



Universidad Autónoma de Baja California

Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo

**“Desarrollo de contenidos educativos digitales de una
asignatura de Estadística inferencial para su mediación en
teléfonos inteligentes”**

TESIS

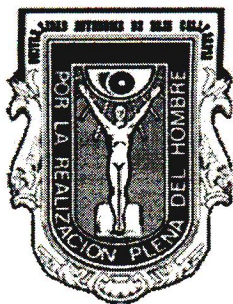
Que para obtener el grado de

MAESTRA EN CIENCIAS EDUCATIVAS

Presenta

Claudia Domínguez Pérez

Ensenada B. C. México, noviembre del 2018



Ensenada, B.C. a 04 de octubre de 2018

ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo de tesis de grado de Maestría.

Dr. José Alfonso Jiménez Moreno
Coordinador de la Maestría en Ciencias Educativas
Presente.

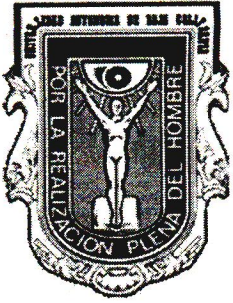
Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por la **C. Claudia Domínguez Pérez** para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestría en Ciencias Educativas, me permito comunicarle que he dado mi **VOTO APROBATORIO**, sobre su trabajo intitulado:

“DESARROLLO DE CONTENIDOS EDUCATIVOS DIGITALES DE UNA ASIGNATURA DE ESTADÍSTICA INFERENCIAL PARA SU MEDIACIÓN EN TELÉFONOS INTELIGENTES”

Esperando reciba el presente de conformidad, quedo de Usted.

Atentamente

Dr. Javier Organista Sandoval



Ensenada, B.C. a 04 de octubre de 2018

ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo de tesis de grado de Maestría.

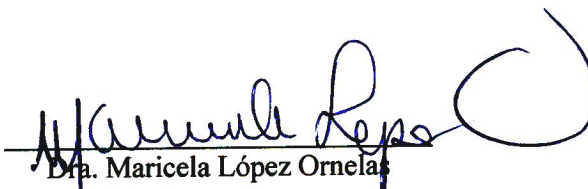
Dr. José Alfonso Jiménez Moreno
Coordinador de la Maestría en Ciencias Educativas
Presente.

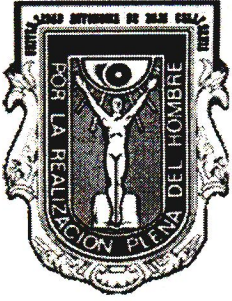
Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por la C. **Claudia Domínguez Pérez** para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestría en Ciencias Educativas, me permito comunicarle que he dado mi VOTO APROBATORIO, sobre su trabajo intitulado:

“DESARROLLO DE CONTENIDOS EDUCATIVOS DIGITALES DE UNA ASIGNATURA DE ESTADÍSTICA INFERENCIAL PARA SU MEDIACIÓN EN TELÉFONOS INTELIGENTES”

Esperando reciba el presente de conformidad, quedo de Usted.

Atentamente


Dra. Maricela López Ornelas



Ensenada, B.C. a 04 de octubre de 2018

ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo de tesis de grado de Maestría.

Dr. José Alfonso Jiménez Moreno
Coordinador de la Maestría en Ciencias Educativas
Presente.

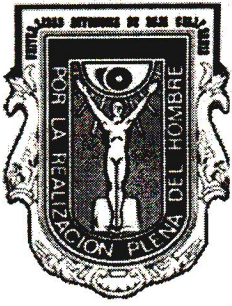
Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por la C. **Claudia Domínguez Pérez** para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestría en Ciencias Educativas, me permito comunicarle que he dado mi VOTO APROBATORIO, sobre su trabajo intitulado:

“DESARROLLO DE CONTENIDOS EDUCATIVOS DIGITALES DE UNA ASIGNATURA DE ESTADÍSTICA INFERENCIAL PARA SU MEDIACIÓN EN TELÉFONOS INTELIGENTES”

Esperando reciba el presente de conformidad, quedo de Usted.

Atentamente

Mtro. José Luis Ramírez Cuevas



Ensenada, B.C. a 04 de octubre de 2018

ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo de tesis de grado de Maestría.


**Coordinación de la Maestría en Ciencias Educativas
Presente.**

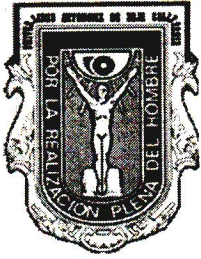
Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por la C. **Claudia Domínguez Pérez** para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestría en Ciencias Educativas, me permito comunicarle que he dado mi VOTO APROBATORIO, sobre su trabajo intitulado:

“DESARROLLO DE CONTENIDOS EDUCATIVOS DIGITALES DE UNA ASIGNATURA DE ESTADÍSTICA INFERENCIAL PARA SU MEDIACIÓN EN TELÉFONOS INTELIGENTES”

Esperando reciba el presente de conformidad, quedo de Usted.

Atentamente


Dr. José Alfonso Jiménez Moreno



**Universidad Autónoma de Baja
California**

Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Maestría en Ciencias Educativas



**“DESARROLLO DE CONTENIDOS EDUCATIVOS DIGITALES DE
UNA ASIGNATURA DE ESTADÍSTICA INFERENCIAL PARA SU
MEDIACIÓN EN TELÉFONOS INTELIGENTES”**

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRA EN CIENCIAS EDUCATIVAS

Presenta

Claudia Domínguez Pérez

APROBADO POR:

Dr. Javier Organista Sandoval
Director de tesis

Dra. Maricela López Ornelas
Sinodal

Dr. José Alfonso Jiménez Moreno
Sinodal

Mtro. José Luis Ramírez Cuevas
Sinodal

Resumen

En la actualidad, existe interés por los beneficios que representa la inserción de las Tecnologías de Información y Comunicación en los procesos educativos. Esto surge a partir de un contexto internacional en el que se promueve el uso de las tecnologías y la adecuación de estrategias didácticas para propiciar oportunidades de aprendizaje en contextos de movilidad. Bajo esta premisa, se ha hecho énfasis en la creación, adaptación e implementación de contenidos educativos digitales para su consulta a través de dispositivos portátiles.

Dentro de los dispositivos portátiles con mayor cobertura en la población universitaria se encuentran los teléfonos inteligentes. Es frecuente encontrar información que reporta los beneficios del uso de contenidos educativos digitales, sin embargo, se dispone de poca información derivada de estudios formales que describan el proceso de creación de estos materiales para su mediación en dichos dispositivos.

Con base en lo anterior, el objetivo general de la investigación fue desarrollar contenidos educativos digitales basados en un diseño instruccional que considerara elementos gráficos y audiovisuales para su consulta en teléfonos inteligentes como un apoyo didáctico. La temática elegida fue la explicación de los contrastes no paramétricos de la asignatura de Estadística inferencial de la licenciatura en Psicología de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada.

La metodología se basó en el enfoque de Investigación y Desarrollo. La primera etapa consistió en el desarrollo de tres contenidos educativos digitales en formato audiovisual a través del modelo de diseño instruccional de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación (ADDIE). La segunda etapa se centró en el proceso de construcción del “Cuestionario de opinión sobre los contenidos educativos de Estadística para su consulta en *smartphones*”, la aplicación de los contenidos educativos digitales mediante la estrategia pedagógica de Aprendizaje invertido y la recuperación de los datos por medio del cuestionario antes mencionado.

Como primer resultado se obtuvieron especificaciones sobre el diseño de los contenidos educativos digitales. Se encontraron condiciones favorables para la investigación en cuanto al agrado por la mediación tecnológica, un nivel alto de posesión de dispositivos portátiles y una

alta autovaloración de habilidad para su uso. Respecto a la conectividad, se encontró que el total de los alumnos cuenta con algún tipo de conexión a Internet.

Los participantes consideraron el uso de este tipo de materiales como motivantes para el proceso de aprendizaje en temas estadísticos. A pesar de la complejidad de la temática, los estudiantes consideraron a los tres temas expuestos en los CED con un grado de dificultad bajo. Además, mostraron una opinión favorable hacia el uso de material audiovisual, por la oportunidad de aprender en contextos de movilidad y la posibilidad de tener un apoyo didáctico personalizado y manejable a sus necesidades. Por lo que se concluye que los CED desarrollados en esta investigación fungieron como material de apoyo para el aprendizaje de temas estadísticos dado que la posibilidad de acceder a ellos en un contexto de movilidad permitió a los participantes disponer de mejores condiciones para la apropiación de la temática expuesta.

Palabras clave: Diseño instruccional, Investigación y Desarrollo, Contenidos Educativos Digitales, Aprendizaje invertido, Estadística.

Agradecimientos

Primeramente, quisiera agradecer el apoyo, paciencia y motivación que me brindó mi familia. A mis hijos y esposo, por acompañarme en las tardes y noches de búsqueda, edición y redacción. A mis padres, por todo el amor que me dan. Significa mucho para mí compartir este logro con ellos.

A cada uno de los miembros de mi comité. A mi director de tesis, el Dr. Javier Organista Sandoval, quien siempre tuvo una puerta abierta para todas mis dudas y angustias. Le agradezco estos dos años y medio de formación y amistad. A la Dra. Maricela López Ornelas a quien admiro y estimo, gracias por todo el apoyo incondicional. Al Mtro. José Luis Ramírez Cuevas por las observaciones relacionadas con tecnología, ya que siempre había algo nuevo por aprender. Al Dr. José Alfonso Jiménez Moreno por ayudarme a ver mi trabajo desde otra perspectiva y por las sugerencias hechas en seminario de tesis.

A mis compañeros de generación por hacer de esta una experiencia memorable. En especial, quisiera agradecer las conversaciones interminables con mis amigas: Ana, Gaby y Sandra. Gracias por todas las tardes de risas y motivación que tuvimos.

Al Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo por brindarme la oportunidad de pertenecer a la generación 2016- 2018 de la maestría. A todos los profesores que impactaron en mi pensamiento y acción durante estos dos años. En especial a la Dra. Graciela Cordero, la Dra. Guadalupe Tinajero, la Dra. Katuska Fernández y nuevamente a mi comité de tesis quienes también fueron mis docentes. Por otra parte, quiero agradecer al personal administrativo por guiarme en mis procesos cada cuatrimestre, en especial a la Mtra. Estrella Velasco y Yesica Espinoza.

Finalmente, agradezco el respaldo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para realizar este proyecto mediante el otorgamiento de la beca nacional.

Índice

| | |
|--|----|
| Capítulo 1. Introducción | 9 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 10 |
| 1.2 Preguntas de investigación..... | 11 |
| 1.3 Objetivos de investigación | 12 |
| 1.4 Justificación | 12 |
| Capítulo 2. Marco de referencia..... | 14 |
| 2.1 Las Tecnologías de Información y Comunicación en el proceso educativo..... | 14 |
| 2.1.1 Los dispositivos portátiles..... | 16 |
| 2.1.2 Características de los teléfonos inteligentes | 16 |
| 2.1.3 Los teléfonos inteligentes como herramientas pedagógicas | 17 |
| 2.2 Diseño instruccional para experiencias de aprendizaje con mediación de dispositivos portátiles..... | 18 |
| 2.2.1 Conceptualización del diseño instruccional..... | 18 |
| 2.2.2 El diseño instruccional ADDIE | 20 |
| 2.2.3 Características de un diseño instruccional mediado por teléfonos inteligentes | 21 |
| 2.3 Los contenidos educativos digitales para dispositivos móviles | 29 |
| 2.3.1 Consideraciones en torno a los contenidos educativos digitales | 29 |
| 2.3.2 Oportunidades didácticas de los contenidos educativos digitales..... | 30 |
| 2.3.3 Bondades y limitaciones en los contenidos educativos digitales en la enseñanza-aprendizaje de la Estadística | 31 |
| 2.4 Experiencias en torno al desarrollo de contenidos educativos digitales | 33 |
| 2.4.1 Internacionales | 33 |
| 2.4.2 Nacionales..... | 35 |
| 2.4.3 Regionales..... | 37 |
| Capítulo 3. Método | 39 |
| 3.1 Contexto de la investigación..... | 39 |
| 3.2 Etapa del Desarrollo de los Contenidos Educativos Digitales (CED) | 40 |
| 3.2.1 Análisis | 40 |
| 3.2.2 Diseño | 41 |
| 3.2.3 Desarrollo..... | 45 |
| 3.2.4 Implementación..... | 47 |

| | |
|---|----|
| 3.2.5 Evaluación..... | 48 |
| 3.3 Etapa de Investigación | 50 |
| 3.4 Participantes..... | 50 |
| 3.5 Instrumentos..... | 50 |
| 3.5.1 Elaboración de cuestionario de opinión para estudiantes | 50 |
| 3.5.2 Bitácora de seguimiento..... | 54 |
| 3.6 Aplicación de Instrumentos | 54 |
| 3.7 Análisis estadístico de los datos..... | 55 |
| Capítulo 4. Resultados | 57 |
| 4.1 Diseño final de los Contenidos Educativos Digitales | 58 |
| 4.1.1 Diseño del material audiovisual..... | 58 |
| 4.1.2 Diseño de página web responsiva | 59 |
| 4.2 Análisis de la información recuperada..... | 61 |
| 4.2.1 Datos perdidos | 61 |
| 4.2.2 Fiabilidad de los datos | 62 |
| 4.3 Descripción de los participantes | 62 |
| 4.4 Disposición y acceso a la tecnología | 65 |
| 4.5 Descripción de la consulta a los Contenidos Educativos Digitales | 66 |
| 4.6 Opinión de los estudiantes acerca de los CED..... | 68 |
| 4.6.1 Evaluación de los CED según el género y calificación de los participantes | 76 |
| 4.6.2 Análisis de reactivos de respuesta abierta..... | 77 |
| Capítulo 5. Discusión..... | 81 |
| 5.1 Interpretación de los resultados | 81 |
| 5.1.1 Sobre los participantes | 81 |
| 5.1.2 Sobre la consulta de los CED..... | 84 |
| 5.1.3 Sobre la evaluación de los CED por parte de los estudiantes | 86 |
| 5.1.4 Sobre el logro del aprendizaje..... | 90 |
| 5.2 Conclusiones | 92 |
| 5.2.1 Respuesta a preguntas de investigación..... | 92 |
| 5.2.2 Objetivos de investigación..... | 93 |
| 5.3 Limitaciones de la investigación..... | 94 |
| 5.4 Recomendaciones para futuros desarrollos e investigaciones | 95 |

