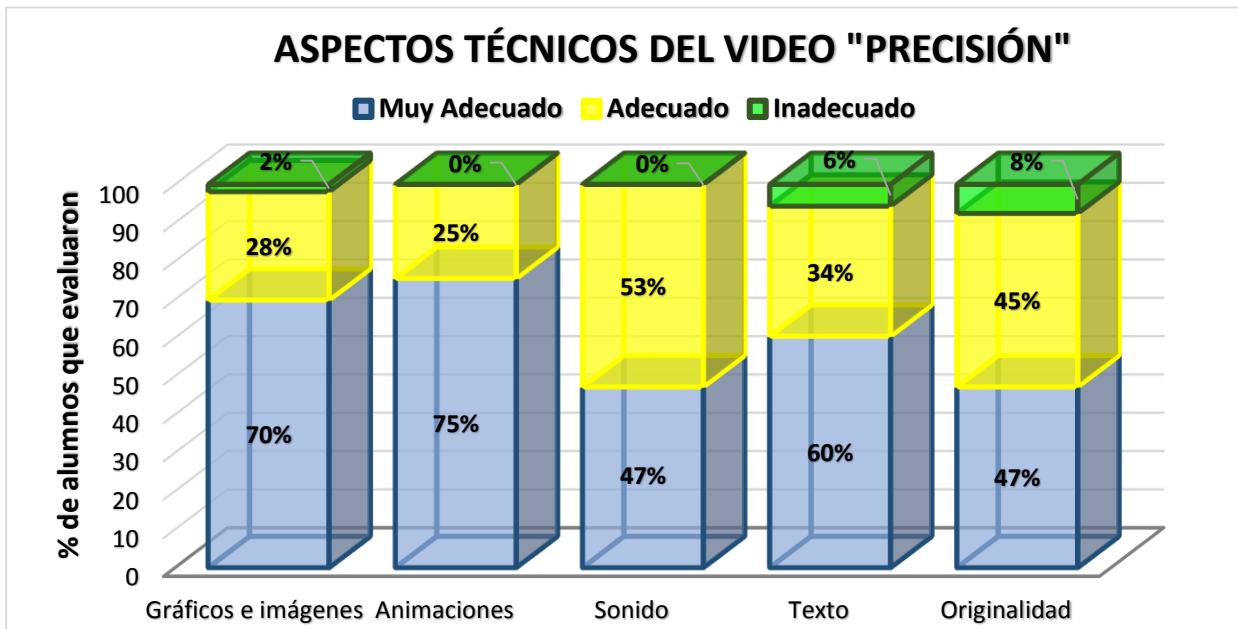
- b) ¿Cómo determinas la precisión de un método analítico experimentalmente?

- c) ¿Qué herramientas estadísticas se utilizan en la demostración de precisión?

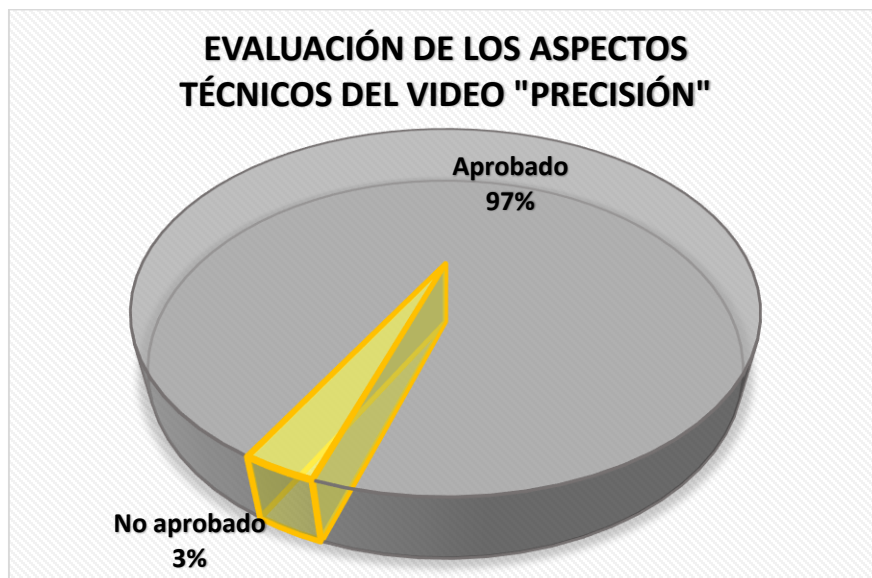
- d) ¿Cuál es la importancia de la determinación de la precisión de un método analítico?

- e) ¿Es difícil comprender el concepto de precisión de un método analítico? Justifica tu respuesta.

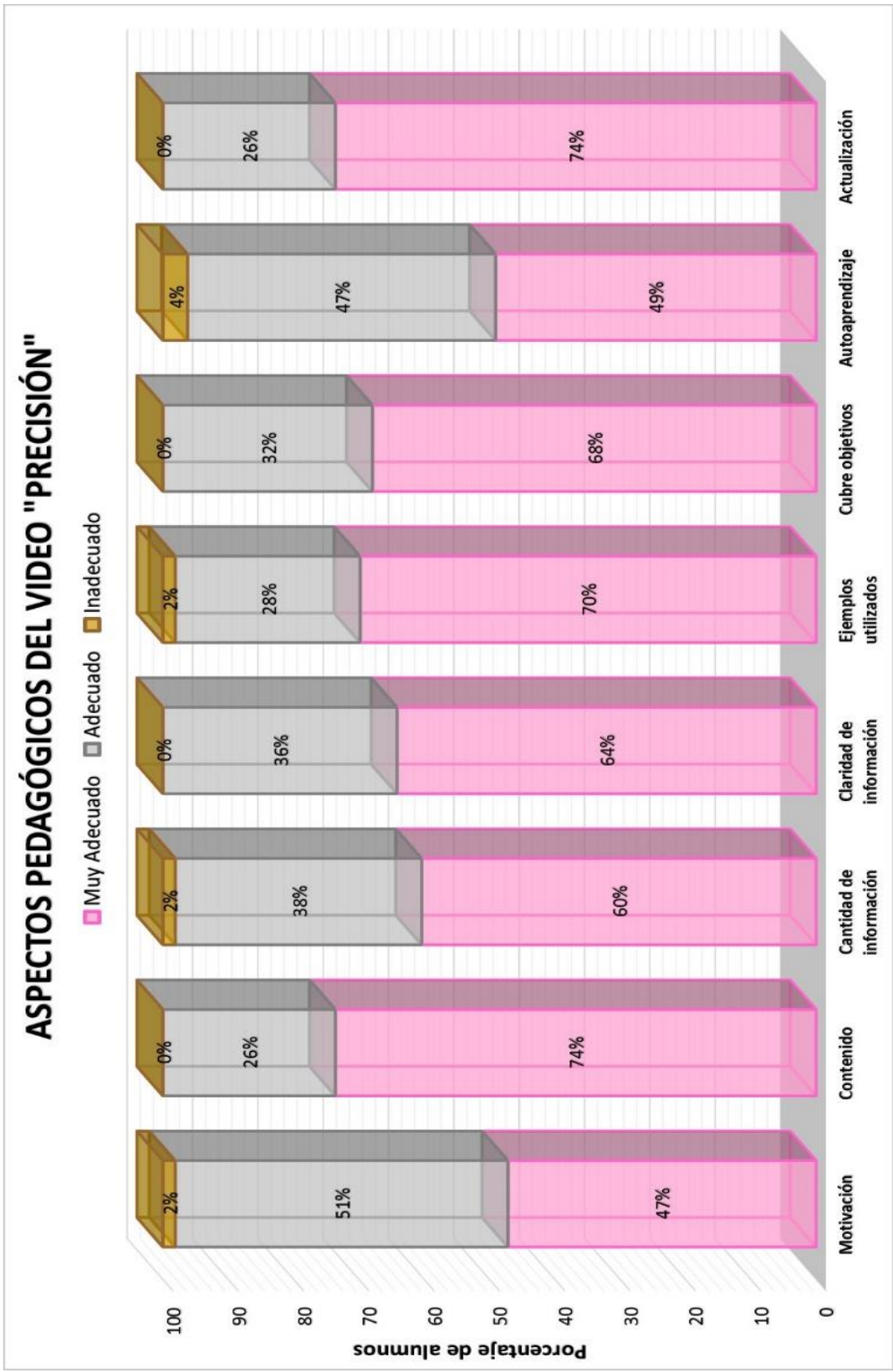
De la proyección del video #1 "Precisión" se obtuvieron los siguientes resultados:



Gráfica 4. Evaluación de los aspectos técnicos del video de acuerdo a la escala de Likert

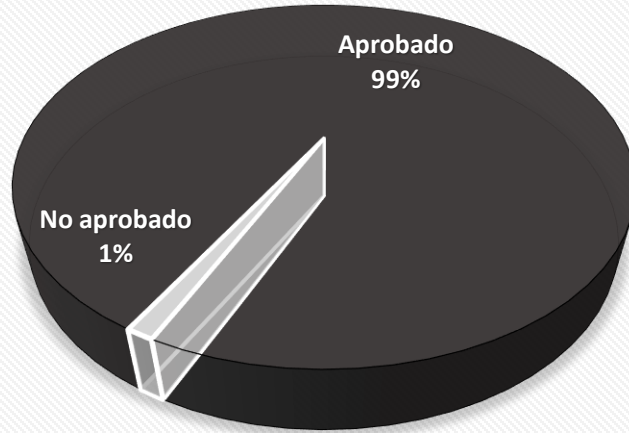


Gráfica 5. Porcentaje de alumnos que aprobaron los aspectos técnicos del video



Gráfica 6. Porcentaje de alumnos que evaluaron los aspectos pedagógicos del video

EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS PEDAGÓGICOS DEL VIDEO "PRECISIÓN"



Gráfica 7. Porcentaje de alumnos que aprobaron los aspectos pedagógicos del video

Guion

Video #2 “Repetibilidad y Reproducibilidad”

Duración: 7:45 min

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 1	Aparecen los escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza.	Música de fondo.	Presentan Repetibilidad y Reproducibilidad.	Ninguno
Escena 2	A cuadro	Música de fondo para introducción del video.	¿Cómo están compañeros? Retomando el video anterior: para poder determinar y confirmar que un método analítico es preciso, se consideran 3 niveles fundamentales: repetibilidad, precisión intermedia y reproducibilidad.	Raúl
Escena 3	A cuadro	Música de fondo	Cada uno de estos señalará las posibles fuentes de variación que pueden presentarse al aplicar el método analítico a la misma muestra bajo ciertas condiciones.	Daniela
Escena 4	Generador de texto	Música de fondo	La repetibilidad expresa la precisión bajo las mismas condiciones de operación en un intervalo corto de tiempo, también es llamada precisión intra-ensayo.	Raúl
Escena 5	Dramatización preparando muestras	Música de fondo	Es decir, con la repetibilidad determinaremos la variación debida al método analítico en sí, ya que lo llevará a cabo un analista capacitado, que solo él trabaje las muestras, en el mismo equipo, en el mismo momento, bajo las mismas condiciones.	Daniela

Escena 6	Dramatización analizando muestras en HPLC	Música de fondo	Por ejemplo: el realizar una valoración del contenido de paracetamol en tabletas, con sus respectivas repeticiones para cada una, por espectrofotometría, por HPLC, entre otros, para así atribuir las variaciones que se presenten única y exclusivamente al método analítico.	Raúl
Escena 7	A cuadro	Música de fondo A cuadro	Determinaciones para las cuales, posteriormente de haber obtenido los resultados, se procederá a calcular el coeficiente de variación de los mismos, para así poder compararlos con la especificación correspondiente.	Daniela
Escena 8	Generador de texto	Música de fondo	--EJERCICIO DE REPETIBILIDAD—	Raúl
Escena 9	Dramatización llenando matraces y analizando muestras en espectrofotómetro.	Música de fondo	Un analista llevó a cabo la determinación del contenido de paracetamol en tabletas, analizando seis muestras preparadas de manera independiente con el método analítico a validar en un solo día, bajo las mismas condiciones (equipo, materiales, entre otros), en un intervalo de tiempo razonablemente corto.	Daniela
Escena 10	Aparecen en forma de lista los resultados en una tabla 0.689, 0.687, 0.684, 0.691, 0.694, 0.692	Música de fondo	Los resultados obtenidos para la cuantificación de paracetamol por un analista en el laboratorio "W" fueron los siguientes:	Raúl