| | |
|--|-----|
| Referencias..... | 97 |
| Apéndices..... | 113 |
| Apéndice A. Materiales proporcionados por el docente de la asignatura de Estadística inferencial | 113 |
| Apéndice B. Guiones sonoros de los Contenidos Educativos Digitales | 120 |
| Apéndice C. <i>Storyboard</i> del CED Contraste no paramétrico de Wilcoxon..... | 126 |
| Apéndice D. Cuestionario de opinión sobre los Contenidos Educativos de Estadística para su consulta en smartphones | 132 |
| Apéndice E. Descripción de video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon..... | 137 |
| Apéndice F. Aspectos relacionados con la habilidad en participantes mujeres y hombres | 142 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Descripción de fases del modelo de diseño instruccional ADDIE | 20 |
| Tabla 2. Elementos pedagógicos, de diseño y tecnológicos para la elaboración de contenidos educativos digitales | 21 |
| Tabla 3. Extracto del guion de audio para el video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon. | 43 |
| Tabla 4. Códigos hexadecimal y decimal de la paleta de colores para los videos..... | 44 |
| Tabla 5. Preguntas del cuestionario de pilotaje | 48 |
| Tabla 6. Opinión de los estudiantes del pilotaje del CED del Contraste no paramétrico de Wilcoxon..... | 49 |
| Tabla 7. Descripción de los rubros del cuestionario | 51 |
| Tabla 8. Estructura de los indicadores según el factor y dimensión a evaluar | 52 |
| Tabla 9. Datos sobre duración y tamaño de videos desarrollados | 58 |
| Tabla 10. Alfa de Cronbach de los reactivos 16 al 42 | 62 |
| Tabla 11. Género de los participantes..... | 62 |
| Tabla 12. Frecuencia de uso de dispositivos utilizados para la consulta de los CED..... | 66 |
| Tabla 13. Vía de distribución utilizada para la consulta de los CED | 67 |
| Tabla 14. Lugares de consulta de los CED | 67 |
| Tabla 15. Grado de dificultad de los CED..... | 68 |
| Tabla 16. Evaluación de elementos sobre los CED | 69 |
| Tabla 17. Escala de valoración para el coeficiente de correlación | 71 |
| Tabla 18. Correlación en la dimensión de funcionalidad (reactivos 16-18)..... | 71 |
| Tabla 19. Correlación en la dimensión de organización (reactivos 19 y 23)..... | 72 |
| Tabla 20. Correlación en la dimensión de claridad (reactivos 20-22 y 24-25)..... | 72 |
| Tabla 21. Correlación en la dimensión del diseño (reactivos 26-34) | 73 |
| Tabla 22. Correlación en la dimensión sobre el logro del aprendizaje (reactivos 35-39) | 74 |
| Tabla 23. Correlación en la dimensión de evaluación general de los CED (reactivos 40-42) | 74 |
| Tabla 24. Mayores coeficientes de correlación entre los reactivos del 16 al 42..... | 75 |
| Tabla 25. Correlación entre las dimensiones | 75 |
| Tabla 26. Evaluación de las dimensiones de acuerdo al género del participante | 76 |
| Tabla 27. Evaluación de las dimensiones de acuerdo a la media de calificaciones en la universidad..... | 76 |
| Tabla 28. Evaluación de las dimensiones de acuerdo a la media de calificación final de la asignatura | 77 |
| Tabla 29. Evaluación de las dimensiones de acuerdo al cuartil 1 y 4 de calificación final de la asignatura | 77 |
| Tabla 30. Reactivos de respuesta abierta dentro del cuestionario de opinión | 78 |
| Tabla 31. Ideas principales de la opinión acerca de los CED (reactivos 44 y 45)..... | 78 |
| Tabla 32. Habilidades y destrezas de las participantes mujeres | 142 |
| Tabla 33. Habilidades y destrezas de los participantes hombres | 142 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diseño metodológico de la investigación..... | 40 |
| Figura 2. Material didáctico proporcionado por el docente..... | 42 |
| Figura 3. Estructura interna de los CED..... | 42 |
| Figura 4. <i>Storyboard</i> para el video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon..... | 43 |
| Figura 5. Paleta de colores para los CED..... | 44 |
| Figura 6. Diseño del logo..... | 45 |
| Figura 7. Mapa de sitio web..... | 47 |
| Figura 8. Prueba piloto del Contraste no paramétrico de Wilcoxon..... | 48 |
| Figura 9. Diseño final de una escena del CED del Contraste no paramétrico de Wilcoxon..... | 59 |
| Figura 10. Diseño para consulta en teléfonos inteligentes del sitio web responsivo..... | 59 |
| Figura 11. Menú de sitio web para consulta en teléfonos inteligentes..... | 60 |
| Figura 12. Diseño de sitio web para su consulta en otros dispositivos..... | 60 |
| Figura 13. Resumen global de valores perdidos..... | 61 |
| Figura 14. Diagrama de caja para variables género y promedio de calificación..... | 63 |
| Figura 15. Habilidades y destrezas de los participantes..... | 64 |
| Figura 16. Calificación final de la asignatura de acuerdo al género del participante..... | 64 |
| Figura 17. Posesión de dispositivos portátiles..... | 65 |
| Figura 18. Tipo de conectividad..... | 65 |
| Figura 19. Principales distractores identificados por los participantes..... | 68 |
| Figura 20. Evaluación por dimensiones..... | 70 |
| Figura 21. Ideas principales sobre el desagrado del uso de CED..... | 79 |
| Figura 22. Ideas principales sobre el agrado del uso de CED..... | 80 |

Capítulo 1. Introducción

En la actualidad, se ha integrado el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a los procesos de enseñanza y aprendizaje (Ally y Prieto-Blázquez, 2014; Cacheiro, 2018; Lores, Sánchez y García, 2018; Unesco, 2013a, 2013b, 2013c). Dentro de la variedad de tecnologías, se ha mostrado mayor interés por los dispositivos portátiles, siendo los teléfonos inteligentes o *smartphones* los más utilizados por estudiantes (García, 2018; Gutiérrez-Rentería, Santana-Villegas y Pérez-Ayala, 2017; Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2018).

La conectividad de estos últimos, facilita el acceso a diversas fuentes de información que proporcionan a los estudiantes nuevas experiencias de aprendizaje en cualquier lugar y momento (Deshpande, Mangalwede y Dandannavar, 2018). Sin embargo, no todos los contenidos están diseñados con base en una propuesta didáctica que facilite o apoye el aprendizaje de los estudiantes (Velarde, Dehesa, López y Márquez, 2017), además de que el diseño de contenidos, ya sean audiovisuales o textuales, no siempre es el ideal para su visualización en teléfonos inteligentes.

En el presente trabajo se propuso el desarrollo de contenidos educativos digitales para su acceso en teléfonos inteligentes. Para fines de esta investigación, se denominó a los contenidos educativos digitales como los materiales gráficos, textuales y audiovisuales diseñados para su consulta en dispositivos portátiles tales como computadoras portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes, siendo estos últimos lo de mayor interés para este estudio (Aguado, Martínez y Cañete-Sanz, 2015; Chiappe, 2016; Hernández, Ramírez-Martinell y Cassany, 2014).

Dichos contenidos fueron desarrollados con base en el modelo de diseño instruccional de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación [ADDIE]. Se incluyeron segmentos de video, imágenes e hipertexto que abordaron el tema de los estadísticos no paramétricos de la clase de Estadística Inferencial de la licenciatura en Psicología de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). A partir de la implementación de estos contenidos educativos digitales, se recuperó la percepción de los estudiantes con la finalidad de mejorar el desarrollo de estos materiales.

Mediante esta investigación se aportó información sobre las consideraciones pedagógicas, tecnológicas y del diseño de contenidos educativos digitales para su mediación en teléfonos inteligentes en futuros desarrollos.

1.1 Planteamiento del problema

Los dispositivos móviles son aquellos que cuentan con capacidad digital y multimedia, son portables y permiten procesos de comunicación y acceso a Internet, además de ser de uso personal y facilitar un gran número de tareas (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2013a).

Dentro de los dispositivos móviles se destacan los teléfonos inteligentes debido a que suelen ser los más utilizados. En México, dos de cada tres usuarios de telefonía móvil poseen teléfonos inteligentes (INEGI, 2018). Este tipo de dispositivo posee como principal característica el acceso a Internet, así como el uso de distintas aplicaciones para el manejo, creación y edición de imagen, video y audio para su divulgación a través de distintas redes (Gutiérrez-Rentería, Santana-Villegas y Pérez-Ayala, 2017; Vázquez- Cano y Sevillano, 2015). Estos atributos permiten crear oportunidades de aprendizaje en contextos móviles ya que facilitan el acceso a diversos contenidos en cualquier lugar y momento.

A través de la conectividad a Internet de estos dispositivos, los estudiantes pueden acceder a una variedad de contenidos educativos (Deshpande, Mangalwede y Dandannavar, 2018). Sin embargo, estos no siempre incorporan estrategias didácticas que faciliten o apoyen su aprendizaje (Velarde, Dehesa, López y Márquez, 2017), además, de no ser concebidos para su visualización en un teléfono inteligente.

Mediante la revisión de literatura relacionada con dispositivos móviles y su uso didáctico en educación superior (Herrera, Sanz y Fennema, 2013), se observa una escasez de información en torno a las consideraciones pedagógicas utilizadas para el desarrollo de contenidos educativos diseñados para su consulta en teléfonos inteligentes. Aunado a esto, en el aspecto técnico se resalta la inexistencia de un estándar sobre la extensión o tamaño de la información que se despliega en los contenidos educativos en estos dispositivos, aunque se reconoce que son considerablemente menores a los ideados para computadoras portátiles o tabletas (Chiappe, 2016).

Esta falta de información se presenta como una problemática en cuanto a la carencia de señalamientos que orienten la creación de contenidos educativos digitales para implementar el uso de las TIC en sus cursos y/o procesos de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, será necesario identificar las estrategias didácticas que deben utilizarse para lograr que dichos contenidos ofrezcan experiencias de apoyo al aprendizaje.

Por otra parte, el aprendizaje de Estadística conlleva un grado de dificultad que en ocasiones puede confundir a los estudiantes debido al lenguaje empleado, conceptos, métodos de enseñanza del docente, el conocimiento o habilidades previas de los estudiantes (Zapata, 2011). Uno de los temas estadísticos que frecuentemente presentan dificultades a nivel procedimental y conceptual es el estudio de los estadísticos de orden (Batanero, 2001). El estudio de los estadísticos de orden son la base de los métodos no paramétricos, tema que es de interés para su abordaje en los contenidos educativos digitales de este estudio. Asimismo, Batanero y Borovenik (2016) mencionan el rol importante de la tecnología como un apoyo didáctico y dinámico.

Al ser estas algunas de las principales problemáticas en el aprendizaje de Estadística, en la presente investigación consideraron tales aspectos para la elaboración de los contenidos educativos digitales.

1.2 Preguntas de investigación

Con base en lo anterior, se generaron las siguientes interrogantes para lograr el desarrollo de los contenidos educativos digitales:

- *¿Cuáles son las principales características que debe tener un diseño instruccional para la elaboración de contenidos educativos digitales para su mediación en teléfonos inteligentes?*
- *¿En qué medida la disposición de contenidos educativos digitales en teléfonos inteligentes facilita el aprendizaje?*
- *¿Cuáles son las principales ventajas y limitaciones de utilizar contenidos mediados por teléfonos inteligentes según la opinión de los estudiantes?*

1.3 Objetivos de investigación

Con la finalidad de aportar información en torno a las preguntas de investigación, se estableció como objetivo general:

Desarrollar contenidos educativos digitales basados en un diseño instruccional que considere elementos gráficos y audiovisuales para su consulta en teléfonos inteligentes como apoyo pedagógico de un tema del curso formal de Estadística Inferencia de la licenciatura en Psicología de la UABC.

Asimismo, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las especificaciones de diseño instruccional para el desarrollo de contenidos educativos digitales ideados para su consulta en teléfonos inteligentes.
- Identificar las ventajas y limitaciones de este tipo de apoyo didáctico según la opinión de los estudiantes.

1.4 Justificación

En México, la incorporación de las TIC en el proceso educativo ha sido tema de interés expresado como uno de los objetivos en educación nacional a alcanzar (Presidencia de la República, 2013). Existe un reconocimiento de los beneficios que representa la inserción de las TIC en la educación, el cual se ve reflejado en el Programa Sectorial de Educación (Secretaría de Educación Pública, 2013).

Esto surge a partir de un contexto internacional en el que se promueve el uso de las tecnologías y la adecuación de estrategias didácticas para propiciar oportunidades de aprendizaje en contextos de movilidad (Chiappe, 2016; Unesco, 2013b). Bajo este contexto, se ha hecho énfasis en la creación, adaptación e implementación de contenidos educativos digitales para su consulta a través de dispositivos tecnológicos que los estudiantes portan en todo momento y lugar (Chiappe, 2016).

En diversas investigaciones se ha abordado los beneficios del uso de contenidos educativos digitales, sin embargo, se tiene poca información sobre el proceso de creación de estos materiales para su mediación en teléfonos inteligentes (Neri, Noguez, Morales y Aguilar,

2016; Basantes, Naranjo, Gallegos y Benítez, 2017). Esta investigación proporciona un marco de referencia actual debido a que algunas de las consideraciones para el desarrollo de estos materiales datan de fechas donde las características de los dispositivos limitaban aspectos de resolución de la pantalla, tamaño y duración del video (Enrico, Casanova, Enrico y Bossolasco, 2017).

Actualmente los estudiantes de educación superior en México tienen mayor acceso a Internet y a tecnologías actuales en materia de telefonía móvil (INEGI, 2018). Asimismo, se reporta que las actividades más frecuentes en el uso del Internet están relacionadas con la búsqueda de información, entretenimiento, comunicación, acceso a contenidos audiovisuales, entre otras. Aunado a la popularidad del uso de teléfonos inteligentes, se consideró en esta investigación aprovechar este dispositivo para crear contenidos educativos digitales en formato audiovisual ya que es una de las principales actividades con el uso del Internet en nuestro país.

En el contexto de la UABC, la mayoría de la comunidad universitaria cuenta con teléfonos inteligentes (Organista-Sandoval, Sandoval, McAnally y Lavigne, 2016) por lo que se consideró una oportunidad para el aprovechamiento de los recursos tecnológicos que poseen tanto estudiantes como docentes.

Además de la utilidad teórica que aporte esta investigación, se pretendió proporcionar un beneficio a la comunidad universitaria ya que los contenidos educativos digitales desarrollados podrán usarse como un material de apoyo didáctico para futuras generaciones. Esta investigación funge como apoyo para futuros estudios que requieran de información acerca de los usos pedagógicos de dispositivos portátiles, así como de las consideraciones técnicas y de diseño instruccional necesarios para el desarrollo de contenidos educativos digitales.

Capítulo 2. Marco de referencia

Este capítulo contiene los aspectos teóricos que guiaron a esta investigación, así como el lenguaje técnico utilizado para el desarrollo de los instrumentos. Se ha dividido en cuatro secciones:

- Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) relacionadas con el proceso educativo;
- conceptos y características del diseño instruccional seleccionado para el desarrollo de una experiencia de aprendizaje con mediación a través de dispositivos portátiles;
- consideraciones sobre los contenidos educativos digitales y finalmente;
- las experiencias internacionales, nacionales y regionales en torno a investigaciones relacionadas con la temática aquí expuesta.

2.1 Las Tecnologías de Información y Comunicación en el proceso educativo

Las TIC han tomado un gran protagonismo en los procesos educativos, algunas organizaciones internacionales ven en estas tecnologías oportunidades para contribuir con el acceso universal a la educación y mejorar los procesos educativos (Unesco, 2013a, 2013b, 2013c). Dentro de la gama de oportunidades que favorecen a la educación por medio de recursos tecnológicos (Cebrián, 2011; Basantes, Naranjo, Gallegos y Benítez, 2017; Yáñez, Okada y Palau, 2015), se encuentra el aprendizaje móvil (Unesco, 2013c).

El aprendizaje móvil o *m-learning*¹ es el tipo de aprendizaje que se apoya en los dispositivos tecnológicos portátiles para acceder o almacenar información sin importar la ubicación física de la persona (Herrera, Sanz y Fennema, 2013; Unesco, 2013a, 2013b). El proceso de aprendizaje se da a través de la recuperación y análisis de la información, además de la comunicación, interacción y colaboración en redes (Herrera, Sanz y Fennema, 2013). Asimismo, Ally y Prieto-Blázquez (2014) aseguran que el estudiante es el factor clave en el aprendizaje móvil, ya que es quien posee la capacidad de movilidad y es a través de la tecnología que podrá aprender en cualquier contexto.

¹ *Mobile learning.*

El aprendizaje móvil ofrece beneficios de tipo cognitivo, social y de mejora a las prácticas de enseñanza. Los beneficios descritos como cognitivos refieren a aquellos procesos donde se favorece la adquisición de habilidades de investigación y de construcción de conocimiento, así como el desarrollo de pensamiento crítico y creativo en contextos informales².

Los beneficios sociales consideran a aquellos que permiten el desarrollo del individuo con fines de inclusión social o inserción laboral. Para la Unesco (2013a) el aprendizaje móvil atiende a los objetivos planteados en la iniciativa de Educación para Todos. Esta iniciativa surge como un compromiso mundial que intenta ofrecer acceso a una educación básica de calidad a niños, jóvenes y adultos. Debido a este compromiso, la Unesco promueve el aprendizaje móvil como estrategia para la atención de problemas relacionados con el acceso a la educación.

Algunos beneficios sociales que menciona la Unesco (2013a) están relacionados con el mayor alcance e igualdad de oportunidades en la educación. Este aspecto se refiere al difícil acceso a las instituciones escolares en comunidades marginadas, donde el uso de dispositivos móviles puede apoyar las necesidades de atención inmediata entre alumno y docente. Para la educación superior, la Unesco (2013c) sostiene que: “[El aprendizaje móvil] podría hacer bajar los costos [de la educación superior] y a la vez mantener o mejorar la calidad” (p. 33).

Además, los beneficios que aporta el uso de las TIC a las prácticas de enseñanza son la capacidad de respuesta y evaluación inmediata, favorecer el aprendizaje personalizado y el empleo productivo del tiempo en el aula (Unesco, 2013b). Este último aspecto ha sido abordado por el modelo del Aprendizaje invertido, el cual funciona mediante el trabajo en casa con dispositivos móviles que permitan la revisión de conceptos de la asignatura, dejando el tiempo del aula para abordar los aspectos sociales del aprendizaje (García- Barrera, 2013; Martínez-Olvera, Esquivel-Gómez y Martínez, 2014).

Por otra parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2010) menciona que el beneficio social de la implementación del uso de las TIC en la educación aporta habilidades requeridas en el campo laboral actual. La OCDE menciona que: “Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones han probado ser una de las herramientas con

² Los contextos informales de aprendizaje se desarrollan dentro de otros procesos sociales fuera del contexto educativo (Landín, Francisco y Santiago, 2015; Martín, 2014; Yáñez, Okada y Palau, 2015).

mayor potencial para generar desarrollo económico en los países y bienestar para sus habitantes” (párr. 2). Mediante los beneficios expuestos en este apartado, se aprecian los distintos contextos sociales en los que las TIC pueden apoyar a la educación, además, se observa el uso de redes de comunicación y de recuperación de información como apoyo al aprendizaje.

2.1.1 Los dispositivos portátiles

Ante la amplitud semántica de las TIC, la Unesco ofrece una caracterización de los dispositivos móviles. Para esta organización, los dispositivos móviles deberán contar con capacidad digital y multimedia, permitir procesos de comunicación, portabilidad y acceso a internet, además de ser de uso personal y facilitar el cumplimiento un gran número de tareas (Unesco, 2013a).

Aunado a esta caracterización, Quinn (2012, citado en Herrera, Sanz y Fennema, 2013) menciona que los dispositivos móviles son aquellos que cuentan con un procesador y memoria integrada, un sistema operativo, soportan aplicaciones, proveen comunicación con el usuario a través de audio, pantalla táctil, entradas físicas; conexión a Internet y puede recuperar información del ambiente mediante cámaras, micrófonos o localizadores de posición.

Para el presente trabajo de investigación se recurre a ambas definiciones de los dispositivos portátiles, ya que en conjunto describen las funciones actuales de dicha tecnología. Con esta postura, se consideran como algunos de los dispositivos portátiles las tabletas, reproductores MP3, teléfonos inteligentes y computadoras portátiles (Unesco, 2013b).

2.1.2 Características de los teléfonos inteligentes

Las principales características de los teléfonos inteligentes son el acceso a Internet, así como la descarga y el uso de distintas aplicaciones, manejo, creación y edición de imagen, video y audio para su divulgación a través de distintas redes de comunicación (Gutiérrez-Rentería, Santana-Villegas y Pérez-Ayala, 2017; Vázquez-Cano y Sevillano, 2015).

Respecto al nombre que se le ha otorgado a este dispositivo, Morales (2012) menciona que el término *smartphone* tiene fines comerciales. Para este autor los teléfonos móviles pueden instalar programas o aplicaciones que mejoran las características del dispositivo tales como el procesamiento de datos y la conectividad. Sin embargo, lo que hace inteligente a un teléfono es

la posibilidad de crear y no sólo recibir información, además de una serie de características como la pantalla táctil, acceso a Internet y programas de navegación. Asimismo, autores como Molina, R. y Gallardo, J. (2012) y Organista-Sandoval y Serrano-Santoyo (2011) agregan la velocidad de procesamiento, la función de multitareas, el uso de programas para edición de texto, la organización de archivos y el uso de un sistema operativo.

Una de las principales limitantes en estos dispositivos es el precio de la conectividad. En México, 89% de las personas que poseen un teléfono inteligente se conecta a Internet (INEGI, 2018). Dentro de este porcentaje, únicamente 81% se conecta a través de una red de datos y 19% restante se conecta a través de una red WiFi³. En nuestro país, el costo de la conectividad para dispositivos portátiles oscila entre \$200 a \$1400 pesos en compañías telefónicas como Telcel (2017), Movistar (2017), AT&T (2017) y Unefon (2017), de acuerdo a los precios mostrados en sus páginas de Internet para agosto de 2017.

Además de la conectividad, los teléfonos inteligentes están diseñados para su portabilidad, por lo que el tamaño de sus pantallas es reducido. A pesar de que la resolución de la imagen ha mejorado en los últimos años, existen contenidos para los que se dificulta una prolongada visualización como es el caso de los textos. El tamaño y tipo de letra que se utiliza en documentos y/o en algunos sitios de internet puede dificultar la lectura. En el caso de los sitios de Internet, esta cuestión podría dificultar la navegación del usuario.

2.1.3 Los teléfonos inteligentes como herramientas pedagógicas

Los teléfonos inteligentes se muestran como una herramienta de apoyo a los procesos educativos. Muchas de las funciones y características de estos dispositivos propician la comunicación, recuperación de información y colaboración en redes (Herrera, Sanz y Fennema, 2013), además de que su portabilidad se presenta como una oportunidad para acceder a la información en cualquier momento y lugar.

Al ser en principio un teléfono celular, su función principal es la posibilidad de comunicación en cualquier lugar. Aunque en un inicio las posibilidades de comunicación de los teléfonos celulares eran realizar llamadas telefónicas, en la actualidad se puede establecer

³ Conexión inalámbrica.

comunicación a través de aplicaciones de mensajería instantánea como *WhatsApp*, *Messenger*, *Line*, *Telegram*, entre otros. Estas aplicaciones permiten el envío de texto, imágenes, archivos, grabaciones de audio, video, llamadas por voz y videollamadas.

No obstante, ante los beneficios descritos anteriormente, también se considera al uso de dispositivos móviles como distractores dentro del aula. En ese contexto, los teléfonos inteligentes se pueden orientar a actividades de entretenimiento como el uso de mensajería instantánea, redes sociales y juegos que distraigan al estudiante del contenido de la clase (Landín, Francisco y Santiago, 2015). Debido a que existen diversas posturas respecto a los fines con que se utilizan las TIC, en ocasiones se llega a limitar o prohibir su uso dentro de las aulas. Estas medidas suelen ser incongruentes con lo ideado en políticas públicas de fomento a la tecnología educativa y el reconocimiento del uso de dispositivos portátiles como un apoyo para la educación (Chiappe, 2016).

Sin embargo, para Díaz, Saucedo, Salinas y Jiménez (2014) los estudiantes tienen un papel crucial para cambiar las prácticas que limitan o prohíben a las TIC dentro del aula, ya que ellos pueden contribuir a que se acepten los dispositivos móviles mediante el uso responsable de los mismos. De esta manera se evitará que sean un distractor para los procesos de aprendizaje, ya que con una orientación y uso adecuado se pueden explotar los beneficios antes mencionados.

2.2 Diseño instruccional para experiencias de aprendizaje con mediación de dispositivos portátiles

En la creación de cualquier contenido educativo se presentan procesos que guían la elaboración de lecciones o módulos de aprendizaje a través de distintos modelos de diseño instruccional. En este apartado se abordan las especificaciones requeridas para la elaboración de contenidos educativos diseñados para teléfonos inteligentes a través de la selección de un modelo de diseño instruccional.

2.2.1 Conceptualización del diseño instruccional

El diseño instruccional es un proceso de planificación de resultados, selección de estrategias para la enseñanza-aprendizaje, elección de tecnologías relevantes, identificación de medios educativos y medición del desempeño del estudiante (Branch y Kopcha, 2014; Moreno,

Contreras, Gómez y Martínez, 2014). Dicho proceso ha sido utilizado para la producción de cursos, módulos, unidades didácticas, objetos de aprendizaje o cualquier otro recurso educativo para su uso en forma presencial o en línea (Agudelo, 2009). La producción se basa en teorías del aprendizaje que sustentan desde la construcción de los objetivos de aprendizaje hasta la evaluación del cumplimiento de los mismos (Velarde, Dehesa, López y Márquez, 2017).

Este proceso permite detallar las actividades relacionadas con el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de propuestas formativas. El recurrir a un modelo de diseño instruccional facilita la labor de los agentes involucrados en la producción, gestión y ejecución de los materiales, los cuales deberán adecuarse a las necesidades de la institución y de los estudiantes para asegurar la calidad del aprendizaje (Agudelo, 2009; Moreno, Contreras, Gómez y Martínez, 2014).

De acuerdo con Belloch (2013) existen diversos modelos de diseño instruccional:

- Modelo de Gagné⁴, en el cual se consideran teorías de estímulo y respuesta para el estudiante y modelos de procesamiento de información;
- ASSURE⁵, modelo desarrollado por Heinich, Molenda, Russell y Smaldino, quienes retoman los eventos de instrucción de Gagné en su propuesta;
- Modelo de Dick y Carey⁶, basado en la premisa de la relación entre un estímulo y respuesta, siendo el estímulo los materiales didácticos y la respuesta el aprendizaje de los materiales;
- Modelo ADDIE⁷, es considerado un proceso de diseño instruccional interactivo, ya que su fase de evaluación permea en las fases anteriores para la mejora del proceso.

⁴ Gagné consideraba diez funciones clave para el logro del aprendizaje: 1) Estimular la atención y motivar; 2) dar información sobre los resultados esperados; 3) estimular el recuerdo de los conocimientos y habilidades previas; 4) presentar el material a aprender; 5) guiar y estructurar el trabajo; 6) provocar la respuesta; 7) proporcionar retroalimentación; 8) promover la generalización del aprendizaje; 9) favorecer el recuerdo; y 10) evaluar la realización.

⁵ Acrónimo de sus fases: *Analyze learners, State Objectives, Select media and materials, Utilize media and materials, Require learner participation, Evaluate and revise.*

⁶ Fases del modelo de Dick y Carey: 1) Identificar la meta instruccional, 2) Análisis de la instrucción, 3) Análisis de los estudiantes y del contexto, 4) Redacción de objetivos, 5) Desarrollo de instrumentos de evaluación, 6) Elaboración de la estrategia instruccional, 7) Desarrollo y selección de los materiales de instrucción, 8) Diseño y desarrollo de la evaluación formativa, 9) Diseño y desarrollo de la evaluación sumativa y 10) Revisión de la instrucción.

⁷ Del acrónimo de sus fases: *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation.*

Existen similitudes en las etapas en estos modelos, ya que la mayoría coincide en una primera etapa de identificación de necesidades tanto del estudiante como del contexto del aprendizaje. Para la presente investigación se eligió el modelo ADDIE, el cual se describe a continuación.

2.2.2 El diseño instruccional ADDIE

Dentro de los modelos de diseño instruccional presentados destaca el modelo ADDIE, el cual es considerado genérico ya que sus fases son esenciales en un diseño instruccional, estas se interrelacionan permitiendo su adecuación para el logro de la instrucción (Belloch, 2013; Morales-González, Edel-Navarro y Aguirre-Aguilar, 2014; Moreno, Contreras, Gómez y Martínez, 2014; Soto, 2013). En la Tabla 1 se presenta una breve descripción de las acciones que se realizan en cada fase del modelo ADDIE.

Tabla 1.
Descripción de fases del modelo de diseño instruccional ADDIE

| Fase | Acciones |
|-----------------------|---|
| Análisis | Definición del problema Examinar las limitaciones del proyecto Identificación de necesidades de los estudiantes Determinar los objetivos |
| Diseño | Plantear la estrategia para el desarrollo de la instrucción Definir el orden de contenido Planificación de actividades Recursos tecnológicos a utilizar Formas de evaluación |
| Desarrollo | Elaboración de los contenidos, actividades y formas de evaluación |
| Implementación | Pilotaje de los contenidos Entrega de los contenidos a los estudiantes Verificación de la eficacia y eficiencia de los materiales y el logro del aprendizaje |
| Evaluación | Formativa: Presente durante todas las fases anteriores. Se verifican los logros y los ajustes antes de la versión final Sumativa: Realizada al final del proceso. Se verifica si se alcanzó lo esperado. |

Nota: Retomado de Domínguez, Organista y López (2018).

Para este trabajo de investigación, se retoman las fases del modelo ADDIE y se sigue un proceso de desarrollo de contenidos educativos digitales para su mediación en teléfonos inteligentes, por lo cual, a continuación, se describen las principales características identificadas en la revisión de la literatura.

2.2.3 Características de un diseño instruccional mediado por teléfonos inteligentes

Ante el auge educativo que propone el uso de teléfonos inteligentes como apoyo a los procesos de enseñanza- aprendizaje; Contreras, Herrera y Ramírez (2009), Elias (2011) y Wang y Shen (2011) han propuesto principios que guían la elaboración de contenidos para teléfonos inteligentes. Dichos autores abordan el diseño instruccional a través de las dimensiones asociadas a los elementos pedagógicos, tecnológicos y del diseño. Estas suelen tomarse en cuenta para describir procesos de aprendizaje móvil, aunque con diferentes descriptores -interfaz, hardware y diseño pedagógico- (Sánchez, Olmos y García-Peñalvo, 2014). En la Tabla 2, se presentan las variables a los elementos mencionados.

Tabla 2.
Elementos pedagógicos, de diseño y tecnológicos para la elaboración de contenidos educativos digitales

| Dimensión | Elementos |
|--------------------|--|
| Pedagógica | <ul style="list-style-type: none"> • Teoría del aprendizaje multimedia basada en que las personas tienen un mayor aprendizaje a través de la exposición a palabras e imágenes (Mayer, 2011). • Uso adecuado de audio, textos y animaciones para evitar saturar de información al estudiante (Clark & Mayer, 2016; Mayer, 2005). • Personalizar la comunicación entre el estudiante y el instructor (Ginns, Martín y Marsh, 2013; Mayer, Fennell, Farmer y Campbell, 2004). |
| Tecnológica | <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las principales características de un teléfono inteligente (Gutiérrez-Rentería, Santana-Villegas y Pérez-Ayala, 2017; Vázquez-Cano y Sevillano, 2015). • Diseñar para los dispositivos más utilizados considerando la variedad de sistemas operativos, acceso y velocidad de Internet, pantallas reducidas, batería y memoria limitada (Elias, 2011; Lee y Salman, 2012; Wang y Shen, 2011). • Codificación de los videos en formato H.264, también conocido como MPEG-4 AVC debido a que es el formato estándar de compresión para videos en Internet (Moldovan, Ghergulescu y Muntean, 2014a). |
| Diseño | <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de materiales audiovisuales educativos (Moldovan, Ghergulescu y Muntean, 2014b). • La influencia de la estética del diseño en la disposición de aprendizaje (David y Glore, 2010; Correa, 2014). • Elementos de diseño para lograr un recurso virtual de calidad: resolución del video, uso adecuado de la tipografía, colores que contrasten, imágenes de apoyo, tiempo de duración (Contreras, Herrera y Ramírez, 2009). |

Nota: Retomado de Domínguez, Organista y López (2018).