Escena 11	Aparecen las fórmulas y los resultados. ($x=0.6895$) ($s=0.0036$) Fórmula del C.V. $[(S/x) * 100]$ (C.V.=0.5221%)	Música de fondo	El paso siguiente para determinar la repetibilidad es calcular la media y la desviación estándar de los datos, con esto procederemos a calcular el coeficiente de variación, que es un estadístico que tiene en cuenta la proporción existente entre una medida de tendencia central (la media aritmética) y una medida de dispersión (la desviación estándar), por lo que debe compararse con la especificación correspondiente.	Daniela
Escena 12	Generador de texto. Se compara el valor obtenido con la especificación y se da el veredicto: "El método es repetible"	Música de fondo	Cabe aclarar que la especificación la fija cada laboratorio usuario del método para determinar si es repetible o no, en este caso el método es repetible ya que se obtuvo un C.V. de 0.5%, menor a la especificación fijada de 2.0% para este ejemplo.	Raúl
Escena 13	A cuadro 2 analistas. Dramatización analizando muestras en 2 laboratorios diferentes	Música de fondo	<u>Por otra parte, la reproducibilidad expresa la precisión que existe entre laboratorios, es decir, arroja la variación que se presenta al trabajar el método analítico,</u> en un laboratorio diferente, lo que implica diferentes analistas, diferentes equipos, esto significa que en dichos estudios varían todos los factores, por lo que son colaborativos y se utilizan para estandarizar las metodologías.	Daniela

Escena 14	<p>Generador de textos.</p> <p>Hacer un paneo de una tabla ANOVA de 1 factor.</p> <p>4 diferentes laboratorios.</p>	Música de fondo	<p>Para demostrar la reproducibilidad se puede llevar a cabo un análisis de varianzas de un factor, que es el análisis de varianza más simple que se conoce, ya que nos permite investigar una sola fuente o factor de variación que permita determinar el efecto de ésta en los resultados, en este caso el factor que se varía son los Laboratorios en donde se lleve a cabo el experimento.</p>	Raúl
Escena 15	<p>Distribución F de Fischer y fórmula.</p> <p>Hipótesis nula y alternativa.</p>	Música de fondo	<p>Para determinar el efecto de los factores de variación en la tabla de ANOVA, se utiliza el estadígrafo F de Fisher ya que nos permite la formulación de inferencias o supuestos con respecto a las varianzas de dos distribuciones normales e independientes, con base en las muestras aleatorias de cada una.</p>	Daniela
Escena 16	Generador de textos.	Música de fondo	--EJERCICIO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE UN FACTOR—	Raúl
Escena 17	<p>Aparecen los datos en una tabla (Lab W: 0.689, 0.687, 0.684, 0.676, 0.694, 0.695) (Lab Z: 0.687, 0.679, 0.688, 0.685, 0.691, 0.698)</p>	Música de fondo	<p>Retomando los datos del ejemplo de repetibilidad para la cuantificación de paracetamol por el laboratorio “W”, se trabajó el mismo método pero ésta vez por otro analista en el laboratorio “Z”, obteniendo los siguientes valores del análisis:</p>	Daniela
Escena 18	Aparece el modelo	Música de fondo	El modelo estadístico que explica este fenómeno	Raúl

	<p>$[Y_{ik} = m + Li + ek(i)]$ y se va resaltando conforme se va explicando.</p>		<p>es: "Y subíndice ik" denota el i-ésimo resultado del k-ésimo tratamiento, igual a, mu que es la media del grupo de datos, más "L subíndice i" que indica el factor que varía, para el caso de reproducibilidad es el Laboratorio, más "e subíndice k dentro de i" donde se incluye el error experimental, el subíndice "i" es el número de laboratorios en donde se llevó a cabo el método analítico y el subíndice "k" es el número de repeticiones o determinaciones realizadas.</p>	
Escena 19	<p>Se va construyendo la tabla de ANOVA.</p>	Música de fondo	<p>Se construye una tabla de ANOVA de un factor, en donde se incluyen los factores de variación que en este caso son el Laboratorio y el error experimental, el producto simbólico, el producto simbólico desarrollado, los grados de libertad, la suma de cuadrados, la media de cuadrados y la F de Fisher calculada.</p>	Daniela
Escena 20	<p>Aparecen las fórmulas y van apareciendo los resultados en la tabla, haciendo zoom. $(g_{L}=1 \text{ y } g_{e}=10)$ $(SCL=6.75 \times 10^{-6})$ $(SCE=2.655 \times 10^{-4})$ $(MCL=6.75 \times 10^{-6})$ $(MCE=2.655 \times 10^{-5})$</p>	Música de fondo	<p>Comenzaremos pasando del producto simbólico al producto simbólico desarrollado, para de este último sustituir los valores de "i" y de "k" para calcular los grados de libertad del factor laboratorio y del error, para la suma de cuadrados se resuelven las operaciones correspondientes, para calcular la media de cuadrados</p>	Raúl

			relacionaremos la suma de cuadrados con los grados de libertad, ya sea para el laboratorio como para el error.	
Escena 21	<p>Aparece la fórmula y los resultados en la tabla, haciendo zoom. $\alpha=0.05$ $F_{\text{calc}}=MC_L/MC_e=0.2542$</p> <p>Aparece la distribución F y los valor de tablas para $F_{0.975,1,10}$ ($F_{1-\alpha/2,glL,gle}$)[0.144] y para $F_{0.025,1,10}$ ($F_{\alpha/2,glL,gle}$) [6.64] con la zona de no rechazo en la distribución, finalmente incluir el valor de F calculada.</p> <p>Generador de textos.</p>	Música de fondo	<p>Por último calcularemos el valor de F, relacionando la media de cuadrados del laboratorio con la del error, este resultado lo compararemos con el valor de F de tablas para obtener la zona o intervalo de no rechazo, utilizando un valor de significancia de alfa de 0.05, los grados de libertad del laboratorio y los del error obtenidos anteriormente, ahora vayamos a la fórmula, donde alfa tiene un valor de 0.05, los grados de libertad del laboratorio (uno) y los grados de libertad del error (diez), ahora lo resolveremos, para F de 0.975 como uno coma diez, el valor de tablas es de 0.144 y para F de 0.025 como uno coma diez obtuvimos un valor de 6.64. [buscándolos en tablas para el estadígrafo F de Fisher en cualquier libro de estadística]</p> <p>Esto se puede observar en la distribución F, donde el valor de la F calculada se encuentra dentro de la zona de no rechazo, por lo que se concluye que el método analítico es reproducible.</p>	Daniela
Escena 22	A cuadro Súper izquierdo.	Música de fondo	--- No hay que olvidar que la reproducibilidad y la repetibilidad son	Raúl

			diferentes, ya que pueden causar confusión, mientras que la reproducibilidad se refiere al grado de concordancia que existe entre los resultados de una muestra analizada en diferentes laboratorios, la repetibilidad se refiere al grado de concordancia que existe entre los resultados del análisis bajo las mismas condiciones de operación.---	
Escena 23	Agradecimientos	Música de fondo. Generador de texto.	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 Académico, proyecto PAPIIME 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.	Ninguno
Escena 24	Créditos	Música de fondo. Generador de texto	Repetibilidad y Reproducibilidad Investigación y guion Raúl Francisco Hernández Medel Proyecto a cargo de	Ninguno

			<p>Dr. Vicente Hernández Abad</p> <p>Asesoras Dra. Elizabeth Sánchez González M.A.S.S. Cynthia Espinosa Contreras</p> <p>Tesista auxiliar Karla Daniela López González</p> <p>Cámara Gabriel Romero Núñez</p> <p>Apoyo gráfico Sandra González Terrones</p> <p>Animación, producción y postproducción Catalina Armendáriz Beltrán</p> <p>D.R. UNAM FES Zaragoza 2016</p>	
--	--	--	--	--

Imágenes del video “Repetibilidad y Reproducibilidad”



Imagen 13. Logo UNAM



Imagen 14. Logo FES Zaragoza



Imagen 15. Repetibilidad y Reproducibilidad



Imagen 16. Generador de texto

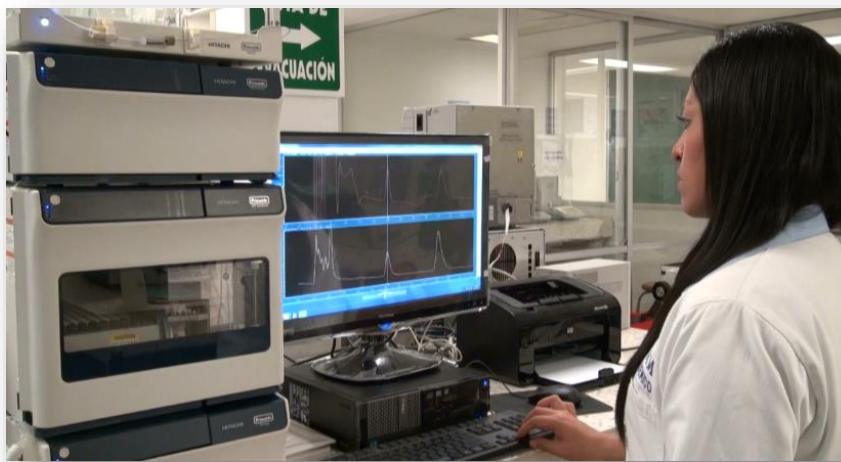


Imagen 17. Dramatización en HPLC

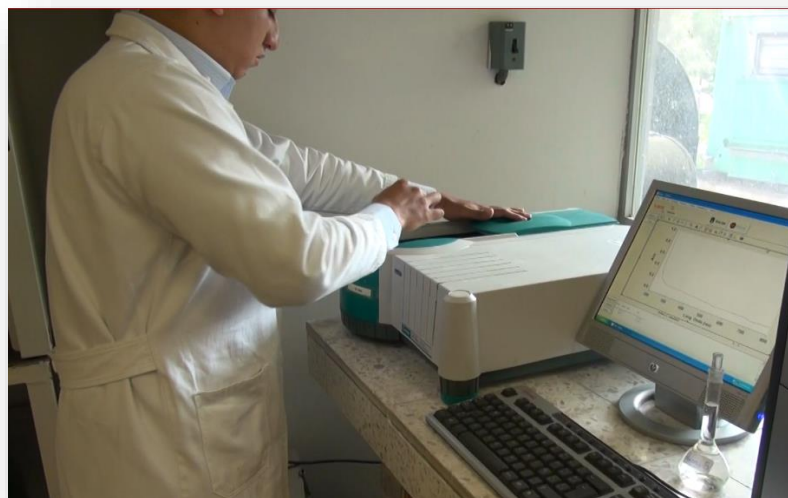


Imagen 18. Dramatización en el espectrofotómetro

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

Coeficiente de
variación

Imagen 19. Ejercicio de repetibilidad



Imagen 20. Analistas para reproducibilidad

TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

Factor de Variación (F.V.)	Producto Simbólico (P.S.)	Producto Simbólico Desarrollado (P.S.D.)	Grados de Libertad (g.l.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Media de Cuadrados (M.C.)	F de tablas	F calculada (F _{calc})
Laboratorio (L)	(i-1)	(i-1)	(i-1)	$\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{k} - \frac{y_{..}^2}{ik}$	$\frac{S.C.L}{g.l.L}$	$F_{1-\alpha/2, g.l.L, g.l.e}$	$\frac{M.C.L}{M.C.e}$
Error (e)	(k-1)(i)	(ki-i)	(ki-i)	$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n y_{ik}^2 - \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{k}$	$\frac{S.C.e}{g.l.e}$	$F_{\alpha/2, g.l.L, g.l.e}$	

Imagen 21. Tabla ANOVA de un factor

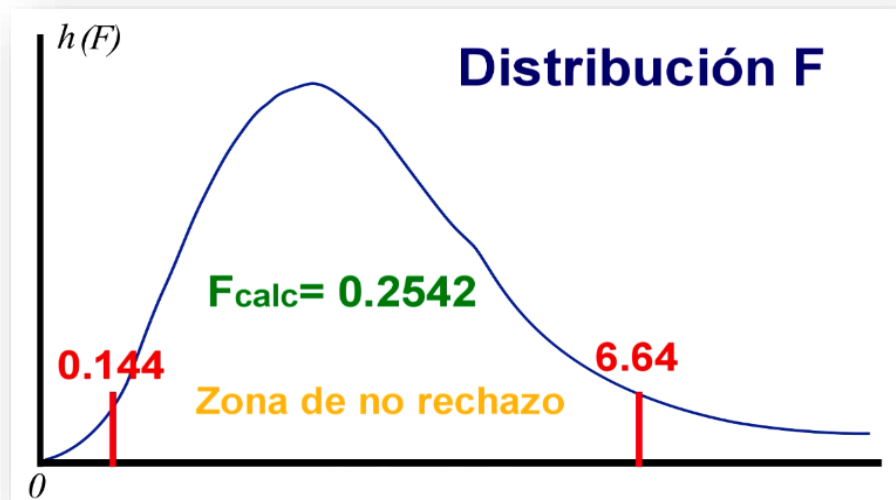


Imagen 22. Ejercicio de reproducibilidad

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 Académico, proyecto PAPIIME 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.