A continuación, se describen dichas dimensiones, así como lo expuesto por los autores que representan cada una de estas.

a) Elementos pedagógicos

Esta dimensión considera el uso de los dispositivos portátiles para proveer contenidos cortos y condensados cuya información sirva como guías de estudio o aborden puntos clave de las temáticas a revisar a través de textos, videos e imágenes. La teoría del Aprendizaje multimedia propuesto por Mayer (2011) se basa en la aseveración de que las personas tienen un aprendizaje más profundo a través de la exposición a palabras e imágenes en comparación de aquel que utiliza únicamente palabras.

Mayer (2005) propone una serie de recomendaciones a partir de los datos obtenidos en sus investigaciones con el uso de materiales audiovisuales para la enseñanza. Una de las principales características identificadas en su trabajo es el evitar saturar al estudiante a través de textos y animaciones simultaneas, para esto, se sugiere el uso de audio para explicar o complementar a la imagen que se muestra.

Respecto a los elementos visuales, Mayer y Moreno (2003) mencionan que existe una mayor transferencia de aprendizaje cuando se proporcionan conceptos a través del canal auditivo que si se presentan dichos conceptos en formato textual en una pantalla. También recomiendan que los estudiantes tengan un primer acercamiento a conceptos o vocabulario que se utilizará en los distintos segmentos audiovisuales, ya que esto les permitirá una mejor comprensión de lo expuesto. Sobre el uso de gráficos, se especifica el uso de textos cercanos al área que se intenta explicar en una gráfica, esto con la finalidad de reducir el escaneo visual de los estudiantes. Esta recomendación evitará que el estudiante se distraiga buscando la información especificada en el audio.

Para Mayer, Fennell, Farmer y Campbell (2004) el personalizar la comunicación entre el estudiante y el narrador de los videos aumenta el interés por aprender de los estudiantes. Esta sugerencia puede ser abordada con el simple hecho de modificar en el discurso a la persona gramatical: la segunda persona en singular (tú). El trato personal en textos educativos también ha sido estudiado por Ginns, Martín y Marsh (2013) quienes argumentan que un estilo conversacional promueve un aprendizaje más profundo en comparación con aquellos textos que utilizan un lenguaje formal.

Además, Renkl (2011) menciona que en la educación universitaria es común el uso de conceptos o principios abstractos que son enseñados a los estudiantes sin proveer oportunidades para que estos puedan aplicar este conocimiento. Renkl considera que a los estudiantes se les dificulta la aplicación de los conceptos en la resolución de problemas complejos, por lo que propone la resolución de ejemplos como un método apropiado para la instrucción.

Los contenidos educativos digitales propuestos en esta investigación giran en torno a un tema de estadística inferencial. Las recomendaciones antes expuestas, son oportunas para el desarrollo del material ya que se ofrecen conceptos y la resolución de problemas a través de un material audiovisual con el objetivo de propiciar el aprendizaje de los estudiantes con base en la teoría desarrollada por estos autores.

b) Elementos del diseño

Algunos señalamientos sobre esta variable abordan la duración de los contenidos audiovisuales y concuerdan en que estos deben ser breves. Entre las razones que justifican su corta duración está la capacidad de memoria limitada y/o acceso a una red que permita la reproducción de los videos sin interrupción. Sin embargo, es difícil precisar un límite de tiempo de duración de los contenidos audiovisuales, aunque generalmente, se ubican en un máximo de 5 a 8 minutos (Shen, Wang, Gao, Novak y Tang, 2009).

David y Glore (2010) mencionan que el componente estético del diseño y la plataforma tiene un gran impacto en la percepción de los usuarios en cuanto a la información que se les presenta, en la disposición de aprendizaje y la valoración de los materiales en cuanto a credibilidad y usabilidad⁸. Algunas investigaciones (Glore, 2010 y Scribner, 2007, citados en David y Glore, 2010) reportan que la estética de un curso tuvo un rol importante en la motivación de los participantes para continuar en un curso en línea. Se reportó que el uso de gráficos, el diseño de la página y la facilidad de uso fueron los elementos que más apreciaron los estudiantes. Por lo tanto, la importancia de involucrar cualidades estéticas en el desarrollo de materiales educativos es fundamental.

⁸ Anglismo de la palabra inglesa *usability*. Es utilizada en temas informáticos y refiere a la facilidad con que un usuario puede utilizar una herramienta.

c) Elementos tecnológicos

Esta variable se refiere a las aplicaciones y servicios que brindan los dispositivos móviles. Elías (2011) ofrece una adecuación de su trabajo en educación a distancia para crear recomendaciones para la implementación de un diseño instruccional universal en teléfonos celulares. Sus observaciones consideran la variedad de teléfonos inteligentes existentes y la adaptación de contenidos educativos para su acceso en cualquier dispositivo. Además, recomienda el uso del sistema de nube o sitios de almacenamiento gratuitos para compartir los materiales aprovechando el servicio de conectividad que poseen los teléfonos inteligentes.

Por su parte, Wang y Shen (2011) mencionan que, ante la constante evolución de los dispositivos móviles, se debe elaborar un contenido diseñado para su acceso en los teléfonos más utilizados, aunque estos no sean los más actuales en el mercado. Ante la problemática que representa la diversidad de equipos y tamaños de dispositivos para el desarrollo de materiales audiovisuales, Moldovan, Ghergulescu, y Muntean (2014a) proponen recomendaciones para la codificación de estos materiales para su uso en las distintas resoluciones de pantalla. Se menciona un rango de píxeles⁹ que van desde 240 píxeles para los dispositivos con menor resolución y 3840 píxeles para los dispositivos que cuentan con mayor resolución de imagen¹⁰.

Sin embargo, el interés principal de esta investigación es proponer un diseño para que los contenidos educativos puedan visualizarse en cualquier teléfono inteligente, para lo cual se recurre al apoyo de programas de codificación que permitan la adaptación de los materiales en distintos dispositivos.

Con base en las fases del diseño instruccional ADDIE, a continuación, se presentan algunas de las consideraciones para el desarrollo de los contenidos educativos digitales para esta investigación:

I. Análisis

En esta etapa se revisan el contexto, el contenido, la estrategia didáctica a utilizar, la herramienta tecnológica a través de la cual se proporcionarán los contenidos, las necesidades de

⁹ Elemento más pequeño de una imagen digital (Real Academia Española, 2005).

¹⁰ Tecnología de resolución 4K, también conocida como *Ultra High Definition (Ultra HD)*.

los estudiantes, las formas de evaluación, entre otros aspectos. Para el análisis del contexto se revisaron los recursos tecnológicos disponibles en la Institución y en posesión de los estudiantes, así como el equipo de recursos humanos que apoyará en la elaboración de los materiales. La UABC cuenta con redes inalámbricas gratuitas para los estudiantes, a la cual pueden acceder a través de sus dispositivos tecnológicos o en las diversas salas de cómputo que se encuentran en las instalaciones de la universidad.

Respecto al contenido, se revisó la carta descriptiva de la materia de Estadística inferencial y se identificaron los aspectos en los que este desarrollo podría favorecer la adquisición de las competencias esperadas del curso. Asimismo, se consideraron las necesidades expuestas por el docente en materia del nivel de complejidad de los temas y el beneficio que representaría proporcionar un material audiovisual para el apoyo de la enseñanza.

La estrategia didáctica que se seleccionó para la experiencia de aprendizaje diseñada en este trabajo de investigación fue el Aprendizaje invertido. Esta estrategia permitiría el uso de los contenidos educativos digitales en un curso presencial. Por otra parte, la herramienta tecnológica que es de interés para esta investigación fue el teléfono inteligente, que como se ha mencionado anteriormente, su uso requiere de ciertas especificaciones en diseño para el uso adecuado de contenidos educativos digitales.

II. Diseño

En esta fase se plantea la estrategia didáctica, la delimitación de los objetivos del aprendizaje, la división y ordenamiento de los contenidos, la planeación de las actividades y evaluaciones, así como la identificación de los recursos tecnológicos o audiovisuales a utilizar. También se conforma el equipo de trabajo, en condiciones ideales se debe considerar el apoyo del docente para definir el contenido a desarrollar, así como de diseñadores gráficos e instruccionales, sin embargo, esto no siempre es posible por cuestiones de presupuesto u otras razones, las cuales deben tenerse en cuenta en la etapa anterior correspondiente al análisis.

Para los contenidos audiovisuales, se define el tipo de gráficos y colores a utilizar en su desarrollo. Estos deben ser adecuados para su visualización en las pantallas de los teléfonos inteligentes, donde el reflejo de la luz puede descartar el uso de colores claros o pastel y favorecer el uso de colores oscuros con letras blancas que contrasten y resalten la información.

Para los gráficos de apoyo, como lo son los esquemas o tablas, se propone el tipo de letra a emplear, así como establecer el tamaño de la imagen, ya que estas deben ser reducidas para evitar que su carga en los dispositivos sea lenta. También se pueden diseñar imágenes animadas a través del formato GIF¹¹, que representen procesos cortos de resolución de algún concepto de apoyo a la temática.

Considerando la variedad de dispositivos móviles existentes, se propuso el diseño de una página web que contenga los contenidos educativos digitales debido a que ofrece la información sin necesidad de que el usuario la descargue en su dispositivo. Esto evitará contratiempos de capacidad de memoria o de problemas de visualización generados por el sistema operativo de los dispositivos de los estudiantes. Se optó por la creación de un sitio web responsivo o *responsive web design*. Este concepto hace referencia a sitios web diseñados para su visualización indistinta al dispositivo con que se acceda (Hussain y Mkpojiogu, 2015).

El diseño del sitio web responsivo desarrollado en esta investigación corresponde a un diseño *skeuomimalistic*. Este neologismo, el cual no tiene un equivalente en español, surge a partir de la fusión de dos corrientes de diseño gráfico de páginas web: el esqueumorfismo y los diseños gráficos planos o *flat designs*. El esqueumorfismo es un tipo de diseño que intenta imitar la apariencia de objetos o sensaciones físicas a través de un diseño icónico (Nieto, 2015). Este tipo de diseño requiere detalles tanto sonoros como gráficos que ayuden al usuario a reconocer funciones que se han visto reemplazadas por las nuevas TIC, un ejemplo de ello es el sonido del obturador de las cámaras de los teléfonos inteligentes.

Por otra parte, el *flat design* está basado en el principio de limpiar la interface de todo recurso visual que contenga texturas, sombras o sensaciones de diferentes planos, lo que convierte a esta corriente de diseño en minimalista (Page, 2014). Los *flat designs* tuvieron su auge con las nuevas versiones de *Iphones*¹², sin embargo, ha sido criticado por la reducción de detalles en su diseño puede llegar a confundir a los usuarios, lo cual problematiza su uso.

Contrastando las ventajas y limitaciones de ambos diseños, surgen los diseños *skeuomimalistics* que brindan un diseño balanceado al retomar en principio a los *flat designs*,

¹¹ *Graphics Interchange Format*.

¹² Teléfono inteligente con sistema operativo iOS.

con la consideración de proporcionar la sensación de otras funciones propias de los diseños esquemorfistas. Debido a las características de los teléfonos inteligentes mencionadas anteriormente, se consideró a los principios de los diseños *skeuminimalistics* para el desarrollo de la página web responsiva.

III. Desarrollo.

En esta etapa se crean los materiales educativos. En el caso de los contenidos audiovisuales, se generan los guiones para audio y los guiones audiovisuales, también llamados *storyboards*, que permitan orientar el desarrollo de los videos (Fernández y Barco, 2009). Además, se recurre al uso de programas de diseño para los contenidos, en este caso se utilizó el sistema de *Adobe Creative Cloud*.

IV. Implementación

En esta etapa se administran los materiales a los estudiantes. Una de las estrategias de implementación es el modelo de Aprendizaje invertido. El origen del Aprendizaje invertido radica en una propuesta realizada por los estadounidenses Bergmann y Sams (2012). Dichos autores publicaron su experiencia con la implementación de materiales audiovisuales proporcionados a los estudiantes para su visualización antes de las clases presenciales. Dicha propuesta fue llamada Aula invertida o *Flipped Classroom*.

No obstante, Bergmann y Sams (2014) detectaron que esta estrategia no garantizaba un aprendizaje centrado en el alumno, sino que el mayor énfasis recaía en la distribución efectiva de materiales educativos. Posteriormente, el concepto se formalizó en una estrategia didáctica llamada Aprendizaje invertido o *Flipped Learning* (Bergmann y Sams, 2014; Seery, 2015). A partir de entonces, han surgido algunas diferencias desde el concepto inicial a la conformación de lo que hoy conocemos como Aprendizaje invertido.

Primeramente, este nuevo concepto refiere a un enfoque pedagógico en el que la Instrucción directa se realiza de manera individual fuera del aula para utilizar el tiempo de dicho espacio para desarrollar actividades de aprendizaje significativo y personalizado (Bergmann y Sams, 2014). Es decir, que se les da mayor importancia a los procesos cognitivos de los estudiantes fuera del ambiente escolarizado de aprendizaje. Dichos procesos requieren que el

estudiante aprenda fuera del aula para atender dudas, ejercicios, evaluaciones, entre otras actividades, durante las clases presenciales (García- Barrera, 2013; Martínez-Olvera, Esquivel-Gómez y Martínez, 2014).

En esta investigación el uso de la estrategia de implementación fue condicionado al uso de los teléfonos inteligentes, esto se debe al interés de explorar las capacidades de movilidad de este dispositivo y su influencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, al considerar aspectos sobre posesión de teléfonos inteligentes en los estudiantes mostrados en estudios anteriores (Organista-Sandoval y Serrano, 2014), se ofrece la alternativa de consultar los contenidos educativos digitales a través de otros dispositivos mediante la página responsiva.

V. Evaluación

Se considera la última etapa, aunque se encuentra en todas las fases anteriores del proceso para identificar si se lograron los objetivos de enseñanza- aprendizaje. En esta etapa se evalúan diversos aspectos como: “la calidad en el contenido, la estructuración del material, las actividades, la actuación de los docentes, la interacción de los grupos, el desempeño de los recursos tecnológicos, entre otros” (Agudelo, 2009, p. 125).

De los contenidos educativos digitales se evalúan aspectos relacionados con la funcionalidad, la estructuración de la explicación de los procesos a enseñar y el agrado por los materiales. Las evaluaciones de estos materiales son constantes, desde la revisión de los guiones auditivos y *storyboards* por parte del realizador como del docente experto en el tema educativo. Estas revisiones tienen como objetivo buscar la mejor manera de explicar los contenidos, revisando que sean descritos de forma lógica y eficiente. Los videos resultantes de cada módulo también son evaluados, para lo cual se modifican tiempos, secuencias de animación y/o audio.

Otro tipo de evaluación consiste en presentar los videos a un grupo de estudiantes como un primer pilotaje. Al recuperar la impresión de los estudiantes del pilotaje se obtienen datos sobre los videos de aspectos que requieren modificaciones. Posteriormente, se prueban los contenidos educativos digitales con el grupo de estudiantes para los que fue diseñado para recuperar sus opiniones y otros datos que den cuenta sobre el logro del aprendizaje mediante la intervención de los contenidos.

2.3 Los contenidos educativos digitales para dispositivos móviles

En este apartado se abordan las consideraciones pedagógicas y tecnológicas para el desarrollo de materiales educativos de apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística.

2.3.1 Consideraciones en torno a los contenidos educativos digitales

Herrera, Sanz y Fennema (2013) definen como contenidos temáticos a los materiales digitales elaborados y almacenados en archivos, los cuales pueden estar en el dispositivo móvil o en la web. Las autoras mencionan el uso estratégico de diversos formatos para los contenidos educativos ya que: “En algunos casos son más convenientes las imágenes, fotos, videos, gráficos, animaciones, sonido o voz” (p.9). Dichas autoras recomiendan el uso de diagramas y videos para su visualización en teléfonos inteligentes, mientras que el uso de textos extensos es más recomendable para su lectura en una tableta.

Por otra parte, Elias (2011) menciona que los contenidos educativos deben considerar características de los dispositivos portátiles, así como su variedad de sistemas operativos, acceso y velocidad de Internet, pantallas reducidas, batería y memoria limitada. Algunas de estas características podrían interferir en el acceso y visualización de algunos contenidos, por lo que el diseño debe pensarse en función de su adaptación para cualquier dispositivo (Lee y Salman, 2012).

Como se mencionó en el apartado anterior, la primera fase de un diseño instruccional se remite, entre otras, al análisis del contenido temático a abordar. Para la elaboración de los contenidos educativos digitales se consideró el uso estratégico de diversos formatos para presentar la información, así como las características técnicas de los teléfonos inteligentes.

Se debe procurar que los textos mostrados recuperen la información más importante, esto evitará saturar la pantalla con textos muy largos o difíciles de leer, así como utilizar gráficos que apoyen a lo expuesto por el instructor en el audio del video.

El tipo y tamaño del archivo es otra consideración para la elaboración de este tipo de materiales. Moldovan, Ghergulescu, y Muntean (2014a) proponen codificar los videos en

formato H.264, también conocido como MPEG-4 AVC¹³, ya que consideran que es el formato estándar de compresión para videos en Internet, teniendo la oportunidad de ser reproducido por la mayoría de los dispositivos de las diferentes marcas de teléfonos inteligentes.

Existe una nueva generación de codificación para videos con mayor calidad llamada H.265 o HEVC¹⁴ (Moldovan, Ghergulescu y Muntean, 2014a). Sin embargo, el programa *Adobe Media Encoder CC 2017*, utilizado en esta investigación, no posee este tipo de codificación para la exportación de los videos. Aunado a esto, se decidió codificar los videos para los dispositivos más comunes.

2.3.2 Oportunidades didácticas de los contenidos educativos digitales

Los contenidos educativos digitales proveen información que pueden usarse de forma oportuna ya que los estudiantes tienen la oportunidad de acceder a ellos a través de los dispositivos portátiles en cualquier momento y lugar. Mediante el acceso a un sitio web el estudiante puede acceder a los conceptos y procedimientos en distintos formatos.

En el caso de los contenidos educativos digitales de tipo audiovisual, Moldovan, Ghergulescu y Muntean (2014b) proponen una clasificación para materiales educativos en este formato. Estos autores mencionan la existencia de videos que recurren al uso de la animación de gráficos, videos demostrativos mediante la grabación de un instructor, videos documentales, videos de presentaciones, videos de las acciones en la pantalla de una computadora y presentaciones con archivos auditivos adjuntos.

Dentro de esta clasificación, los contenidos educativos digitales que se desarrollaron en esta investigación corresponden al formato de animación ya que son generados por medio de una computadora, representan visualmente fenómenos o circunstancias que son difíciles de explicar o comprender apoyadas con el uso de gráficos y únicamente con la voz de un instructor en el video (Moldovan, Ghergulescu y Muntean, 2014b). La finalidad de este apoyo audiovisual es retomar los conceptos para explicar los procedimientos de un tema estadístico y a través de los

¹³ *Moving Picture Expert Group Advance Video Coding.*

¹⁴ *High Efficient Video Coding.*

hipervínculos e imágenes se pueden ejemplificar y reforzar los conceptos necesarios para que el estudiante pueda acceder a los videos que abordan los procedimientos del curso.

Castañeda (1982) menciona que en la educación: “Se parte de la idea de que la función de la instrucción es tanto la impartición del saber cómo del *saber hacer* [cursivas añadidas], de modo que el estudiante al terminar el ciclo cuente con conocimientos y habilidades” (p. 55). Para esto, la autora menciona que el estudiante debe conocer y comprender los conceptos y procedimientos involucrados en las temáticas que intenta aprender.

En el caso del proceso de enseñanza-aprendizaje de Estadística, Zapata (2011) menciona que el estudiante debe poseer una base sólida de los conceptos antes de aprender los procedimientos ya que: “Sin el aprendizaje del concepto, el procedimiento tiene poco valor para los estudiantes. Además, los estudiantes que logran un sólido fundamento conceptual están bien preparados para estudiar técnicas estadísticas adicionales” (párr. 23). La asignatura de Estadística inferencial funge como una base para la continuación de otras asignaturas en la licenciatura en Psicología.

2.3.3 Bondades y limitaciones en los contenidos educativos digitales en la enseñanza-aprendizaje de la Estadística

El aprendizaje de la estadística conlleva un grado de dificultad que en ocasiones puede confundir a los estudiantes. Dichas dificultades pueden estar relacionadas con el lenguaje utilizado, los conceptos, los métodos de enseñanza del docente, con el conocimiento o habilidades previas de los estudiantes (Álvarez y Vallecillos, 2001; Arias, 2006; Batanero, Godino, Vallecillos, Green y Holmes, 1994; Zapata, 2011).

Aunado a estos problemas, Faustino y Pérez (2014) mencionan dificultades que se presentan en el aprendizaje de temas estadísticos: “Existen otras deficiencias que requieren prever la obtención de información, en el análisis de los resultados obtenidos, para la toma de decisiones oportunas en situaciones complejas que carecen de fundamentos epistemológicos para solución” (p. 3).

Uno de los temas estadísticos que presenta dificultades a nivel procedimental y conceptual es el estudio de los estadísticos de orden: “Incluso los alumnos universitarios

encuentran difícil aceptar que se pueda emplear dos algoritmos diferentes de cálculo para el mismo promedio y que puedan obtenerse valores distintos para el mismo parámetro, al variar la amplitud de los intervalos de clase” (Batanero, 2001, p. 92). La autora menciona que el estudio de los estadísticos de orden son la base de los métodos no paramétricos, tema que es de interés para su abordaje en los contenidos educativos de esta investigación.

Ante este problema, Batanero y Díaz (2004) proponen el trabajo con proyectos seleccionados por el docente y en ocasiones escogidos por los estudiantes:

En lugar de introducir los conceptos y técnicas descontextualizadas, o aplicadas únicamente a problemas tipo, difíciles de encontrar en la vida real, se trata de presentar las diferentes fases de una investigación estadística: planteamiento de un problema, decisión sobre los datos a recoger, recogida y análisis de datos y obtención de conclusiones sobre el problema planteado (p. 2).

Batanero y Díaz (2004) dan cuenta de un proceso donde el estudiante reconoce su contexto en los problemas estadísticos y de esta manera se acerca e interesa por los temas. Además, Zapata (2011) menciona el apoyo del docente en la transición del lenguaje cotidiano al lenguaje estadístico favorece el aprendizaje de los conceptos en los estudiantes.

Al ser estas algunas de las principales problemáticas en el aprendizaje de la estadística, esta investigación consideró los aspectos relacionados con los análisis de resultados, la toma de decisiones, problemas contextualizados en el ambiente de los estudiantes y un procedimiento de resolución a dichas problemas para la elaboración de los CED. Retomando lo estipulado por Mayer (2014) sobre la comunicación personalizada del instructor hacia el estudiante que observa el video, se elaboró un guion auditivo que mantuviera un trato cordial con el espectador.

Donkor (2011) menciona que una de las ventajas del desarrollo de este tipo de materiales educativos es que se permite a los estudiantes visualizar varias veces el contenido, detener o regresar al punto específico de la lección donde se requiera más tiempo de comprensión. Precisamente esto es lo que permite que en el video solo se muestren las fórmulas pertinentes para cada variable, en vez de mantenerlas en escena lo cual limitaría aún más el espacio destinado para la explicación. Estos elementos y el uso de colores, animaciones y gráficos, así

como la voz del instructor que guía y explica a lo largo del video, se obtiene un material de apoyo que promueve los procesos de enseñanza aprendizaje (Mayer, 2005).

2.4 Experiencias en torno al desarrollo de contenidos educativos digitales

Por último, este apartado reúne la información de algunas investigaciones relacionadas con el desarrollo de materiales educativos para su uso en dispositivos portátiles mediante el proceso estipulado de un diseño instruccional. La búsqueda de información de este apartado estuvo limitada a los últimos diez años, de 2007 a 2018, ya que corresponde con la introducción de los dispositivos portátiles en las distintas áreas del saber. Además, en esta década, los avances tecnológicos permitieron la evolución del teléfono inteligente para ofrecernos el dispositivo que conocemos en la actualidad.

2.4.1 Internacionales

En Corea del Sur se desarrolló una aplicación para estudiantes adolescentes donde se describen algunos de los pasos que siguieron para el diseño instruccional de sus contenidos educativos (Jeong y Cha, 2017). Dichos pasos son: la identificación de las metas para el diseño instruccional, identificación del contexto y de los estudiantes, la elaboración de objetivos para los contenidos educativos, el desarrollo de la estrategia y de los instrumentos o materiales educativos, por último, se menciona la necesidad de realizar una evaluación formativa y sumativa de los contenidos. El proceso que se utilizó para realizar los contenidos tiene similitudes con el diseño instruccional ADDIE.

En Argentina, se desarrollaron contenidos educativos para su implementación a través de Realidad aumentada¹⁵ y códigos QR¹⁶. Los materiales a los que se dirigían los códigos fueron audiovisuales debido a que se pretendía ofrecer una información extra al texto de los contenidos educativos. El diseño instruccional utilizado en dicha investigación fue situado en las necesidades del grupo (Enrico, Casanova, Enrico y Bossolasco, 2017).

¹⁵ “Uso de tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al estudiante sobreponer una capa de información a la realidad, proporcionando así experiencias de aprendizaje más ricas e inmersivas” (ITESM, 2017, p. 37).

¹⁶ *Quick Response code*. Código de almacenamiento de datos.

En la Universidad Técnica del Norte de Ecuador se desarrolló un objeto de aprendizaje móvil para los estudiantes de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología. En dicha investigación se creó una aplicación para el sistema operativo Android. Los autores explican que el éxito del desarrollo de este tipo de contenidos educativos depende del diseño instruccional al que se recurra (Basantes, Naranjo, Gallegos y Benítez, 2017).

En Cuba, Cruz et al. (2015) desarrollaron una plataforma interactiva con contenidos educativos para el curso de Metodología de la Investigación y Estadística. Dichos contenidos se mostraron en formato de imagen, videos instructivos y cuestionarios. En los resultados de dicho estudio se mostró la aprobación de los estudiantes y docentes hacia la plataforma considerándola un “instrumento valioso en el proceso de enseñanza aprendizaje” (Cruz et al, 2015, p. 152).

En Colombia se encontró una investigación donde se desarrolló una aplicación móvil a través del diseño instruccional ADDIE para su mediación en teléfonos inteligentes y tabletas. En dicha investigación se resalta el uso de programas de código abierto¹⁷ para la creación de contenidos educativos digitales (Rosero, 2015).

Un caso de la implementación de contenidos educativos a través del modelo de aula invertida se realizó en la Universidad Politécnica de Valencia donde se les proporcionaron videos sobre contenidos de la materia de Matemática Discreta a los estudiantes. En este caso se menciona que proporcionar a los estudiantes lecturas extensas y complicadas propicia que el estudiante no revise los contenidos antes de la clase, por lo cual se recomendaba el uso de videos como material principal para este tipo de intervención (Jordán, Pérez, Sanabria, 2014).

Un estudio con algunas similitudes en la implementación del aula invertida con la propuesta de investigación que aquí se plantea, se realizó con estudiantes que cursaban la clase de algebra lineal en el Franklin College y en la Grand Valley State University de Indiana, Estados Unidos (Talbert, 2014). En dicha investigación se menciona la implementación del modelo para un tema del curso durante dos sesiones. Un aspecto a considerar será la renuencia de los estudiantes ante el cambio de la dinámica del aula, ya que como menciona Talbert, al inicio de la implementación los participantes pueden llegar a considerar que este modelo requiere más trabajo fuera del aula.

¹⁷ *Software* distribuido bajo licencia que permite su uso, modificación y redistribución.

En Angola, Faustino y Pérez (2014) desarrollaron un mediador didáctico interactivo para su uso a través de las TIC en apoyo a contenidos estadísticos. El proyecto se llamó Esduest@tística y estuvo dirigido a estudiantes de educación superior. Los ejercicios implementados por el programa desarrollado fueron contextualizados en problemas de la sociedad angolana, permitiendo la aplicación del conocimiento teórico a “elementos reales de la práctica académica” (Faustino y Pérez, 2014, p.9).

En Argentina, Herrera, Sanz y Fennema (2013) realizaron un marco para el análisis, diseño y evaluación de experiencias de aprendizaje móvil llamado MADE-mlearn. Asimismo, Navarro, Molina, Redondo y Juárez-Ramírez (2015) elaboraron un análisis del estado del arte de los artículos académicos relacionados con el aprendizaje móvil. A través de este análisis, proponen un marco de evaluación para las aplicaciones en dispositivos móviles que van desde los aspectos pedagógicos hasta cuestiones de usabilidad de los materiales.

2.4.2 Nacionales

En el estado de Oaxaca se encontró una investigación de Velarde, Dehesa, López, y Márquez (2017) donde mencionan que la mayoría de los videos tutoriales que se encuentran en la red carecen de sustento pedagógico y de diseño instruccional, por lo que sería recomendable que los propios docentes desarrollen los materiales con base en las necesidades del contexto de sus estudiantes y en teorías del aprendizaje. Esta investigación propuso como marco teórico los principios del Aprendizaje multimedia señalados por Mayer (2005) como guía para la creación de videos tutoriales.

En 2016 se realizó un estudio experimental en el Tecnológico de Monterrey donde se les proporcionaron contenidos educativos de la materia de estadística a través de YouTube a 43 estudiantes de la modalidad en línea de la maestría en Administración Empresarial. Por otra parte, el grupo control fue conformado por 46 estudiantes. Se obtuvieron resultados de los exámenes parciales de ambos grupos de estudiantes, donde a partir de la aplicación del segundo parcial se mostraron diferencias significativas en el promedio de calificación entre los dos grupos, siendo el grupo experimental el de mejor desempeño académico (Rodríguez y Fernández, 2017).

Por otra parte, en la Universidad Autónoma de Yucatán se desarrollaron recursos educativos abiertos, los cuales incluyen diversos materiales digitales para su uso, adaptación y distribución entre el autor y los posibles usuarios (Canto-Herrera, Guillermo y Tejada-Loria, 2012). Para la elaboración de tales recursos se estipula el seguimiento de cinco fases:

- i) Conformación del grupo para la elaboración de los recursos educativos
- ii) Planeación y diseño
- iii) Producción
- iv) Pilotaje y Evaluación
- v) Publicación

La descripción que se ofrece en dichas fases, concuerda con las fases del diseño instruccional ADDIE utilizado en la presente investigación. Asimismo, se encuentra una similitud en el instrumento de recuperación de los datos ya que se utilizó un cuestionario valorativo para conocer la opinión de los usuarios, los cuales fueron estudiantes universitarios. Las secciones del cuestionario fueron de datos generales, una escala tipo Likert en relación a elementos del aspecto del contenido, técnico y pedagógico, por último, se manejaron preguntas abiertas de opinión. Dentro de las conclusiones del estudio se presentó una valoración favorable a los aspectos relacionados con el contenido y su función pedagógica, mientras que se identificó la oportunidad de mejora del aspecto técnico de los recursos educativos abiertos que se desarrollaron.