Imagen 23. Agradecimientos

Repetibilidad y Reproducibilidad

Investigación y guión
Raúl Francisco Hernández Medel

Proyecto a cargo de
Dr. Vicente Hernández Abad

Imagen 24. Créditos

Cuestionario con el que se evaluó el video “Repetibilidad y Reproducibilidad”



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Estimado estudiante:

En el marco de la elaboración de mi proyecto terminal para obtener el grado de licenciatura, pido tu apoyo para contestar este cuestionario, cuyo propósito es conocer tu opinión sobre el video “Repetibilidad y Reproducibilidad”. La información obtenida se empleará únicamente para usos educativos y será confidencial.

De antemano agradezco tu apoyo, para cualquier duda o comentarios puedes escribirme al correo: dragonesperante@gmail.com

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

PROYECTO PAPIME PE-200815



Atte. Raúl Francisco Hernández Medel

SECCIÓN 1. Características generales.

Instrucciones: indica los datos que se te solicitan.

1. Año de nacimiento: _____

2. Sexo _____

SECCIÓN 2. Contenidos generales.

Nombre o Título del Programa:	
Tipo de programa:	
Temática:	
Objetivo:	
Contenidos que aborda:	
Destinatarios:	

2.- Evaluación de aspectos técnicos (Marcar con una X, la valoración otorgada)

Criterio	Muy adecuado 2	Adecuado 1	Inadecuado 0	Total
Calidad de gráficos e imágenes				
Calidad de las animaciones				
Calidad y relevancia del sonido				
Calidad y relevancia del texto				
Presenta originalidad				
TOTAL				

3.- Evaluación de aspectos pedagógicos. (Marcar con una X, la valoración otorgada)

ELEMENTOS	Muy adecuado 2	Adecuado 1	Inadecuado 0	Total
Capacidad de motivación (atractivo, interés)				
Adecuación al usuario (contenido)				
Cantidad de información y datos				
Nivel de claridad de la información presentada				
Estrategias didácticas (ejemplos, animaciones, efectos)				
Cubre los objetivos y los contenidos				
Fomenta el autoaprendizaje (iniciativa, toma decisiones)				
Nivel de actualización de los contenidos				
TOTAL				

SECCIÓN 3. Contenido educativo.

- f) ¿Qué son la repetibilidad y la reproducibilidad dentro de la validación de métodos analíticos?

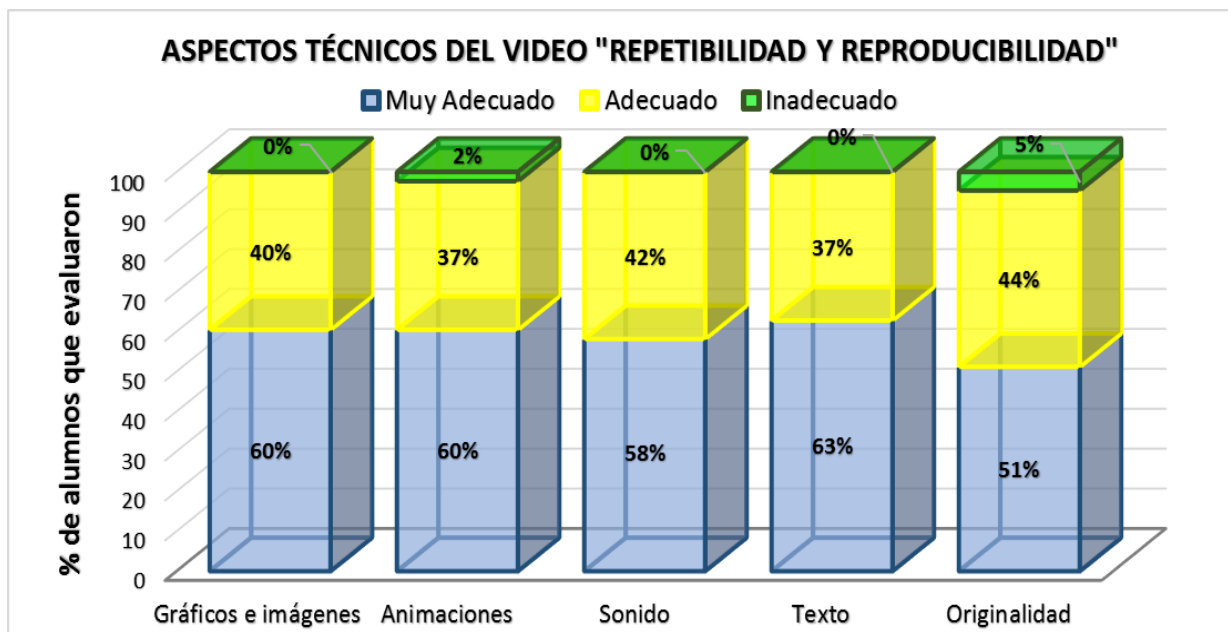
- g) ¿Cómo determinas la repetibilidad de un método analítico experimentalmente y cómo la reproducibilidad?

- h) ¿Qué herramientas estadísticas se utilizan en la demostración de repetibilidad y de reproducibilidad?

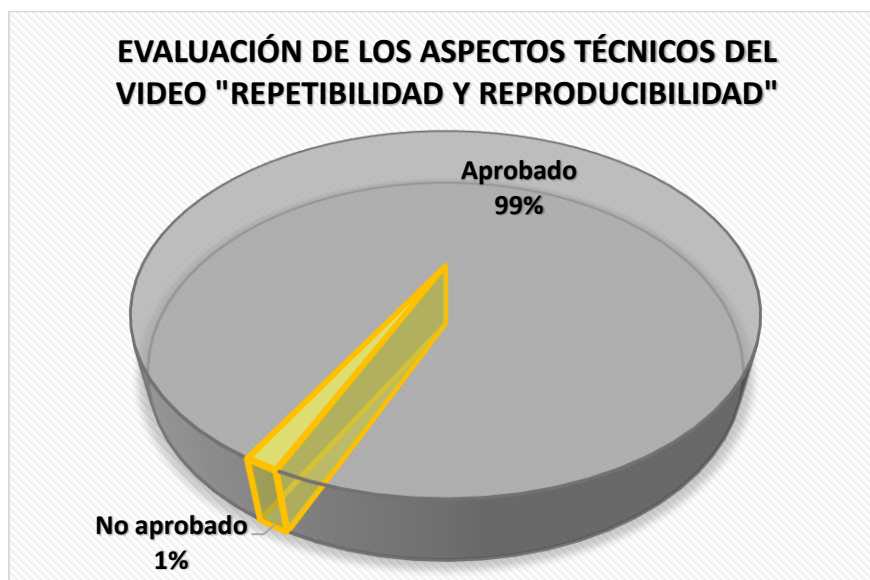
- i) ¿Cuál es la importancia de determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de un método analítico?

- j) ¿Es difícil comprender los conceptos repetibilidad y reproducibilidad? Justifica tu respuesta.

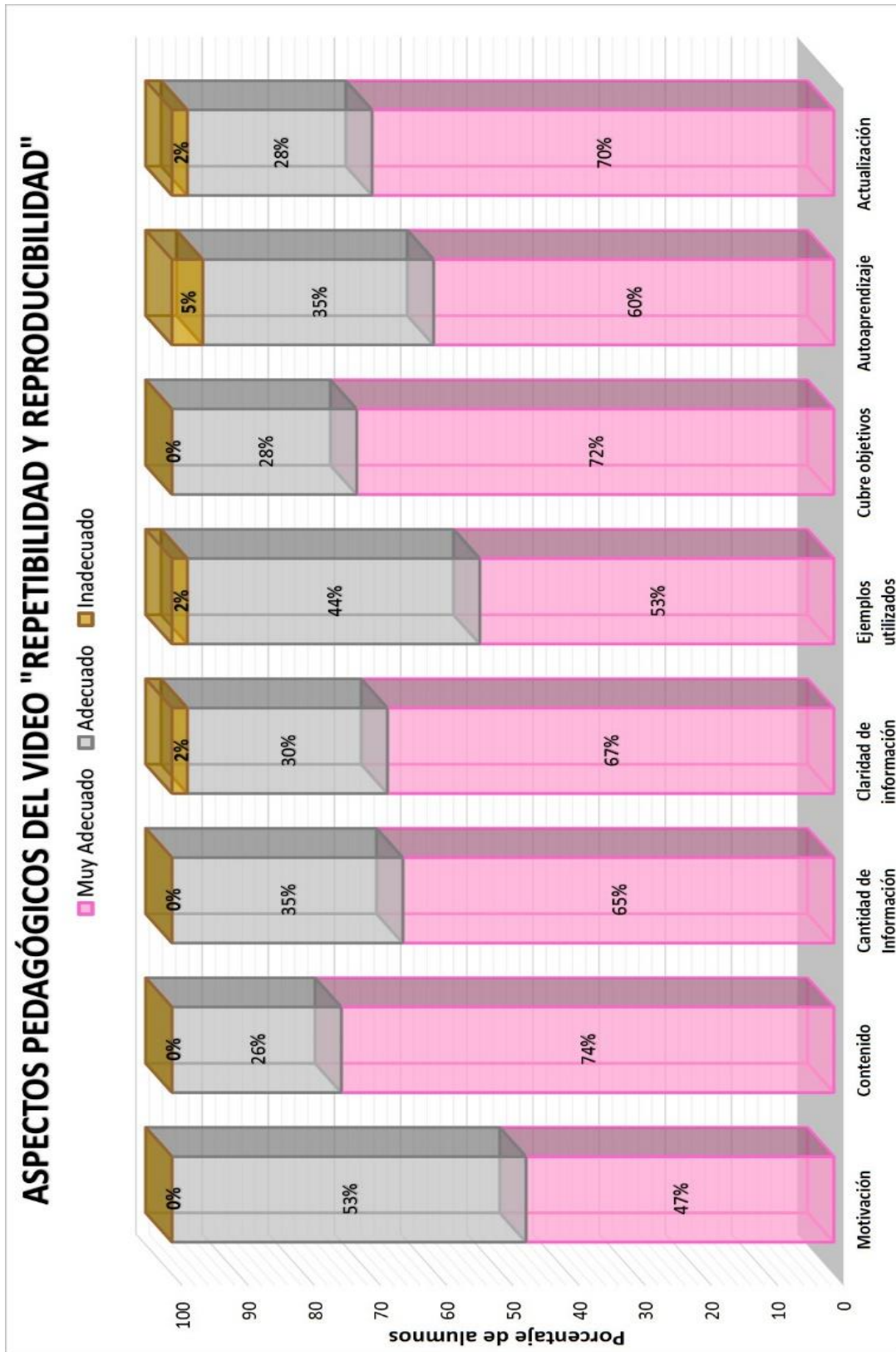
De la proyección del video #2 "Repetibilidad y Reproducibilidad" se obtuvieron los siguientes resultados:



Gráfica 8. Evaluación de los aspectos técnicos del video de acuerdo a la escala de Likert



Gráfica 9. Porcentaje de alumnos que aprobaron los aspectos técnicos del video



Gráfica 10. Porcentaje de alumnos que evaluaron los aspectos pedagógicos del video

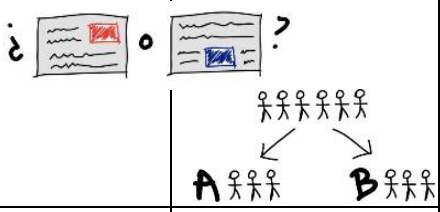
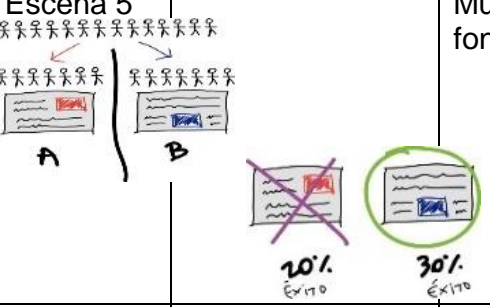


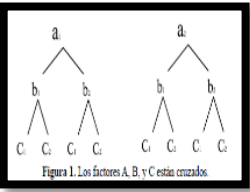
Gráfica 11. Porcentaje de alumnos que aprobaron los aspectos pedagógicos del video

Guion

Video #3 “Precisión Intermedia”

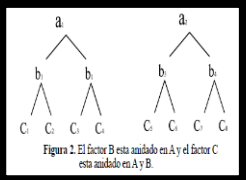
Duración: 11:18 min

Secuencia	Imagen	Audio		Actor
		Sonido	Texto	
Escena 1	Aparecen los escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza.	Música de fondo	Presentan Precisión Intermedia	Ninguno
Escena 2	A cuadro Súper derecho	Música de fondo.	Hola nuevamente, nos encontramos esta vez con el video de Precisión Intermedia, así que, comenzaremos recordando que la precisión es el grado de concordancia entre los resultados individuales de la prueba.	Raúl
Escena 3	A cuadro Súper inferior	Música de fondo	La precisión intermedia expresa el máximo grado de dispersión aceptable en los resultados del análisis múltiple de una muestra homogénea al variar ciertas condiciones de trabajo, como pueden ser: diferentes días, analistas y, o, diferentes equipos.	Daniela
Escena 4	A cuadro 	Música de fondo	Para demostrar este nivel de precisión, es necesario controlar los factores implicados en las posibles variaciones que puedan presentarse al llevar a cabo el experimento.	Raúl
Escena 5		Música de fondo	Esto se logra mediante un diseño de experimentos adecuado para posteriormente realizar un análisis de varianza de los factores involucrados, para determinar si existe o no efecto de estos en la obtención de los resultados.	Daniela
Escena 6	A cuadro	Música de fondo	Para determinar el efecto de los factores y la interacción nuevamente utilizaremos el	Daniela

			estadígrafo F de Fisher y la tabla de ANOVA de dos factores.																						
Escena 7	A cuadro y animación 3D  <small>Figura 1. Los factores A, B y C están cruzados.</small>	Música de fondo	Según como se diseñe el experimento, se pueden tratar los factores como cruzados o como anidados. En un diseño cruzado: se dice que dos factores están cruzados cuando aparecen todas las posibles combinaciones de los niveles de cada factor.	Raúl																					
Escena 8	A cuadro e imágenes de 2 analistas ejemplificando A1D1 A1D2 A2D1 A2D2	Música de fondo	Por ejemplo: dos analistas trabajando miércoles y jueves, en este caso hablamos de un diseño cruzado, ya que cada analista trabajará los dos días disponibles para hacerlo, dicho de otra manera trabajarán todas las combinaciones posibles; Analista1Día1, Analista1Día2, Analista2Día1 y Analista2Día2. (A1D1, A1D2, A2D1, y A2D2).	Daniela																					
Escena 9	Generador de texto	Música de fondo	EJERCICIO DE MODELO DE FACTORES CRUZADOS	Raúl																					
Escena 10	Dramatización trabajando muestras. Generador de texto Aparecen en forma de lista los resultados en una tabla: <table border="1" data-bbox="500 1633 779 1831"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>D1</th> <td>0.511</td> <td>0.511</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.508</td> <td>0.512</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.514</td> <td>0.514</td> </tr> <tr> <th>D2</th> <td>0.513</td> <td>0.511</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.512</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.51</td> <td>0.515</td> </tr> </tbody> </table>		A1	A2	D1	0.511	0.511		0.508	0.512		0.514	0.514	D2	0.513	0.511		0.512	0.51		0.51	0.515	Música de fondo	En un laboratorio de la planta piloto de la F.E.S. Zaragoza se está validando un método analítico para determinar el contenido de glibenclamida en tabletas y falta por determinar si el método presenta precisión intermedia, para esto se diseñó el experimento con factores cruzados, ya que trabajaron dos analistas diferentes el lunes y martes, obteniendo los siguientes resultados:	Daniela
	A1	A2																							
D1	0.511	0.511																							
	0.508	0.512																							
	0.514	0.514																							
D2	0.513	0.511																							
	0.512	0.51																							
	0.51	0.515																							

Escena 11	<p>Aparece el modelo</p> $Y_{ijk} = \mu + A_i + D_j + AD_{ij} + e_{k(ij)}$ <p>y se va resaltando conforme se va explicando</p>	Música de fondo	<p>El modelo estadístico que mejor explica éste fenómeno es “Y subíndice ijk” que denota el i-ésimo resultado del j-ésimo analista del k-ésimo tratamiento o réplica del experimento, igual a, μ que es la media del grupo de datos, “A subíndice i” indica el factor analista, “D subíndice j” indica el factor día, “AD subíndice ij” indica la interacción del factor día con el factor analista y “e subíndice k dentro de ij” es el error experimental que incluye los dos factores y la interacción. El subíndice “i” es el número de analistas que llevarán a cabo el método analítico, subíndice “j” es el número de días que se trabajará el método y subíndice “k” es el número de determinaciones realizadas.</p>	Raúl
Escena 12	Se va construyendo la tabla de ANOVA	Música de fondo	<p>Para comenzar se construye una tabla de ANOVA de dos factores, en donde se incluyen los factores de variación, que en este caso son el analista, el día, la interacción analista-día y el error experimental, el producto simbólico, el producto simbólico desarrollado, los grados de libertad, la suma de cuadrados, la media de cuadrados, la F de Fisher calculada y la F de Fischer de tablas.</p>	Daniela
Escena 13	Aparecen las fórmulas y van apareciendo los resultados en la tabla, haciendo zoom.	Música de fondo	<p>Primero pasaremos del producto simbólico al producto simbólico desarrollado, para de este último sustituir los valores de “i”, “j” y de “k” para</p>	Raúl

			<p>calcular los grados de libertad del factor analista, día, interacción y el error, para la suma de cuadrados se resuelven las operaciones correspondientes, para calcular la media de cuadrados relacionaremos la suma de cuadrados con los grados de libertad, ya sea para el analista, el día, la interacción y el error, hecho esto se calcula el valor de F para el analista, el día y la interacción, relacionando la media de cuadrados de cada uno, con la media de cuadrados del error.</p>	
Escena 14	<p>Aparece la fórmula y los resultados en la tabla, haciendo zoom.</p> <p>Aparece la tabla para F de 0.975.</p>	Música de fondo	<p>Por último debemos obtener el valor de F de tablas para determinar si las F calculadas se encuentran dentro de la zona de no rechazo, esto lo haremos con un valor de significancia, alfa de 0.05, los grados de libertad del numerador (uno) y los del denominador (ocho) del cálculo de F, para cada factor, obteniendo así la zona de no rechazo, F de 0.975 coma 1 coma 8 igual a 7.571 y F de 0.025 coma 1 coma 8 igual a 0.132, buscando el valor en tablas para el estadígrafo F de Fischer en cualquier libro de estadística.</p>	Daniela
Escena 15	<p>Aparece la distribución F y los valores de tablas.</p> <p>Generador de textos.</p>	Música de fondo	<p>En este caso se puede observar que los valores de F calculada para el analista y la interacción se encuentran dentro de la zona de no rechazo, y el valor para el factor día se encuentra en la zona de</p>	Raúl

			rechazo, por lo que se concluye que; no se presenta interacción entre los factores, hay precisión intermedia entre analistas, pero no así entre los días de trabajo. [TERMINA EL EJERCICIO]	
Escena 16	A cuadro pizarrón y animación 3D 	Música de fondo	Por otra parte tenemos los diseños con factores anidados: en este caso cuando se dice que el factor "B" está anidado en el factor "A" significa que los niveles del factor "B" no son los mismos en cada nivel del factor "A".	Daniela
Escena 17	A cuadro e imágenes de 2 analistas ejemplificando A1 martes A1 miércoles A2 jueves A2 viernes Generador de texto	Música de fondo	Por ejemplo, un analista trabajó martes y miércoles, y el otro trabajó en jueves y viernes, por lo que hablamos de un diseño con factores anidados, en donde el factor "Día" depende del factor "Analista" ya que cada uno trabajó en días diferentes: Analista1Martes, Analista1Miercoles, Analista2Jueves y Analista2Viernes, dicho de otra forma, el día depende del analista que tenga que trabajar el método analítico.	Raúl
Escena 18	Generador de texto	Música de fondo	EJERCICIO DE MODELO DE FACTORES ANIDADOS	Daniela
Escena 19	Dramatización analizando muestras por 2 analistas. Aparecen en forma de lista los resultados en una tabla:	Música de fondo	En un laboratorio de la F.E.S. Zaragoza se está validando un método analítico para cuantificar el contenido de glibenclamida en tabletas y se determinará si el método presenta precisión intermedia, para esto se diseñó el experimento con factores anidados ya que dos	Raúl

		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>D1</th> <td>0.511</td> <td>0.512</td> </tr> <tr> <th></th> <td>0.511</td> <td>0.512</td> </tr> <tr> <th></th> <td>0.514</td> <td>0.513</td> </tr> <tr> <th>D2</th> <td>0.513</td> <td>0.511</td> </tr> <tr> <th></th> <td>0.512</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <th></th> <td>0.513</td> <td>0.512</td> </tr> </tbody> </table>		A1	A2	D1	0.511	0.512		0.511	0.512		0.514	0.513	D2	0.513	0.511		0.512	0.51		0.513	0.512	analistas trabajaron, el lunes y martes el primero, y el miércoles y jueves el segundo, por lo que el día de trabajo está anidado en el analista, obteniendo los siguientes resultados:	
	A1	A2																							
D1	0.511	0.512																							
	0.511	0.512																							
	0.514	0.513																							
D2	0.513	0.511																							
	0.512	0.51																							
	0.513	0.512																							
Escena 20	<p>Aparece el modelo</p> $Y_{ijk} = \mu + A_i + D_{j(i)} + e_{k(ij)}$ <p>Y se va resaltando conforme se va explicando</p>	Música de fondo	El modelo estadístico que mejor explica éste fenómeno es “Y subíndice ijk” que denota el i-ésimo resultado del j-ésimo analista del k-ésimo tratamiento o réplica del experimento, igual a, μ que es la media del grupo de datos, “A subíndice i” indica el factor analista, “D subíndice j dentro de i” indica el factor día y su relación con el factor analista, por último “e subíndice k dentro de ij” es el error experimental que involucra ambos factores. El subíndice “i” es el número de analistas que llevarán a cabo el método analítico, subíndice “j” es el número de días que se trabajará el método y subíndice “k” es el número de repeticiones o determinaciones realizadas.	Daniela																					
Escena 21	Se va construyendo la tabla de ANOVA.	Música de fondo	Se construye una tabla de ANOVA de dos factores, en donde se incluyen los factores de variación, que en este caso son el analista, el día y el error experimental, el producto simbólico, el producto simbólico desarrollado, los grados de libertad, la suma de cuadrados, la media de cuadrados, la F de Fisher calculada y la F de Fisher de tablas.	Raúl																					