En 2008 se realizó un estudio de casos múltiples derivado del proyecto “Aprendizaje móvil” en el Tecnológico de Monterrey (Contreras, Herrera y Ramírez, 2009). En dicho estudio se les proporcionó un teléfono inteligente (*Blackberry*) a los estudiantes participantes para que accedieran a un portal donde se encontraban los recursos móviles educativos desarrollados. Se seleccionaron dos grupos, el primero consistió en 267 alumnos y el segundo grupo fue de 49 alumnos y 8 docentes. Los instrumentos utilizados para recuperar la información fueron guías para grupos focales, encuestas y el análisis de los recursos en los portales y de los dispositivos móviles. Los resultados mostraron que los estudiantes utilizaron otras aplicaciones que no fueron desarrolladas para los fines de esa investigación, sin embargo, los propósitos del uso de otras aplicaciones eran para intercambiar información pertinente a las actividades educativas de los participantes.

En 2007 se realizó un estudio en un programa de posgrado en el Tecnológico de Monterrey. Dicho programa de posgrado fue impartido en la modalidad a distancia apoyado en dispositivos móviles inalámbricos. En esta investigación se menciona que el incorporar dispositivos móviles en el diseño instruccional implica un análisis previo del perfil del estudiante, así como sus competencias tecnológicas y los dispositivos con los que cuenta. Sobre los contenidos educativos, el autor expone que estos deberán proporcionar un valor adicional: “con la ventaja de que el incorporar audio, video e interacción instantánea debe ayudar al participante a hacer cosas nuevas” (Ramírez, 2008, p. 95).

2.4.3 Regionales

Las investigaciones sobre el uso de dispositivos portátiles como apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje en la zona norte del país van desde el análisis de posesión y uso de estos dispositivos por parte de los estudiantes hasta el desarrollo de aplicaciones u objetos de aprendizaje móvil.

En estudios realizados en el campus Valle Dorado de la UABC en Ensenada, se muestra un incremento en la posesión de teléfonos inteligentes entre los estudiantes universitarios, siendo algunas de sus principales actividades las relacionadas con la búsqueda de información, socialización y entretenimiento (Henríquez-Ritchie y Organista-Sandoval, 2012; Organista-Sandoval, McAnally y Lavigne, 2013; Organista-Sandoval, Sandoval, McAnally y Lavigne, 2016). En cuanto al nivel de posesión de teléfonos celulares en los estudiantes de la UABC Ensenada, se sabe que 96% de los estudiantes y 97% de los docentes cuentan con al menos un teléfono celular, además de reportar un nivel estimado de posesión de teléfonos inteligentes del 53% en estudiantes y 63% en docentes (Organista-Sandoval y Serrano, 2014).

El uso de teléfonos inteligentes con fines educativos en la región norte del país ha sido abordado por Kantel, Tovar y Serrano, (2010), Macías-Maldonado y Organista-Sandoval (2014) y Organista-Sandoval y Serrano-Santoyo (2011). Otro aspecto que se ha investigado en la región, refiere a cuestiones sobre la adaptabilidad de objetos de aprendizaje para dispositivos móviles desde los metadatos (Castro-García, López Morteo, 2013a; 2013b). En estas investigaciones se encuentran similitudes en el proceso de planeación para la elaboración de materiales educativos,

sin embargo, el desarrollar objetos de aprendizaje requiere otro tipo de requerimientos técnicos para su funcionamiento.

En Ensenada se desarrolló una plataforma en línea diseñada para apoyar a estudiantes universitarios con ejercicios de matemáticas. La investigación reporta el uso de tres tipos de evaluación: técnica, heurística y del usuario. En la evaluación técnica se revisaron cuestiones sobre su funcionamiento, la evaluación heurística estuvo a cargo de expertos en el contenido temático y la evaluación final fue con los estudiantes (Pacheco-Venegas, López y Andrade-Aréchiga, 2015).

Estas son algunas de las investigaciones encontradas que aportaron información y sirvieron como guía para el desarrollo y evaluación de los contenidos educativos de este estudio. La mayoría de las investigaciones coinciden en la importancia de la planeación mediante un diseño instruccional enfocado en las necesidades de los estudiantes, siendo el modelo ADDIE el más utilizado para este tipo de desarrollos. Asimismo, se identifican similitudes en el sustento teórico de dichas investigaciones con la que aquí se presenta. Por otra parte, se observa una preferencia por los diseños experimentales en la mayoría de las investigaciones relacionadas con el impacto en el aprendizaje mediante el desarrollo de materiales de apoyo digitales.

Capítulo 3. Método

En este capítulo se describe el proceso metodológico del trabajo de investigación. Primeramente, se introduce al enfoque de Investigación y Desarrollo, a través del cual se estructuran los apartados de este capítulo: Etapa del Desarrollo de Contenidos Educativos Digitales (CED) y Etapa de Investigación. En la primera etapa se describe el proceso de elaboración de los materiales educativos, mientras que en la segunda etapa se centra en el proceso de construcción de los instrumentos, los participantes considerados y el análisis estadístico de los datos.

3.1 Contexto de la investigación

Este trabajo de investigación recurre al enfoque de Investigación y Desarrollo también conocido en inglés como *Research and experimental development (R&D)*. De acuerdo con el Manual Frascati propuesto por la OCDE: “*Research and experimental development (R&D) comprise creative and systematic work undertaken in order to increase the stock of knowledge – including knowledge of humankind, culture and society – and to devise new applications of available knowledge*” (2015, p.44)¹⁸.

El Manual Frascati fue elaborado para ofrecer lineamientos para la recolección y presentación de datos obtenidos a través de Investigaciones y Desarrollos. Actualmente es utilizado por otros organismos internacionales para la elaboración de informes referentes al tema, entre ellos, el Instituto de Estadística de la Unesco.

En este trabajo la etapa del Desarrollo consiste en la elaboración de los CED de Estadística a través del Diseño Instruccional ADDIE¹⁹, descrito en el marco de referencia. La etapa de Investigación se dirige a explorar en qué medida el uso de este tipo de desarrollo puede funcionar como una herramienta pedagógica de apoyo a un curso formal. La estructura del trabajo de investigación se presenta en la Figura 1.

¹⁸ Traducción del original inglés: “La Investigación y el desarrollo experimental (I+D) comprenden el trabajo creativo y sistemático realizado para aumentar el acervo de conocimientos – incluidos el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad – para idear nuevas aplicaciones del conocimiento disponible”.

¹⁹ Acrónimo de sus fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación.

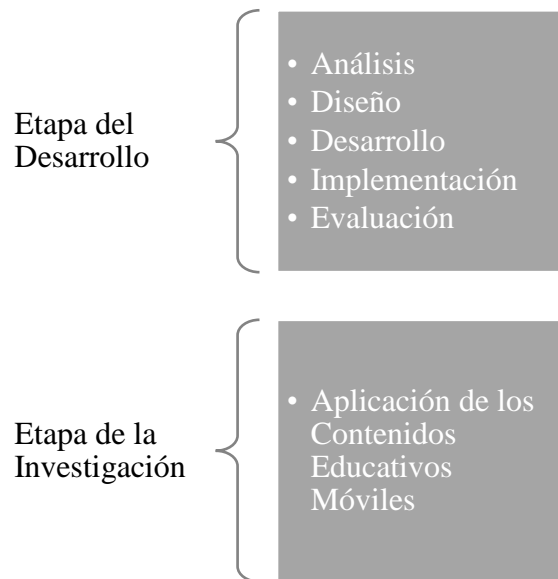


Figura 1. Diseño metodológico de la investigación

La etapa del Desarrollo de los videos fue durante los meses de junio a septiembre del 2017. La etapa correspondiente a la Investigación se realizó durante los meses de octubre y noviembre del mismo año. Esta última etapa se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales (FCAyS) del Unidad Valle Dorado de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) donde se aplicó los CED y un cuestionario de opinión a 41 estudiantes de tercer semestre de la licenciatura en Psicología.

3.2 Etapa del Desarrollo de los Contenidos Educativos Digitales (CED)

Para la elaboración de los videos se consideraron las estrategias del Diseño Instruccional ADDIE. A continuación, se describe el procedimiento de este diseño instruccional.

3.2.1 Análisis

En la primera fase del diseño instruccional, se consideró que los estudiantes ya habían cursado una materia introductoria de Estadística en el segundo semestre de la licenciatura. Se esperaba que dicha experiencia facilitara el uso de términos básicos de la materia ya que los estudiantes habían tenido un acercamiento al lenguaje estadístico en el curso.

Los temas se seleccionaron con base en las necesidades expuestas por el docente del curso de Estadística inferencial. Se seleccionaron los Contrastes no paramétricos: prueba de

Wilcoxon, Mann-Whitney y Kruskal-Wallis. El objetivo fue ofrecer un apoyo audiovisual para los estudiantes ya que dichas temáticas manejan el uso de diversas fórmulas, resolución de tablas de datos e interpretación de resultados, este último aspecto ha sido documentado como uno de los problemas más recurrentes en la enseñanza de la Estadística (Batanero, Godino, Green, Holmes y Vallecillos, 1994). Dicho proceso requiere el manejo de una gran cantidad de información para la resolución de problemas.

En el análisis de los contenidos se delimitaron los temas, la presentación, los conceptos, la explicación y resolución de problemas, además, se revisaron cuales elementos gráficos o audiovisuales se necesitaban para apoyar la comprensión de la temática. En esta etapa se analizó el uso de videos animados ya que la inserción de animaciones ofrece un apoyo visual atractivo y dinámico para el aprendizaje (Berney y Bétrancourt, 2016; Betrancourt, 2005; Lowe, 2003; Mayer y Anderson, 1992; Mayer y Moreno, 2002).

Con relación al costo de creación de los videos, únicamente se requirió el pago a la membresía de la paquetería de *Adobe Creative Cloud* edición para estudiantes y profesores, con un costo de \$19.99 dólares al mes. La paquetería de *Adobe Creative Cloud* ofrece el acceso a todos sus programas de edición, así como a tutoriales y banco de imágenes libres de derechos de autor. Para acceder a dicho plan se requiere especificar la institución de adscripción, la duración del programa de estudios y una cuenta de correo electrónico de la institución educativa.

Para el análisis del contexto se tomaron en cuenta los recursos tecnológicos disponibles en la Universidad y en posesión de los estudiantes a través de la revisión de estudios efectuados en los últimos años (Henríquez-Ritchie y Organista-Sandoval, 2012; Organista-Sandoval, McAnally y Lavigne, 2013; Organista-Sandoval, Sandoval, McAnally y Lavigne, 2016). La UABC cuenta con redes de Internet gratuitas e inalámbricas para los estudiantes, a las cuales pueden acceder a través de sus dispositivos portátiles o en las diversas salas de cómputo que se encuentran en las instalaciones de la Universidad. Por otra parte, el nivel de posesión de recursos tecnológicos de los estudiantes ha sido documentado en dichas investigaciones.

3.2.2 Diseño

En esta etapa se definió la estrategia didáctica articulada mediante la aplicación de los videos a través del modelo de Aprendizaje invertido. Se definieron los objetivos de aprendizaje y

se organizaron los contenidos proporcionados por el docente de la materia. En la Figura 2 se presenta un extracto del material proporcionado por el docente de la asignatura de Estadística. Para consultar el material proporcionado por el docente, se sugiere revisar el Apéndice A. Materiales proporcionados por el docente de la asignatura de Estadística inferencial.

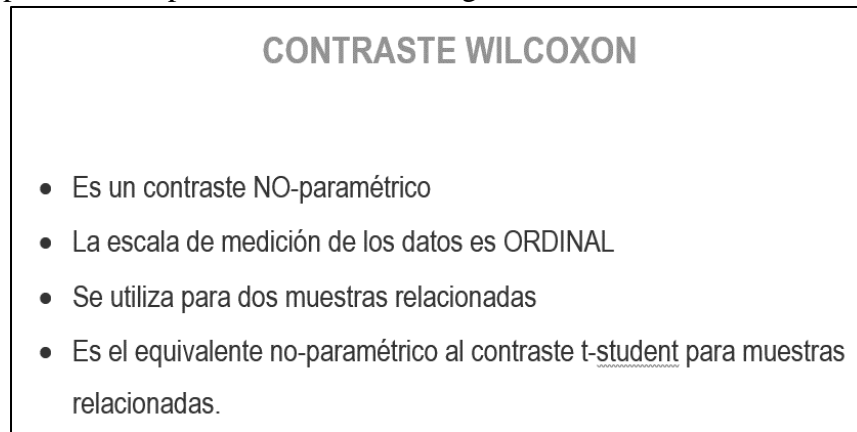


Figura 2. Material didáctico proporcionado por el docente

Primeramente, se diseñó la estructura que deberían seguir los videos con base en el análisis de la información proporcionada por el docente. En la Figura 3 se observa la secuencia de presentación de la información propuesta para el diseño de los videos.

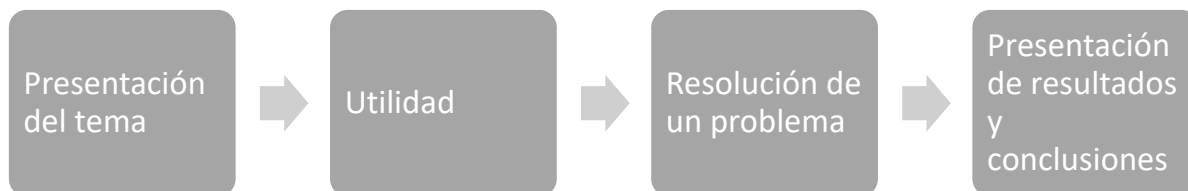


Figura 3. Estructura interna de los CED

Posteriormente se adaptó el contenido a los guiones de audio como se muestra en la Tabla 3. En este proceso de adaptación se establecieron los tiempos necesarios para la correcta entonación de la voz. Además, este proceso permitió revisar la forma más adecuada de explicar la temática y de establecer la duración de las animaciones requeridas para el video.

Tabla 3.

Extracto del guion de audio para el video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon

| Escena | Sonido/efecto | Voz | Duración | Duración total |
|--------|-----------------|---|----------|----------------|
| 1 | Música de fondo | La prueba de Wilcoxon | 00:03 | 00:03 |
| 2 | | es un contraste no paramétrico cuya escala de medición de los datos es ordinal | 00:06 | 00:09 |
| 3 | | se utiliza para dos muestras relacionadas siendo | 00:04 | 00:13 |
| 4 | | el equivalente no paramétrico al contraste <i>t-student</i> para datos en pareja. | 00:07 | 00:20 |
| 5 | | Resolvamos un caso. | 00:03 | 00:23 |

Nota: Elaboración propia a partir del análisis de la información proporcionada por el docente. Extracto de Apéndice B. Guiones sonoros de los Contenidos Educativos Digitales.

Una vez obtenido el guion auditivo se realizaron los primeros *storyboards* con imágenes encontradas en Google (véase Figura 4). El objetivo de los *storyboards* era proporcionar una guía visual sobre el manejo de los elementos gráficos en el desarrollo de los videos (Fernández y Barco, 2009). Esto permitió corregir y adecuar la información antes de usar los programas de edición, lo que a su vez redujo los tiempos de animación y edición de los videos.

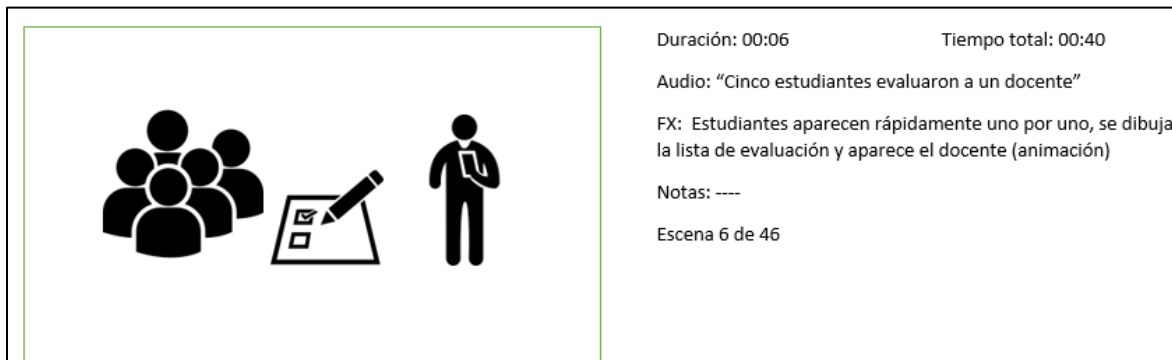


Figura 4. Storyboard para el video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon

Las animaciones fueron especificadas y marcadas en el *storyboard* con la palabra FX, término reconocido por realizadores audiovisuales para referirse a la palabra inglesa *effects* o efectos en español (véase Apéndice C. *Storyboard* del CED Contraste no paramétrico de Wilcoxon). En ese apartado se planea la secuencia de las animaciones por escena. Posterior a las especificaciones de animación expuestas en el *storyboard* se eligió la paleta de colores para el desarrollo de los videos.

Para la selección de los colores se tomó en cuenta las características de la intensidad de la iluminación en los dispositivos portátiles, así como el reflejo de la luz externa al dispositivo. Por este motivo se escogieron colores oscuros con texto blanco o fondos blancos con texto oscuro para favorecer el contraste y resaltar la información, además de evitar el uso de colores claros para las imágenes y texto. Finalmente, se decidió por la paleta de colores que se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Paleta de colores para los CED

En la Tabla 4 se observan los códigos hexadecimales y decimales de los colores en el sistema RGB²⁰ utilizado en los programas de edición de *Adobe Creative Cloud*. Este sistema funciona a través una serie de números o letras que representan la intensidad de los colores rojo, verde y azul para crear diversas tonalidades (Weinman y Weinman, 2002).

Tabla 4.
Códigos hexadecimal y decimal de la paleta de colores para los videos

| Color | Código hexadecimal ²¹ | Código decimal ²² |
|---------------|----------------------------------|------------------------------|
| Verde azulado | #2E8D8C | (46, 141, 140) |
| Rosa | #EE3B4F | (238, 59, 79) |
| Azul marino | #16213F | (22, 33, 63) |
| Blanco | #FFFFFF | (255, 255, 255) |

Nota: Elaboración propia.

Se utilizaron estos colores para segmentar las partes de los videos. Se inició con un fondo blanco con sombras degradadas para la presentación del tema y posteriormente en el procedimiento se escogió el fondo totalmente blanco. Los demás colores fueron utilizados para ofrecer contrastes con el fondo blanco y en el procedimiento de los videos de Mann Whitney y Kruskal-Wallis se usaron para delimitar grupos de participantes.

²⁰ De las palabras inglesas *Red, Green, Blue*.

²¹ Hace uso de los dígitos del 0 al 9 y las primeras seis letras mayúsculas del alfabeto.

²² Utiliza una serie de números separados por una coma, cada serie de números representa sucesivamente a los colores rojo, verde y azul.

Otro elemento considerado fue la tipografía para el texto. Se usó *Microsoft Himalaya*, encontrada en los programas de *Adobe Creative Cloud*. De la gran variedad existente de fuentes, se optó por elegir una que fuera fácil de leer. Esta fuente tiene similitud con *Times New Roman*; sin embargo, el espacio entre caracteres es mayor y su trazo es más estético, lo que facilita su lectura. Para los números se utilizó la fuente *Arial* debido a que es un tipo de fuente que posee un trazo común de los números arábigos, requeridos para la resolución de las fórmulas en la parte del procedimiento. El color del texto varió dependiendo del tipo de fondo en el que se encontraba o para hacer énfasis en la presentación de fórmulas o resultados.

Finalmente, se diseñó un logo para presentar a los distintos dispositivos portátiles a través de los cuales se pueda acceder a la página responsiva, ordenando a estos dispositivos de menor a mayor tamaño. Este logo se utilizó en la entrada de los videos y en la página web. El nombre de m-estadísTIC surge a partir del juego de palabras entre estadística, m-learning y TIC. Para el diseño del logo se usaron los tonos rosas y negro (véase Figura 6).



Figura 6. Diseño del logo

3.2.3 Desarrollo

Para la creación de los gráficos se utilizaron los programas *Adobe Illustrator* y *Adobe Photoshop* para el diseño, edición y composición de imágenes. Estos programas permiten al diseñador trabajar con una paleta de colores y diversas herramientas para la creación o adaptación de gráficos en diversos formatos. Además, se puede acceder a los gráficos diseñados a través del sistema de biblioteca interna de los programas de *Adobe Creative Cloud*. Este sistema permite guardar los diseños, así como las fuentes y paletas de colores en cualquier otro programa de la paquetería.

Para la animación de los gráficos se utilizó *Adobe After Effects*. Dicho programa permite la manipulación de los gráficos a partir de su posición, escala, rotación, opacidad, entre otras funciones. Además, permite definir desde un principio el tamaño del video de acuerdo al dispositivo para el cual está pensado, también proporciona funciones para la integración de textos, líneas, movimientos de cámara y otras animaciones preestablecidas.

Para grabar y editar el audio se utilizó *Adobe Audition* el cual permite, entre muchas otras funciones, la modulación del volumen, recortar y unir segmentos de audio y la eliminación de ruido proveniente del ambiente, lo que contribuye a mejorar la calidad del audio. Cabe señalar que en este proceso se requiere tener la versión final del guion de audio. Esto es necesario para grabar la voz del instructor y para la edición posterior del video.

El programa de edición audiovisual *Adobe Premier Pro* permitió integrar la animación y el audio para visualizarlo en tiempo real y ajustar tiempos de las animaciones para que estas se sincronicen con el audio y música de fondo. Posteriormente, para exportar los videos en diferentes formatos, se usó el programa *Adobe Media Encoder* el cual cuenta con valores establecidos para la exportación de materiales audiovisuales dependiendo del medio o plataforma destinado.

Si bien, el diseño y tamaño del archivo de los videos para esta investigación tiene particular interés en su acceso a través de teléfonos inteligentes, la conversión de los videos en distintos formatos sirve para que puedan ser visualizados en dispositivos alternos sin ninguna alteración en su calidad de imagen o audio. Se utilizó el ajuste preestablecido del programa *Adobe Media Encoder* para videos de alta calidad para la plataforma de YouTube con formato H.264.

En esta etapa se incluyó el desarrolló una página web responsiva de forma gratuita en la plataforma de Wix. El uso de esta plataforma permitió integrar fácilmente las secciones requeridas para los videos, así como un foro de discusión (véase Figura 7).

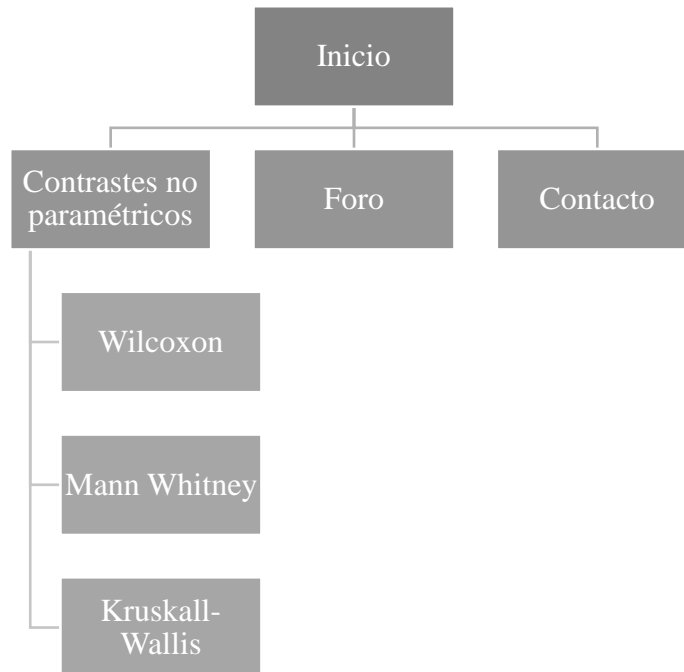


Figura 7. Mapa de sitio web

3.2.4 Implementación

Los videos estuvieron sujetos a una prueba piloto en junio de 2017 con 17 estudiantes de la Maestría en Ciencias Educativas quienes cursaron la materia obligatoria de Estadística. Se les solicitó su apoyo para la revisión del tema del Contraste no-paramétrico de Wilcoxon a través de su teléfono inteligente. Atendiendo la metodología propuesta por el modelo de aula invertida, la distribución del video educativo fue anterior a la clase presencial.

La forma de distribución fue a través de dos vías: *Google Classroom*²³ y *WhatsApp*. Primeramente, el docente del grupo envió un aviso para los estudiantes a través de *Google Classroom*, sistema utilizado para la distribución de material educativo y tareas de dicho curso. Posteriormente se distribuyó por un mensaje de *WhatsApp* al grupo de los estudiantes de la Maestría en Ciencias Educativas el video para su acceso en teléfonos inteligentes.

²³ Plataforma en línea que permite organizar el contenido de un curso mediante publicaciones de tareas, ejercicios, entre otros materiales.

3.2.5 Evaluación

Se solicitó a los 17 estudiantes de posgrado que contestarán de forma individual y anónima, ocho preguntas abiertas referentes a su opinión general del video. Se logró recuperar la valoración de 16 estudiantes ya que un estudiante mencionó no haber revisado el material. Las preguntas se realizaron con el objetivo de explorar las fortalezas y debilidades del video desde el punto de vista del usuario. En la Tabla 5 se presentan las preguntas realizadas en el pilotaje.

Tabla 5.
Preguntas del cuestionario de pilotaje

| Dimensión | Pregunta |
|----------------------------|--|
| Opinión general | ¿Qué piensas sobre el video? |
| Claridad del contenido | ¿Crees que el contenido fue claro? |
| Aplicación de lo aprendido | Con base a lo expuesto en el video, ¿consideras que puedes resolver un ejercicio del mismo tema? |
| Acceso | ¿A través de cuál dispositivo accediste al video? |
| Visualización | ¿Tuviste algún problema para visualizarlo? |
| Sugerencias | ¿Tienes alguna sugerencia? |
| Agrado | ¿Qué fue lo que más te gustó del video? ¿Qué fue lo que menos te gustó del video? |

Nota: Elaboración propia.

Posterior a la aplicación del cuestionario, se proporcionó un ejercicio para que los estudiantes lo resolvieran en clase con apoyo del video. Los estudiantes accedieron a los CED a través de sus teléfonos inteligentes, computadoras portátiles y tabletas, como se muestra en la Figura 8.

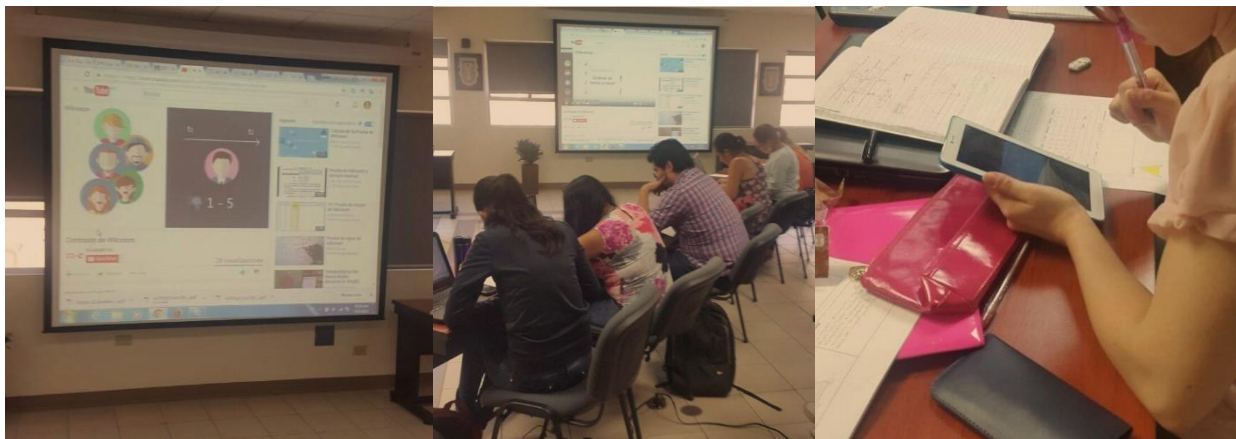


Figura 8. Prueba piloto del Contraste no paramétrico de Wilcoxon

Finalmente, se volvió a preguntar la opinión general de los estudiantes para conocer los problemas a los que se enfrentaron con la aplicación de lo expuesto en los videos. Con las respuestas obtenidas de la evaluación del pilotaje se logró adecuar y mejorar aspectos de la explicación de los procedimientos para su implementación en el diseño y desarrollo de los videos de los Contrastes de Mann Whitney y Kruskal-Wallis. La recuperación de la información en ambos tiempos se concentra en la Tabla 6.

Tabla 6.
Opinión de los estudiantes del pilotaje del CED del Contraste no paramétrico de Wilcoxon

| Aspecto | Positivos | Negativos |
|-------------|--|--|
| Pedagógico | <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo didáctico • Interesante • Información detallada • Buen trabajo de síntesis de la temática • 12 de 16 estudiantes consideraron que podrían resolver un ejercicio con el apoyo del video • 2 de 16 estudiantes no tuvieron dificultad para resolver un problema similar | <ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia de la explicación • Dudas sobre el propósito estadístico del problema • Desagrado por la temática estadística • Desconocimiento por el lenguaje estadístico • 3 de 16 estudiantes consideraron que no podrían resolver un ejercicio con apoyo del video. • 14 de 16 estudiantes tuvieron dificultad para comprender y resolver una parte del procedimiento. |
| Tecnológico | <ul style="list-style-type: none"> • 14 estudiantes accedieron al video a través de su teléfono inteligente, 1 a través de su computadora portátil y 1 a través de una tableta | <ul style="list-style-type: none"> • 1 de 16 tuvo fallas en su teléfono inteligente • Desagrado por la vía de distribución (<i>WhatsApp</i>) • La falta de audífonos para visualizar el video en una sala con otras personas (véase Figura 8) |
| Diseño | <ul style="list-style-type: none"> • Agrado por la duración, diseño, audio, gráficos, textos del video • Coherencia entre la duración del video y el tiempo necesario para explicar el tema • Interactivo, dinámico, innovador y rápido | <ul style="list-style-type: none"> • Animación confusa y rápida • Colores oscuros del video • Duración muy larga o muy corta del video • Voz lenta del instructor |

Nota: Elaboración propia.

Se identificaron otros aspectos que podrían interferir con el logro del aprendizaje, por ejemplo, el ruido generado por una consulta colectiva del video podría ocasionar una fuente de distracción. Estos datos encontrados se integraron en el desarrollo del cuestionario de opinión.

3.3 Etapa de Investigación

Una vez presentada la Etapa del Desarrollo de los Contenidos Educativos Digitales (CED), se describe el proceso metodológico seguido para el desarrollo del cuestionario de opinión para estudiantes y el uso de una bitácora de seguimiento. En este apartado se aborda la aplicación de los CED a los participantes de la investigación y la recuperación de la opinión de los estudiantes sobre la experiencia sobre el manejo de materiales educativos. Finalmente, se presenta el procedimiento para el análisis estadístico de los datos recuperados.