Escena 22	Aparecen las fórmulas y van apareciendo los resultados en la tabla, haciendo zoom.	Música de fondo	Comenzaremos pasando del producto simbólico al producto simbólico desarrollado, para de este último sustituir los valores de "i", "j" y de "k" para calcular los grados de libertad del factor analista, del día y del error, para la suma de cuadrados se resuelven las operaciones correspondientes, para calcular la media de cuadrados relacionaremos la suma de cuadrados con los grados de libertad, para el analista, el día y para el error, hecho esto se procede a calcular el valor de F para el factor analista y para el día, relacionando la media de cuadrados de cada factor, con la media de cuadrados del error.	Daniela
Escena 23	Aparece la fórmula y los resultados en la tabla, haciendo zoom. Aparece la tabla para F de 0.975 y se resaltan los resultados para el analista y para el día.	Música de fondo	Por último deben obtenerse también los valores de F de tablas para determinar si los valores de las F calculadas se encuentran dentro de la zona de no rechazo, para este modelo con factores anidados se obtienen dos efes de tablas, una para el analista y otra para el día, esto lo haremos en ambos casos con un valor de significancia, alfa de 0.05, los grados de libertad del numerador (1 para el caso del analista y 2 para el día) así como el del denominador (8 para ambos), obteniendo así la zona de no rechazo para el factor analista que va de 0.132 a 7.571 y para el factor día que va de 0.165 a 6.059, buscándolos en tablas para el estadígrafo F	Raúl

			de Fischer de igual manera que en el ejemplo anterior.	
Escena 24	Aparece la distribución F con la zona de no rechazo para el analista y para el día. Conclusión en un generador de texto	Música de fondo	En este caso como se puede observar los valores de F calculada para el analista y para el día se encuentran respectivamente dentro del intervalo o zona de no rechazo, por lo que se concluye que; el método analítico presenta precisión intermedia.	Daniela
Escena 25	A cuadro Generador de texto	Música de fondo	---Por último, a manera de resumen, para determinar la precisión intermedia se lleva a cabo un análisis de varianza de dos factores, diseñando el experimento con factores cruzados o anidados, para así conocer si se presenta precisión intermedia entre los factores---	Raúl
Escena 26	A cuadro	Música de fondo	Con esto damos por terminada la serie de videos sobre precisión, gracias por su atención.	Raúl
Escena 27	Agradecimientos	Música de fondo. Generador de texto.	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 Académico, proyecto PAPIIME PE-200815 "MEJORA DE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS MEDIANTE EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS	Ninguno

			INNOVADORES”, por lo que se agradece su apoyo.	
Escena 28	Créditos	Música de fondo Generador de texto	<p>Precisión Intermedia</p> <p>Investigación y guion Raúl Francisco Hernández Medel</p> <p>Proyecto a cargo de Dr. Vicente Hernández Abad</p> <p>Asesoras Dra. Elizabeth Sánchez González M.A.S.S. Cynthia Espinosa Contreras</p> <p>Tesista auxiliar Karla Daniela López González</p> <p>Cámara Gabriel Romero Núñez</p> <p>Apoyo gráfico Sandra González Terrones</p> <p>Animación, producción y postproducción Catalina Armendáriz Beltrán</p> <p>D.R. UNAM FES Zaragoza 2016</p>	Ninguno

Imágenes del video “Precisión Intermedia”



Imagen 25. Logo UNAM



Imagen 26. Logo FES Zaragoza



Imagen 27. Precisión intermedia

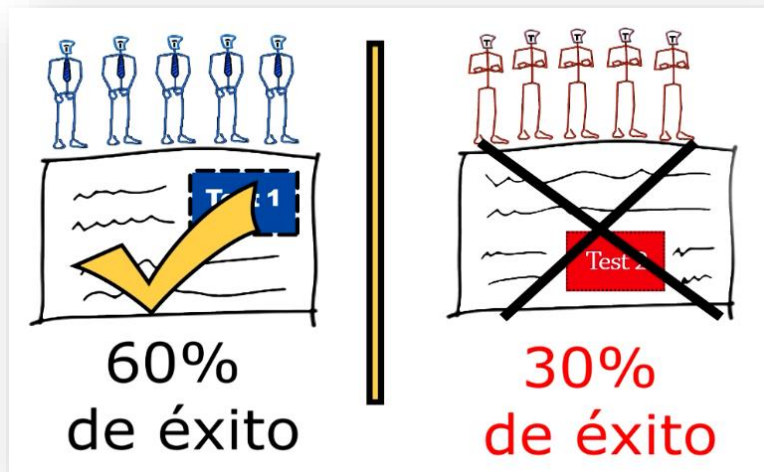


Imagen 28. Diseño de experimentos

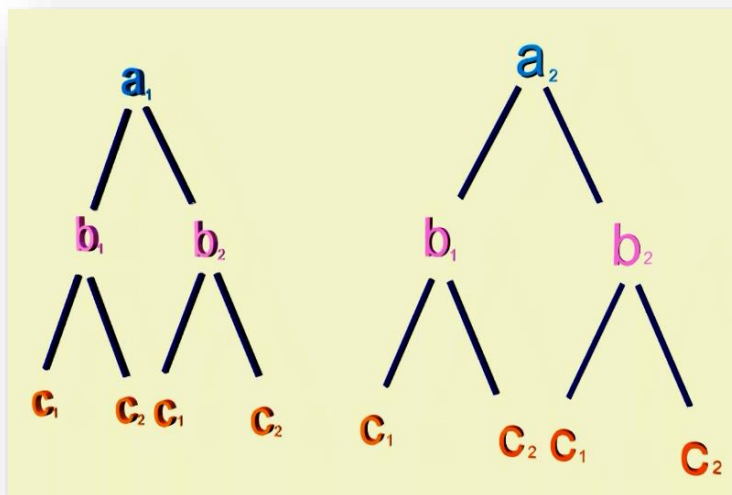


Imagen 29. Factores cruzados



Imagen 30. Demostración de factores cruzados

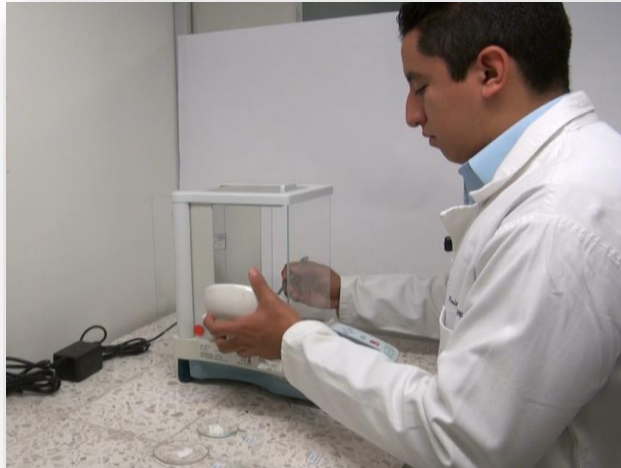


Imagen 31. Dramatización

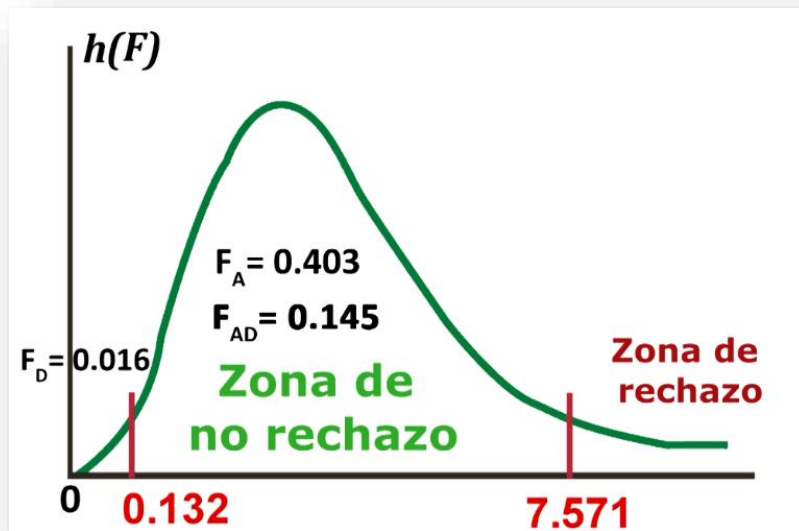


Imagen 32. Resolución de ejercicio para factores cruzados



Imagen 33. Animación para factores anidados

$$y_{ijk} = \mu + A_i + D_{j(i)} + e_{k(ij)}$$

i= Número de analistas

j= Número de días

k= Número de determinaciones

Imagen 34. Modelo de factores anidados



Imagen 35. Despedida

Este video fue financiado en su totalidad con recursos de la Universidad Nacional Autónoma de México, otorgados a través de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, proyecto PAPIIME 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.

Imagen 36. Agradecimientos

Precisión Intermedia

Investigación y gui3n

Ra3l Francisco Hern3ndez Medel

Proyecto a cargo de

Dr. Vicente Hern3ndez Abad

Imagen 37. Cr3ditos

**D.R. UNAM
FES Zaragoza
2016**

Imagen 38. Derechos Reservados

Cuestionario con el que se evaluó el video “Precisión Intermedia”



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

PROYECTO PAPIME PE-200815



Estimado estudiante:

En el marco de la elaboración de mi proyecto terminal para obtener el grado de licenciatura, pido tu apoyo para contestar este cuestionario, cuyo propósito es conocer tu opinión sobre el video “Precisión Intermedia”. La información obtenida se empleará únicamente para usos educativos y será confidencial. De antemano agradezco tu apoyo, para cualquier duda o comentarios puedes escribirme al correo: dragonesperante@gmail.com

Atte. Raúl Francisco Hernández Medel

SECCIÓN 1. Características generales.

Instrucciones: indica los datos que se te solicitan.

1. Año de nacimiento: _____

2. Sexo _____

SECCIÓN 2. Contenidos generales.

Nombre o Título del Programa:	
Tipo de programa:	
Temática:	
Objetivo:	
Contenidos que aborda:	
Destinatarios:	

2.- Evaluación de aspectos técnicos (Marcar con una X, la valoración otorgada)

Criterio	Muy adecuado 2	Adecuado 1	Inadecuado 0	Total
Calidad de gráficos e imágenes				
Calidad de las animaciones				
Calidad y relevancia del sonido				
Calidad y relevancia del texto				
Presenta originalidad				
TOTAL				

3.- Evaluación de aspectos pedagógicos. (Marcar con una X, la valoración otorgada)

ELEMENTOS	Muy adecuado 2	Adecuado 1	Inadecuado 0	Total
Capacidad de motivación (atractivo, interés)				
Adecuación al usuario (contenido)				
Cantidad de información y datos				
Nivel de claridad de la información presentada				
Estrategias didácticas (ejemplos, animaciones, efectos)				
Cubre los objetivos y los contenidos				
Fomenta el autoaprendizaje (iniciativa, toma decisiones)				
Nivel de actualización de los contenidos				
TOTAL				

SECCIÓN 3. Contenido educativo.

- k) ¿Qué es la precisión intermedia dentro de la validación de métodos analíticos?

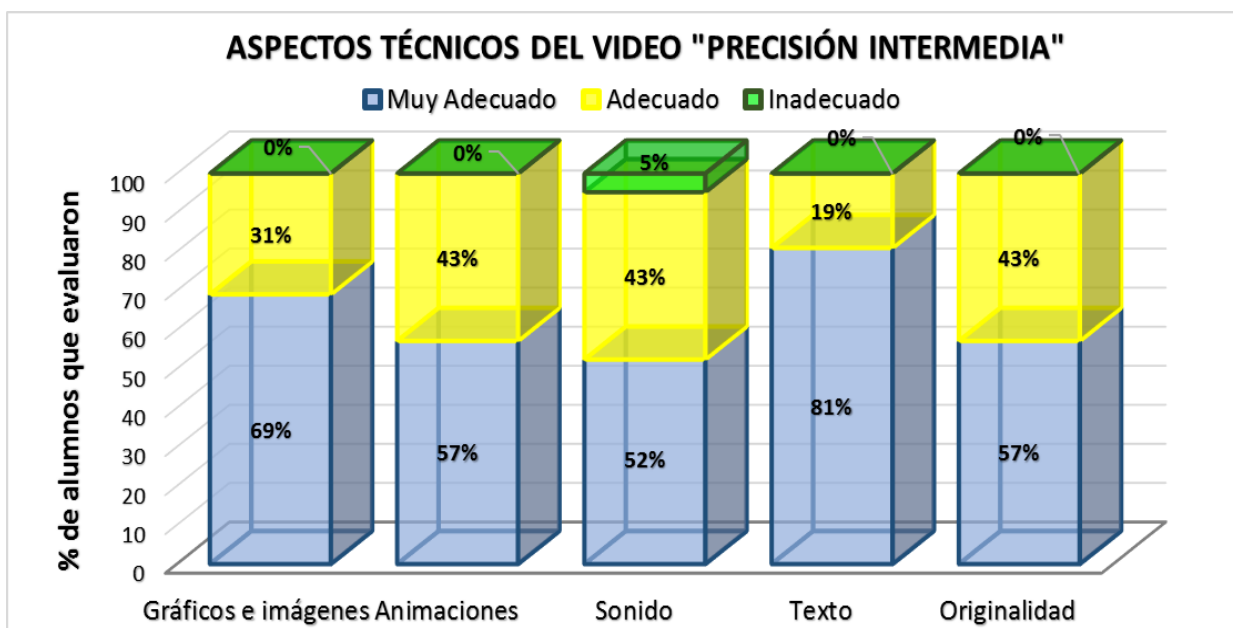
- l) ¿Cómo determinas la precisión intermedia de un método analítico experimentalmente?

- m) ¿Qué herramientas estadísticas se utilizan en la demostración de la precisión intermedia?

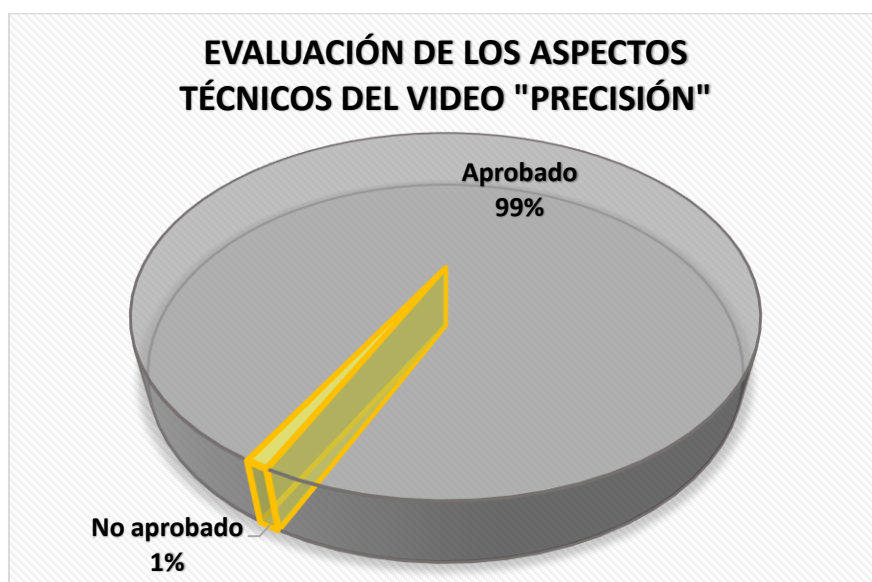
- n) ¿Cuál es la importancia de determinar la precisión intermedia de un método analítico?

- o) ¿Es difícil comprender el concepto precisión intermedia? Justifica tu respuesta.

De la proyección del video #3 "Precisión Intermedia" se obtuvieron los siguientes resultados:

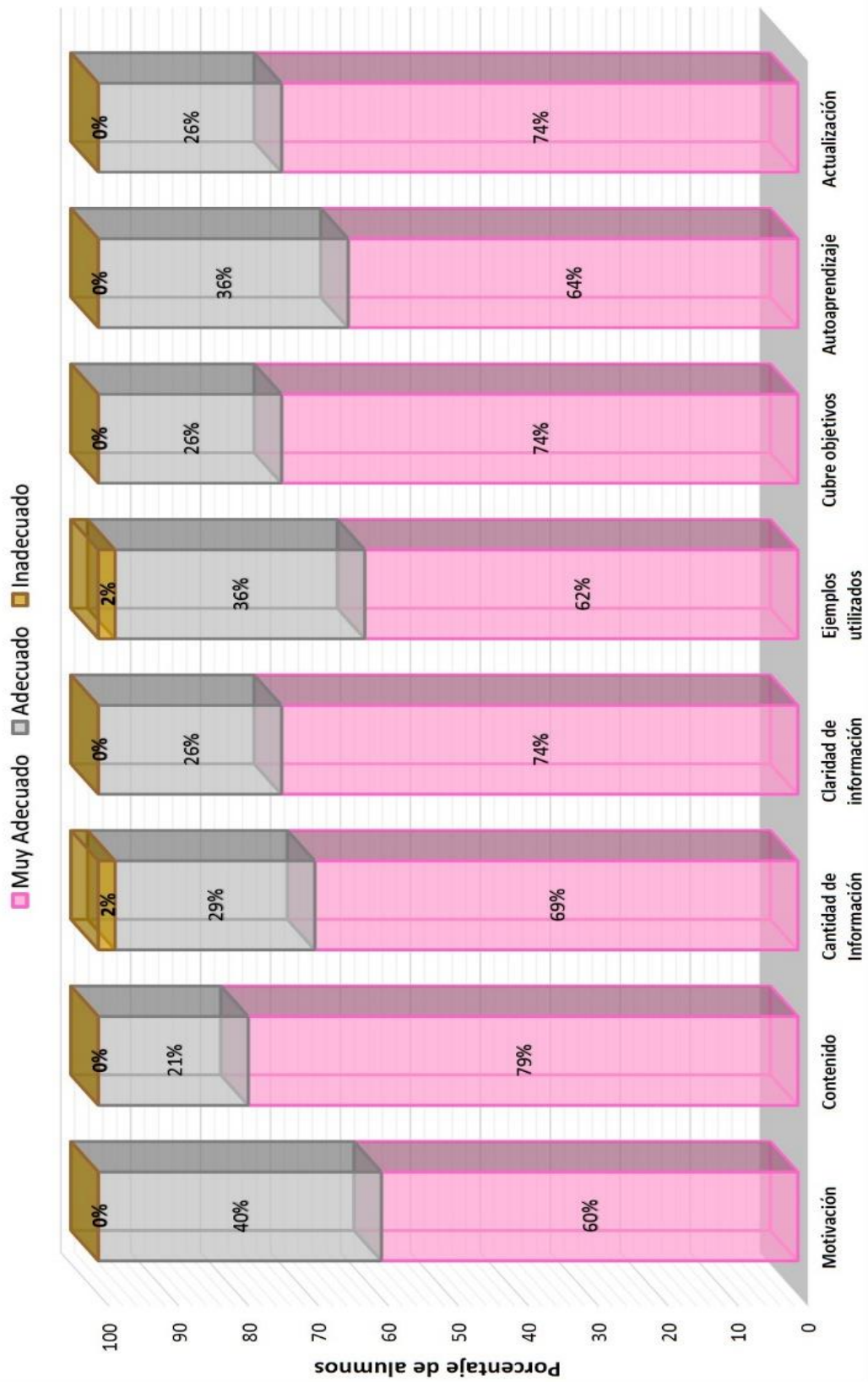


Gráfica 12. Evaluación de los aspectos técnicos del video de acuerdo a la escala de Likert



Gráfica 13. Porcentaje de alumnos que aprobaron los aspectos técnicos del video

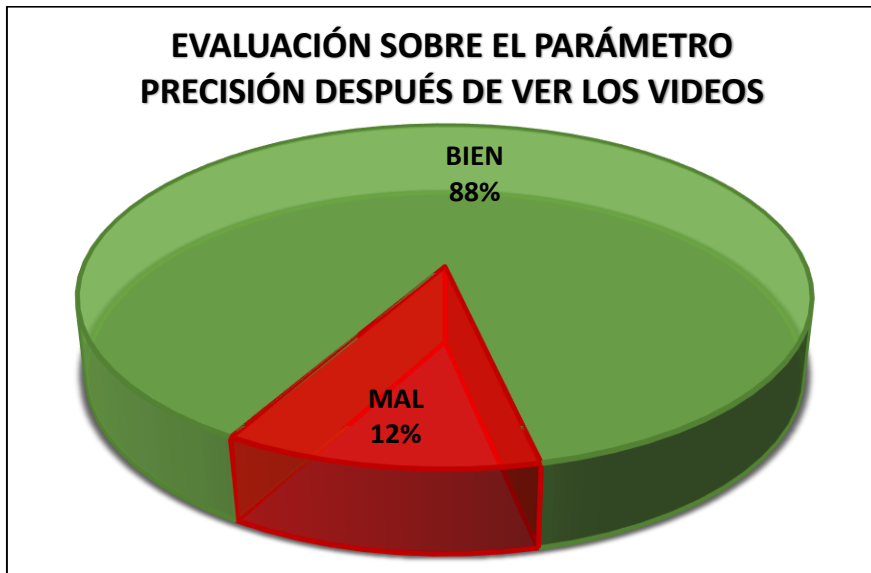
ASPECTOS PEDAGÓGICOS DEL VIDEO "PRECISIÓN INTERMEDIA"



Gráfica 14. Porcentaje de alumnos que evaluaron los aspectos pedagógicos del video



Gráfica 15. Porcentaje de alumnos que aprobaron los aspectos pedagógicos del video



Gráfica 16. Porcentaje de alumnos que contestaron correctamente las preguntas sobre precisión

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se llevó a cabo una evaluación previa a los alumnos de 8vo. Semestre del módulo de Desarrollo Analítico, con el fin de tener un panorama general del grupo, promediando las respuestas contestadas correcta e incorrectamente como se ejemplifica en la gráfica 1. Obteniendo un 69% de respuestas contestadas correctamente, y el restante 31% fueron contestadas de manera incorrecta, lo que se podría traducir a exámenes con una calificación de 7, que resulta aprobatoria, pero no adecuada porque lo que se busca es formar alumnos de excelencia.

Para tratar de mejorar la comprensión del tema y con el fin de proveer a los alumnos de material educativo en el cual pudieran apoyarse, se decidió generar una serie de videos, eligiendo dicho material ya que presenta diversas ventajas sobre otros materiales educativos^{12,14}, una de estas es que se puede visualizar lo que se está explicando y no sólo imaginarlo como sucede comúnmente, otra ventaja de suma importancia es que se tienen disponibles a cualquier hora, por lo que se pueden ver y pausar las veces que sean necesarias hasta lograr comprender el tema.

Para poder realizar la filmación y el desarrollo de los videos, se diseñaron 3 guiones de tipo técnico, ya que este tipo de guion permitió integrar los elementos necesarios para especificar lo que se requería en cada una de las escenas, así como lo que se necesitaba enfocar o representar en cada toma y las locaciones (laboratorios) elegidas para filmar los videos. Cada uno de los guiones mencionados se diseñó con base en la guía Q2 (R1) de la ICH principalmente, ya que es con apego a las guías internacionales en las que se basan la mayoría de documentos que tratan

temas como el de validación de métodos analíticos, por lo que se decidió utilizarla como fuente primaria.

Una particularidad muy importante de la presente serie de videos es que como actores se decidió que participaran dos tesistas, (con el fin captar más y mejor la atención de la audiencia, observando a dos personas [un hombre y una mujer] interactuar y trabajar como equipo en el laboratorio, además de ser parte de la forma de trabajar en las instalaciones de la FES Zaragoza), es decir dos personas que hasta hace unos meses fueron estudiantes, lo que otorgó un valor agregado, ya que al haber tomado el módulo de Desarrollo Analítico y posteriormente el módulo de Biofarmacia (que es donde se llevan a la práctica mayormente los conocimientos adquiridos sobre validación de métodos analíticos), conocían la información que causaba mayores problemas y confusiones así como las problemáticas a las que se enfrentan los alumnos al tratar de llevar a la práctica lo visto en salón de clases, para de esta manera poder hacer énfasis en ciertos aspectos, o un mayor número de ejemplos, todo esto con el fin de resolver dudas y confusiones, además, la participación de los tesistas como actores tuvo como fin hacer que los alumnos sintieran empatía por estar viendo a excompañeros explicando el tema y no a profesores como lo hacen cada día en las aulas de la Facultad.

Con la participación de los alumnos de los semestres 2016-1 y 2016-2 se realizó la evaluación de los materiales generados, dicha población constó de 60 alumnos, 24 hombres y 36 mujeres (Gráfica 2.) de entre 22 y 30 años (Gráfica 3), factores que se tomaron en cuenta ya que se obtienen diferencias en la forma de evaluar, principalmente debidas a que las mujeres suelen prestar mayor atención a los

detalles en comparación con los hombres, también se tomaron en cuenta las edades de los participantes ya que es necesario conocer a la población de estudio, porque suelen presentarse diferencias en la forma de responder, o, si por el contrario no era la primera vez que cursaban la materia y tenían más presentes los conocimientos que el resto de alumnos.

Para demostrar de una mejor manera ciertos ejemplos así como los conceptos se utilizaron imágenes que fueron creadas exclusivamente para ser presentadas en los diferentes videos, con colores atractivos y movimiento, además de animaciones en tercera dimensión para dar variedad a los elementos presentados, logrando que no se viera todo en un solo plano (presentación de contenidos y ejemplos), se realizó una búsqueda de música y melodías sin copyright, que fuesen actuales y de velocidad media, todo esto con el fin de tratar de atraer y mantener la atención de los espectadores.

El video #1 "Precisión" tuvo una duración de 5 minutos con 2 segundos, el objetivo de este primer video fue introductorio, para adentrar a los alumnos en los términos utilizados para hablar sobre la precisión, así como la definición como tal de la palabra y del concepto mismo de precisión dentro de la validación de métodos analíticos.

En primer lugar, el video comienza con la presentación de los dos actores que participaron en la serie de videos generados, después de esto se dio una breve explicación sobre la importancia de llevar a cabo la validación de métodos analíticos en la industria, acompañada de imágenes que apoyan lo que se estaba explicando.

Acto seguido, se definió el concepto “precisión” en términos generales, para hacer énfasis en esta parte se utilizaron generadores de texto con la información más importante, apoyándolos además con animaciones en 3D (como se muestra en la imagen 6), utilizando el clásico ejemplo de las dianas para tiro, ya que con estos ejemplos clásicos se logra explicar y ejemplificar de manera clara y sencilla la precisión, para lograr esto se variaron los ángulos de las cámaras, para así obtener diferentes tomas y perspectivas de las animaciones generadas.

Se incluyó además la definición tal cual aparece descrita en la Guía ICH Q2(R1) para precisión e igualmente ejemplos para demostrarla, utilizando esta vez una gráfica con resultados de un análisis en donde aparecían valores muy dispersos y otros con mínima dispersión (imagen 7). Además, como apoyo para comprender esta definición se incluyeron dramatizaciones en las que se iba haciendo lo que se describía en la definición del parámetro, como preparando muestras, pesando en las balanzas analíticas o trabajando muestras en el HPLC (Imágenes 8 y 9). Todo esto con el fin de mostrar a los alumnos la manera en la que ellos podían realizar alguno de sus experimentos, además, el contar con la visualización de lo que se está explicando y no solo imaginarlo, favorece y vuelve más probable que los alumnos lleguen a retener y a recordar la información presentada.

Finalmente, se hizo un breve repaso de los contenidos tratados en el video, para terminar con una despedida y la invitación a que vieran los otros dos videos sobre el tema.

En el caso del video #2 “Repetibilidad y Reproducibilidad” se obtuvo una duración de 7 minutos con 45 segundos. El objetivo del video fue explicar y diferenciar la

repetibilidad y la reproducibilidad, desde los conceptos, las formas de llevar a cabo su determinación hasta los cálculos involucrados y la interpretación de los resultados.

Al comienzo del video se da una breve presentación y la explicación de los tres niveles que se determinan para confirmar que un método analítico es preciso.

En primer lugar se explica la repetibilidad; con el uso de dramatizaciones, tomas a cuadro y generadores de texto para ejemplificar el concepto, seguido de un ejercicio de repetibilidad en el que se ejemplificaron con dramatizaciones las condiciones para realizar la determinación (imágenes 17 y 18), se incluyeron los cálculos simplificados así como la interpretación de los resultados (imagen 19).

El paso siguiente fue explicar la reproducibilidad, así como su utilidad, utilizando tomas en diferentes laboratorios y equipos para ejemplificarla correctamente (imagen 20).

Al ser el ejercicio de reproducibilidad más complejo, se decidió resolverlo paso a paso, ya que involucra cálculos más elaborados, así como la construcción de una tabla ANOVA de 1 factor, tabla que iba apareciendo y siendo llenada conforme avanzaba el ejercicio para ejemplificar esto de la mejor manera.

Para terminar con la resolución del ejercicio también se utilizaron tablas para obtener la zona de no rechazo del estadígrafo "F" de Fischer, para así poder emitir una conclusión sobre los resultados obtenidos. (Imágenes 21 y 22).

Finalmente se realizó un resumen en donde se hizo hincapié en expresar las diferencias entre la repetibilidad y la reproducibilidad, ya que suelen ser confundidos por los alumnos.

El video #3 “Precisión Intermedia” tuvo una duración de 11 minutos con 18 segundos, con este video se concluye la presentación del tema, su finalidad es abarcar las dos formas de diseñar los experimento para determinar la precisión intermedia, hablar sobre la definición y despedir la serie de videos desarrollados.

Este video comienza con un recordatorio del concepto precisión para diferenciarlo del concepto precisión intermedia. También se explica el diseño de experimentos que se utiliza para determinarla con ayuda de animaciones en 3D y con imágenes animadas (imágenes 29, 30 y 33).

Se realizó paso a paso un ejercicio del modelo de factores cruzados, ejemplificando con dramatizaciones y animaciones en qué consiste (imagen 29), se inició con el modelo estadístico donde se explica cada factor, posteriormente se fue construyendo paso a paso una tabla ANOVA de dos factores, así como las gráficas de la distribución “F” de Fischer (imagen 32) para poder emitir las conclusiones del ejercicio.

Con el primer ejercicio resuelto se procedió a explicar los modelos con factores anidados para determinar la precisión intermedia (imagen 33) y de igual manera se realizó un ejercicio de modelo de factores anidados, comenzando con el modelo estadístico (imagen 34), con la construcción de la tabla ANOVA de dos factores y el estadígrafo “F” de Fischer para poder concluir el ejercicio.

Con los dos ejercicios resueltos, de igual manera que en los videos anteriores se hizo un resumen recapitulando lo principal que se vio en el video, finalmente se despidió la serie de videos sobre el parámetro de precisión (imagen 35).

Cabe aclarar que en cada video se incluyeron los agradecimientos al proyecto PAPIME PE-200815 que fue el que financió el presente proyecto (imágenes 11, 23 y 36), también se incluyeron los créditos correspondientes a cada video (imágenes 12, 24 y 37) y la leyenda de Derechos Reservados D.R. UNAM FES Zaragoza 2016 (imagen 38) en cada uno de ellos.

En cuanto a la evaluación de los materiales generados se consideraron dos tipos de indicadores principalmente, los aspectos técnicos y los aspectos pedagógicos.

En primer lugar, la evaluación sobre los aspectos técnicos está orientada a medir las características relacionadas con la calidad, esmero y limpieza del trabajo en las diferentes fases de producción y post-producción del video.

Para obtener estos resultados se formularon preguntas relativas a:

- Calidad de gráficos e imágenes: se evaluó que las imágenes no estuvieran pixeleadas, que fueran coherentes a las explicaciones dadas, que los gráficos ejemplificaran claramente los ejercicios propuestos, que fueran de un tamaño adecuado, etc.
- Calidad de las animaciones: se tomó en cuenta que las transiciones tuvieran una velocidad que permitiese apreciarlas correctamente, que no estuvieran desfasadas, que hicieran más atractiva la presentación del tema, etc.

- Calidad y relevancia del sonido: se evaluó la banda sonora creada para cada video, que no se percibieran interferencias como ruidos externos, voces de compañeros entre otras, así como escuchar claramente la voz del locutor en cuestión, etc.
- Calidad y relevancia del texto: se tomó en cuenta que el texto presentado fuese clave para el tema, la utilización de colores adecuados que permitan una correcta lectura, que el video no estuviese saturado de texto, etc.
- Presenta originalidad: se evaluó el que tanto se diferencia el video de otros videos educativos, principalmente de temas de validación en caso de haberlos visto, la forma de presentar los diferentes ejemplos tanto teóricos como prácticos, la manera en que se explicó el tema, el cómo se fueron resolviendo los ejercicios, la música utilizada, entre otros.

La evaluación de los aspectos pedagógicos se da ya que su función es cumplir con una serie de objetivos previamente formulados, por este motivo es necesario determinar si hay una formulación clara de objetivos y si estos finalmente se cumplieron, por lo que los aspectos contemplados en la evaluación fueron:

- Capacidad de motivación: se pidió a los alumnos evaluar en este aspecto si los videos eran atractivos a la vista, si les provocaba interés en el tema y si lograban captar su atención.
- Adecuación al usuario: se pidió a los alumnos que evaluaran si el contenido presentado en los videos estaba de acuerdo a lo visto previamente en la clase del profesor.

- Cantidad de información y datos: para la evaluación de este aspecto se tomó en cuenta que hubiese información suficiente para que pudiesen comprender todo lo que involucra el parámetro de precisión (repetibilidad, reproducibilidad y precisión intermedia).
- Nivel de claridad de la información presentada: se evaluó el que no se divagara en las explicaciones, así como en la información estadística para la resolución de los ejercicios, además de reforzar la explicación con dos o tres ejemplos sobre el mismo concepto, etc.
- Estrategias didácticas: se pidió a los alumnos tomar en cuenta la calidad de los ejemplos presentados, si la música los mantuvo atentos, la correcta transición entre animaciones, así como los efectos utilizados.
- Cubre los objetivos y contenidos: se pidió que evaluaran si se cubrían los objetivos y contenidos previstos para el tema conforme al temario y a lo visto en clase con el profesor.
- Fomenta el autoaprendizaje: se evaluó si el material generado influyó en que los alumnos se interesaran por buscar y profundizar en el tema.
- Actualización de los contenidos: se pidió a los alumnos que tomaran en cuenta si la información era actual, si estaba de acuerdo a la guía ICH, etc.

La presente evaluación se realizó conforme los criterios de la escala de Likert, ya que es la evaluación más fácil de resolver para los alumnos, debido a que el mismo Likert (psicólogo creador de ésta escala) procuró dotar a los grados de la escala con una relación de fácil comprensión para los entrevistados, sin incluir preguntas

abiertas, ya que de incluirlas se corría el riesgo de asignar los mismos puntajes a opiniones diferentes.

En este caso, los alumnos contestaron basándose en la premisa de que el contenido presenciado (entiéndase como los aspectos técnicos y pedagógicos) fuese: Muy Adecuado, Adecuado o Inadecuado para tratar el tema.

Todo esto como parte del proceso de la generación de los videos, para así poder contrastar y determinar si los videos fueron bien recibidos y comprendidos por parte de los alumnos, saber si cumplieron con el propósito desarrollado y lo más importante, conocer si en verdad se logró mejorar el aprendizaje de los alumnos sobre el parámetro precisión.

Para el video #1 “Precisión” se obtuvo una aceptación del 97% con respecto a los aspectos técnicos (gráfica 5), para el video “Repetibilidad y Reproducibilidad” tanto como para el video “Precisión Intermedia” se obtuvo un 99% de aceptación en ambos casos (gráficas 9 y 13).

Lo que nos indica que el diseñar, generar y utilizar materiales educativos de apoyo especializados, en el ámbito educativo (en este caso en particular videos educativos) provocará mejoras a largo plazo en el proceso enseñanza-aprendizaje de los alumnos que hagan uso de estas herramientas.

Conforme a este rubro generalmente se puede esperar siempre una mayor variación comparándolo con los aspectos pedagógicos, ya que la percepción de las cosas así como los elementos que facilitan el aprendizaje en los alumnos son más diversos y variables.

Con respecto a los aspectos pedagógicos para los tres videos se obtuvo un 99% de aceptación (gráficas 7,11 y 15 respectivamente), donde se considera la forma de presentar la información, la claridad y cantidad de esta, los ejemplos utilizados, las animaciones, imágenes y dramatizaciones así como los demás aspectos elegidos fueron los adecuados para lograr el propósito planteado.

De acuerdo con la evaluación del contenido de los videos se obtuvo una mejora del 19% con respecto a la evaluación previa, ya que el número de preguntas contestadas correctamente previamente de la proyección de los videos como se muestra en la gráfica 1 fue de 69% y en la gráfica 16 se observa que el porcentaje de respuestas correctas fue de 88%, logrando una mejoría del 19% con respecto a los conocimientos obtenidos de la manera tradicional dicho de alguna manera por parte de los alumnos antes de contar con los materiales de apoyo.

La serie generada constó de tres videos, contemplados de esta manera para así poder abarcar todos y cada uno de los aspectos que involucra la precisión, ya que al ir trabajando con la información recabada y al ser un concepto que involucra bastante información, debido a que se divide en 3 subtemas que son: repetibilidad, reproducibilidad y precisión intermedia, además cada uno de estos incluye diferentes cálculos para determinarlos así como la interpretación de resultados en cada caso, de no haberlo hecho de esta manera se hubiese obtenido un video de aproximadamente 28 minutos de duración y lo que se pretendía evitar con el presente trabajo era generar materiales que no fuesen atractivos para los alumnos por tener una duración prolongada, ya que en la red se encuentran disponibles videos sobre la validación de métodos analíticos, tornándose aburridos, tediosos y

repetitivos, ya que duran más de 90 minutos generalmente y son clases convencionales grabadas, con un profesor explicando el tema, por lo que no presentan innovación alguna en cuanto a la forma de presentar la información ni en cuanto a los recursos utilizados para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje.⁴¹⁻

43

El material generado servirá como herramienta para esclarecer las dudas que tenían los alumnos, principalmente al no comprender en algunos casos todo lo que involucra el parámetro de precisión, así como la importancia de determinarlo y de diferenciarlo del resto de parámetros a determinar en la validación de métodos analíticos.

Con la aplicación de los videos se logró mejorar la comprensión acerca del parámetro de precisión dentro de la validación de métodos analíticos, tomando en cuenta los aspectos que involucra, es decir: conceptos, importancia, el cómo diseñar los experimentos para determinarla, el manejo de la información, la manera de tratar los resultados obtenidos y por último y no menos importante la interpretación de los mismos.

Esperando con esto mejorar el aprendizaje de los alumnos que hagan uso del material generado, viéndose reflejado entre otras cosas en un mejor desempeño académico.

9. CONCLUSIONES

Se generaron 3 videos como herramientas para facilitar el aprendizaje de los alumnos de la carrera de Q.F.B., dicha serie de videos que componen el parámetro de precisión desarrollada en el presente trabajo presentarán grandes ventajas para los alumnos con respecto a generaciones anteriores que no contaban con dicho material, ya que mejorará y complementará el aprendizaje de los alumnos que hagan uso de los mismos, debido a que fue pensado, diseñado y generado íntegramente con fines educativos, ubicando a los alumnos en entornos conocidos, utilizando como locaciones laboratorios de la planta piloto de la FEZ Zaragoza, así como explicaciones detalladas sobre la resolución de los problemas, cómo planear y diseñar sus experimentos, sin olvidar otra de las grandes ventajas de los videos; que estarán disponibles para que puedan ser consultados y reproducidos las veces que sean necesarias.

Como parte del proceso de generación de los videos, se realizó una evaluación a los materiales por parte de los alumnos de la carrera de QFB del módulo de Desarrollo Analítico, con base en la cual se determinó si los videos tuvieron o no un impacto en los conocimientos sobre el tema, y como se demostró en el presente trabajo, se logró mejorar la comprensión del mismo, además de que se promoverá y facilitará el autoaprendizaje, ya que dependerá única y exclusivamente del alumno tomar la decisión de profundizar o no en los contenidos.

Por último, es preciso aclarar que con la aplicación y revisión de los cuestionarios se demostró que hubo una mejoría en la comprensión del tema y que los aspectos técnicos así como los pedagógicos en conjunción apoyaron a que se obtuviese un

material educativo de calidad que pueda ser utilizado por generaciones subsecuentes, con el fin de mejorar a corto y a largo plazo el desempeño académico y profesional de los alumnos que hagan uso de éste.

10. REFERENCIAS

1. *Plan de Estudios de la carrera de Química Farmacéutico Biológica 1998*, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
2. Brenes E, Porras M. *Teoría de la Educación*. San José Costa Rica: EUNED; 1994. 219-223.
3. De-juanas A. *Educación Social en los Centros Penitenciarios*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia; 2014. 118.
4. Davini C. *Métodos de Enseñanza Didáctica General para Maestros y Profesores*. Buenos Aires: Santillana; 2008. 15-28, 33-44, 99.
5. González V. *Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje*. México: Pax; 2001. 2.
6. García J. *¿Cómo Enseñar? Hacia una Definición de las Estrategias de Enseñanza por Investigación*. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Investigación en la Escuela. No. 25. España: Universidad de Sevilla; 1995.
7. Ernest R, Gordon H. *Teorías del Aprendizaje*. México: Trillas; 1996. 23.
8. Quesada M. *Creación de videos educativos como estrategia didáctica para la formación de futuros docentes de inglés*. Actualidades Investigativas en Educación 2015; 15(1). 1-19. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44733027006>
9. Font G. *Las TIC en la formación inicial del profesor universitario. Un camino hacia el cambio*. República Argentina: Universidad Nacional de San Juan Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación; 2013.

10. Palomo M. *Importancia del diseño de materiales educativos en la educación a distancia*. Revista Digital Universitaria 2011; 12 (10): 1-13.
11. Cervera D, Blanco R, Casado ML, Martín FJ, Mediano FJ, Ramos MJ, et al. *Didáctica de la tecnología*. España: Graó; 2010. 26-34.
12. Juárez IA, De la Vega JA, Lugo O, Zarco A. *Análisis de criterios de evaluación para la calidad de los materiales didácticos digitales*. Rev. Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad 2014; 10 (28): 1-15.
13. Marqués P. *El software educativo. Comunicación educativa y nuevas tecnologías*. Barcelona: Praxis; 1996. 119-144.
14. Montero P. *Interactividad versus retroactividad*, RED: Revista de educación y formación profesional a distancia. Madrid; 1995. 10-18.
15. García A, González L. *Uso pedagógico de materiales y recursos educativos de las TIC: sus ventajas en el aula*. España: Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación Universidad de Salamanca; 2011. 4-6.
16. Piñon L, Sapién A, Gutierréz M. *Estrategia para la administración de recursos didácticos*. European Scientific Journal 2015; 11(9).
17. Bravo J. *¿Qué es video educativo?* España: COMUNICAR Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación; 1996. 3-8.
18. Almenara J. *Tecnología Educativa*. España: Mc. Graw Hill/Interamericana de España; 2007. 3, 8-9.

19. Salinas J. *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*. RU&SC 2004; 1(1). 6-7.
20. Mejías N. *Escala de actitudes en investigación*. [En línea] Odiseo Rev. Electrónica en Pedagogía; 2011. <http://odiseo.com.mx/libros-resenas/2011/07/escalas-actitudes-en-investigacion> (último acceso 01 Jun 2016)
21. Aiken LR. *Test psicológicos y evaluación*. 11^a ed. México: Pearson Educación; 2003.
22. Charcas PG. *Plataformas educativas* (Sitio en internet) Blogspot. <http://plataformas-educativas.blogspot.mx/> (último acceso el 01 de Junio del 2016).
23. Mc Polin O. *Validation of analytical methods for pharmaceutical analysis*. United Kingdom: Mourne Training Services; 2009. 5-15.
24. OMS *Colaboremos pro la Salud*, Informe sobre la salud del mundo. OMS; 2006.
25. US Food and Drug Administration. November 2005. *Guidance for Industry Q2 (R1) Validation of analytical procedures: text and methodology*. Rockville, MD.
26. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2015. *Buenas prácticas de fabricación de medicamentos*. Diario Oficial de la Federación. Viernes 5 de Febrero de 2016.
27. Calpena AC, Escribano E, Fernández C. *Validación de los métodos analíticos*. Farmacia Clínica; 1991. 749-758.

28. Hernández Ballesteros BA. *Validación del método analítico por HPLC para disolución de levonorgestrel 1.5mg grageas*. Tesis para Licenciatura. Facultad de Química Farmacéutico Biológica Universidad Veracruzana; 2014.
29. *United States Pharmacopeial Convention USP XXII: United States Pharmacopeia*. 22ª ed. United States of America; 1990. 1225,1710.
30. *Guideline for Submitting Samples and Analytical Data for Method Validation*. Food and Drug Administration Center for Drugs and Biological Department of Health and Human Service; 1987.
31. *Analytical Validation*, Volume 3A of the Rules Governing Medical Products in the European Community. Washington D.C.: The Office Publications of the European Community Information Service; 1990.
32. González G. *Fundamentos de Farmacia Clínica y Atención Farmacéutica*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile; 1992.
33. Soledad BE. *La validación en la industria*. 2009. https://books.google.com.mx/books?id=AR5_AgAAQBAJ&pg=PA10&dq=validacion%20de%20metodos%20analiticos&hl=es&sa=X&ei=Pc3qVLL0PIGmgwTr-lo&ved=0CDoQ6AEwBg#v=onepage&q&f=false. (último acceso 13 de marzo del 2015).
34. Barrutieta G. *Generador inteligente de documentos de formación*. Actas de la Conferencia Internacional sobre Educación, Formación y Nuevas Tecnologías. La formación online: retos y posibilidades. Madrid: 27-29 junio de 2001. 256-261.

35. Noguera I, Usart M, García I, Escofet A, Barbera E. *La participación de los estudiantes en el diseño de escenarios de aprendizaje. Modelos flexibles de formación: Una respuesta a las necesidades actuales*. Barcelona; 2014.
36. Dirección General de Administración Escolar [Página principal en internet]. Química Farmacéutico Biológica. Plan de estudios. México: Facultad de Química; 2015 [fecha de consulta: 30 Abril 2015].
https://www.dgae.unam.mx/planes/f_quimica/QFB.pdf
37. Dirección General de Administración Escolar [Página principal en internet]. Química Farmacéutico Biológica. Plan de estudios. México: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza; 2015 [fecha de consulta: 30 Abril 2015].
<https://www.dgae.unam.mx/planes/zaragoza/QFB-Zar.pdf>
38. Dirección General de Administración Escolar [Página principal en internet]. Química Farmacéutico Biológica. Plan de estudios. México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; 2015 [fecha de consulta: 30 Abril 2015].
https://www.dgae.unam.mx/planes/fes_cuautli/QFB-Cuau.pdf
39. Universidad Autónoma Metropolitana. [Página principal en internet]. Química Farmacéutico Biológica. Plan de Estudios. México: UAM Xochimilco; 2015 [fecha de consulta: 30 Abril 2015]. http://www.uam.mx/licenciaturas_por_unidad.html
40. Campos Y. *Estrategias didácticas apoyadas en la tecnología*. México: SEP; 2003.
41. *ISO 17025 Validación de Métodos Analíticos* [video] BS GRUPO. Publicado el 17 de Noviembre del 2014. https://www.youtube.com/watch?v=X1xwV_Qjff4

42. *Seminario Validación de Métodos Analíticos – Lic. Sergio Chesniuk* [video] METROQUÍMICA. Publicado el 12 de Enero del 2016.
<https://www.youtube.com/watch?v=QJklcp-JdnE>

43. *Validación de Métodos Analíticos – Parte 1* METROQUÍMICA. Publicado el 26 de Octubre del 2011. <https://www.youtube.com/watch?v=9JpHo5ydRi0>