3.4 Participantes

Los participantes de esta investigación fueron 41 estudiantes de licenciatura que cursaron la materia de Estadística inferencial durante el semestre correspondiente a agosto-diciembre de 2017. El curso de Estadística inferencial se ofrece a los estudiantes de tercer semestre de la licenciatura en Psicología.

El interés por la selección de este grupo de estudiantes recae en brindar apoyo audiovisual a una de las materias con mayor grado de dificultad para los estudiantes (Batanero, 2001; Batanero, Godino, Vallecillos, Green y Holmes, 1994; Zapata, 2011). Además, se contó con la disposición del docente del curso quien proporcionó la información temática y promovió el uso de los materiales desarrollados.

3.5 Instrumentos

Para fines de esta investigación se utilizaron tres instrumentos: los CED, un cuestionario de opinión y una bitácora de seguimiento. Primeramente, se considera a los CED desarrollados como un instrumento de intervención, descritos en el apartado 3.2: Etapa de Desarrollo de los Contenidos Educativos Digitales (CED). A continuación, se describe la elaboración de los otros dos instrumentos.

3.5.1 Elaboración de cuestionario de opinión para estudiantes

Para recuperar la opinión acerca de los CED por parte de los participantes se realizó un cuestionario de opinión. Dicho instrumento fue nombrado: “Cuestionario de opinión sobre los

Contenidos Educativos de Estadística para su consulta en smartphones”. El objetivo de este instrumento fue identificar los aspectos relacionados con el uso de CED diseñados para su consulta en teléfonos inteligentes.

El cuestionario se centró en cinco rubros sobre los siguientes aspectos: personales, tecnológicos, del contexto, del diseño instruccional y de la opinión general de los estudiantes. Dichos rubros se identificaron mediante la revisión de la literatura relacionada con el diseño instruccional de productos multimedia para la educación (Mayer, Fennell, Farmer y Campbell, 2004; Rodríguez y Fernández, 2017; Velarde, Dehesa, López y Márquez, 2017); el desarrollo de videos educativos para dispositivos portátiles (Moldovan, Ghergulescu y Muntean, 2014a, 2014b; Wang y Shen, 2011); y la implementación del aprendizaje móvil (UNESCO, 2013a; 2013b; 2013c; Ramírez, 2008; Sánchez, Olmos y García 2014).

La revisión de estas temáticas permitió la especificación de aspectos del diseño, desarrollo e implementación de videos educativos. En la Tabla 7 se observa la descripción de cada uno de estos rubros, así como la literatura que las sustenta.

Tabla 7.
Descripción de los rubros del cuestionario

| Rubros | Descripción |
|---|---|
| Aspectos personales (Álvarez y Vallecillos, 2001; Batanero y Díaz, 2004; Batanero, 2001; Batanero, Godino, Vallecillos, Green y Holmes, 1994) | Se obtiene el nombre de los estudiantes, género, así como información relacionada con su historial académico, su agrado por Estadística y sus conocimientos sobre dicha materia. |
| Aspectos tecnológicos (Cebrián, 2011; Moldovan, Ghergulescu y Muntean, 2014a; Vergel, Martínez y Zafra, 2015) | Recupera información sobre la posesión, uso, agrado y autoconcepto sobre el manejo de la tecnología. |
| Aspectos del contexto (Landín, Francisco y Santiago, 2015; UNESCO, 2013a, 2013b) | Refiere al entorno físico en que se encontraba el estudiante al momento de realizar la consulta de los videos. Además, se consideran las condiciones que pudieron presentarse como un distractor durante la consulta de los videos. |

(continúa)

| Rubros | Descripción |
|---|--|
| Aspectos del diseño instruccional (Agudelo, 2009; Castañeda, 1982; Contreras, Herrera y Ramírez, 2009; David y Glore, 2010; Elias, 2011; Ginns, Martín y Marsh, 2013; Mayer, 2014, 2011, 2005; Mayer, Fennell, Farmer y Campbell, 2004; Mayer y Moreno, 2003; Moldovan, Ghergulescu y Muntean, 2014a, 2014b; Page, 2014; Velarde, Dehesa, López y Márquez, 2017; Wang y Shen, 2011) | Aborda las especificaciones del diseño de los videos y el funcionamiento de los mismos. Se consideran elementos sobre el apoyo del aprendizaje, cuestiones estéticas y de funcionalidad de los videos, así como de la página web responsiva. |
| Opinión general de los estudiantes | Se ofrece un espacio para la evaluación de los CED y de la experiencia de aprendizaje. |

Nota: Elaboración propia.

Para evaluar estos rubros se estructuró la información en dimensiones e indicadores encontrados en la revisión de la literatura. En la Tabla 8 se presenta esta información.

Tabla 8.

Estructura de los indicadores según el factor y dimensión a evaluar

| Rubro | Dimensión | Indicador | Escala de medición |
|-----------------------|---|--|---------------------------|
| Aspectos personales | General | Nombre | Nominal |
| | | Género | Nominal dicotómica |
| | Académicos | Promedio de calificaciones | Razón |
| | | Estadística: - Agrado - Conocimiento de conceptos | Ordinal |
| Aspectos tecnológicos | Posesión | Dispositivo: - Posesión - Conectividad | Nominal politómica |
| | | Frecuencia del uso diario de smartphone con fines educativos | Ordinal |
| | | Agrado por el uso de tecnología | |
| | Autoconcepto sobre manejo de tecnología | Autoconcepto sobre manejo de tecnología | |
| | | Dispositivo utilizado para consulta | Nominal politómica |
| | | | |
| Aspectos del contexto | Espacial | Lugar de acceso a los contenidos | Nominal |
| | Distractores | Internos (del dispositivo) | Nominal politómica |
| | | Externos (del ambiente) | |

(continúa)

| Dimensión | Subdimensión | Indicador | Escala de medición |
|-----------------------------------|---|---|---------------------------|
| Aspectos del diseño instruccional | Funcionalidad | Vía de distribución de los CED | Nominal |
| | | Accesibilidad | politómica |
| | | Navegación en la página web | Razón |
| | | Descarga de contenidos | |
| | Contenidos | Grado de dificultad de la temática | Ordinal |
| | | Organización | Razón |
| | | - Interna, secuencia de procedimiento dentro del video | |
| | | - Externa, secuencia de las temáticas de los contenidos | |
| | | Claridad | |
| | | - Conceptos - Propósito estadístico - Procedimientos | |
| | Lenguaje utilizado en el video | | |
| Aspectos del diseño instruccional | Diseño | Calidad de imagen | Razón |
| | | Texto | |
| | | - Tipo | |
| | | - Tamaño | |
| | | - Color | |
| | | Tono de la voz | |
| | | Música de fondo | |
| | | Animación en los contenidos | |
| | | Estética | |
| | | Coherencia en la duración según la dificultad y extensión de los contenidos | |
| | Logro del aprendizaje | Comprensión de la temática | Razón |
| | | Apoyo en la resolución de problemas similares | |
| | | Motivación | |
| | Retroalimentación por parte del docente | | |
| | Preferencia por mediación tecnológica para el aprendizaje | | |
| Opinión general | De los módulos | Evaluación de los videos | Razón |
| | De la experiencia | Uso de materiales de apoyo distintos a los proporcionados | Nominal |
| | | Aspectos de agrado | |
| | Aspectos de desagrado | | |

Nota: Elaboración propia.

A partir de estas dimensiones, factores e indicadores se elaboró el cuestionario, presentado en el Apéndice D. Cuestionario de opinión sobre los Contenidos Educativos de Estadística para su consulta en smartphones de este documento. Dicho cuestionario fue revisado por tres expertos en el área de Tecnología Educativa del Instituto de Investigación y Desarrollo

Educativo (IIDE). En dicha evaluación se adecuaron y modificaron algunos enunciados propuestos mejorando así su claridad y pertinencia.

3.5.2 Bitácora de seguimiento

La bitácora de seguimiento fue un instrumento de apoyo personal para todo el proceso de elaboración de los CED. En dicha bitácora se anotaron las especificaciones de colores empleados durante el desarrollo, tiempos de duración establecidos para las animaciones de los procedimientos, coordenadas de la ubicación de los elementos gráficos durante el desarrollo de los videos en el programa de *Adobe After Effects*, notas sobre las dificultades que se presentaron durante la animación, así como dudas y sugerencias que se iban generando en torno al trabajo de investigación con la finalidad de apoyar distintas áreas de este documento. Dicho instrumento contribuyó a la organización de la información aquí presentada.

3.6 Aplicación de Instrumentos

Cuando se contó con la versión final de los CED, se subieron a los espacios designados en la página web responsiva (<https://mestadistic.wixsite.com/contrastesnoparam>). Para la aplicación de los CED, se siguió la estrategia didáctica del modelo de aula invertida, el cual fue descrito en el marco de referencia de este documento. La liga de la página web se distribuyó entre los alumnos por dos vías: *Google Classroom* y *WhatsApp*.

Se eligió la vía de distribución de *Google Classroom* debido a que es la principal forma de comunicación que maneja el docente del curso de Estadística inferencial. El docente envió un aviso a sus estudiantes donde adjuntaba instrucciones y la liga de la página web responsiva. Otra opción de distribución fue mediante un mensaje de texto enviado a un estudiante quien funge como el jefe de grupo.

Se escogió al representante del grupo de estudiantes para que enviará los contenidos. Dicho estudiante debía distribuir la liga mediante una conversación de la aplicación de mensajería instantánea de *WhatsApp*. De esta manera se pretendía tener más posibilidades de que el estudiante revisara los contenidos a través de su teléfono inteligente.

Los estudiantes accedieron a los CED antes de la clase presencial teniendo la oportunidad de entregar al docente un ejercicio relacionado con la temática de los videos. Durante la clase presencial, los estudiantes entregaron dicho ejercicio y el docente prosiguió a aclarar dudas surgidas en el procedimiento. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de entregar tres ejercicios relacionados con los Contrastes no paramétricos de Wilcoxon, Mann Whitney y Kruskal-Wallis.

Finalmente, el docente del curso aplicó un examen de conocimientos sobre los tres temas estadísticos. La información de la calificación de los estudiantes sobre esta temática fue proporcionada por el docente para complementar el análisis estadístico de la intervención. Esta información fue manejada de manera confidencial y anónima.

3.7 Análisis estadístico de los datos

Para la digitalización de los datos recuperados con el cuestionario de opinión se recurrió al programa de *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Se utilizaron técnicas descriptivas de cantidad, centralidad y dispersión para las variables de género, posesión de dispositivos y promedio de calificaciones para establecer relaciones entre el rendimiento académico y el uso de la tecnología. Esto a su vez permitió identificar a los grupos de estudiantes y establecer relaciones entre sus datos personales y académicos con la calificación obtenida en la evaluación de la temática.

Se analizaron los datos correspondientes a la evaluación de los elementos gráficos y sonoros del video. Este análisis tuvo como objetivo identificar los aspectos positivos y negativos del diseño según la opinión de los estudiantes. Asimismo, se analizaron las posibles relaciones entre los aspectos identificados como positivos y negativos del diseño de los videos y la calificación correspondiente a los tres Contrastes no paramétricos. Para la presentación de los datos cuantitativos se utilizaron tablas y gráficas.

Para los reactivos con respuestas abiertas se analizaron e identificaron las ideas principales a través de categorías inductivas. Dichas categorías se establecieron a través de la revisión de la literatura acerca de aspectos específicos del diseño como el uso de animación, la legibilidad del texto, entre otras. Se buscaron los adjetivos otorgados a los aspectos técnicos de los videos tales como agradable, confuso, agradable, atractivo, entre otros, para agrupar y

contabilizar las ocurrencias de las opiniones. Para la presentación de los datos de los reactivos abiertos se usaron nubes de palabras con indicadores de ocurrencias.

Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos del diseño de los CED así como la información recuperada con el “Cuestionario de opinión sobre los contenidos educativos de Estadística para su consulta en *smartphones*”. Por lo cual, se divide en cinco apartados este capítulo:

- I. Diseño final de los Contenidos Educativos Digitales. Se muestra el producto final del diseño de los materiales audiovisuales, así como de la página web responsiva.
- II. Análisis de la información recuperada. Se presentan los rubros donde hubo datos perdidos, así como la fiabilidad de los datos a través del coeficiente Alfa de Cronbach.
- III. Descripción de los participantes. Se describe a través del análisis de datos relacionados con el género de los participantes, su promedio de calificaciones en la universidad, sus habilidades y destrezas, así como la calificación final de la asignatura de Estadística.
- IV. Disposición y acceso a la tecnología. Se aborda la información en torno al tipo de dispositivos portátiles con los que cuentan los participantes y la forma de conectividad que utilizan.
- V. Descripción de la consulta a los Contenidos Educativos Digitales (CED). Se describen los datos recuperados acerca de los dispositivos portátiles más utilizados para la consulta de los CED, la vía de distribución, el lugar donde se realizó la consulta y los principales distractores identificados por los participantes.
- VI. Opinión de los estudiantes acerca de los CED. Se abordan los datos recuperados acerca de la evaluación que hicieron los participantes hacia los CED.

A través de esta organización de la información se guía el análisis estadístico de los datos recuperados con el cuestionario de opinión.

4.1 Diseño final de los Contenidos Educativos Digitales

El diseño final de los CED se presenta como un primer resultado debido a que su desarrollo es el objetivo general de la investigación. En este apartado se describe de manera general el diseño de los CED y de la página web responsiva.

4.1.1 Diseño del material audiovisual

Como producto final se obtuvieron tres CED de los Contrastes no paramétricos. En la Tabla 9 se presentan los datos de duración y tamaño de los videos. La columna de duración estimada corresponde a los tiempos aproximados que se obtuvieron con la realización de los guiones sonoros (véase Apéndice B. Guiones sonoros de los Contenidos Educativos Digitales).

Tabla 9.
Datos sobre duración y tamaño de videos desarrollados

| Video | Duración estimada | Duración final | Tamaño |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------|
| Contraste de Wilcoxon | 03:21 | 03:23 | 16.2 MB |
| Contraste de Mann Whitney | 03:36 | 3:38 | 19.2 MB |
| Contraste de Kruskal-Wallis | 02:56 | 2:46 | 8.18 MB |

Nota: Elaboración propia.

Se observa que la planeación reflejada en la elaboración de los guiones sonoros sirvió efectivamente para calcular la duración final de los videos. La duración final de estos difirió en un rango de 2 a 10 segundos de lo considerado en los guiones. En la Figura 9 se observa el diseño final de la escena expuesta previamente en la Figura 4 correspondiente al *storyboard* del video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon.

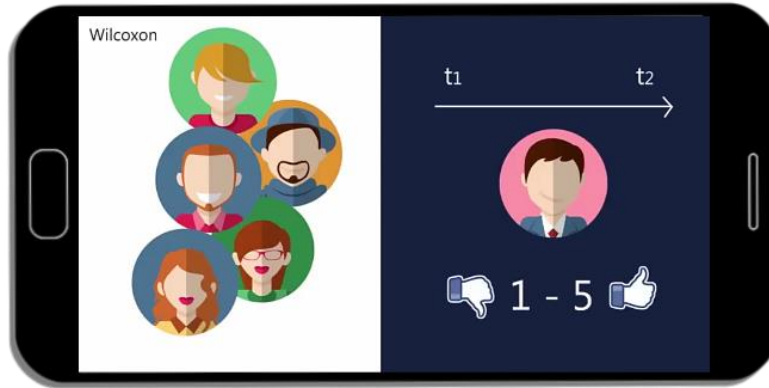


Figura 9. Diseño final de una escena del CED del Contraste no paramétrico de Wilcoxon

La descripción del CED correspondiente al Contraste no paramétrico de Wilcoxon se encuentra en el Apéndice E. Descripción de video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon.

4.1.2 Diseño de página web responsiva

Como resultado del diseño de la página web responsiva se obtuvo un sitio cuyo diseño corresponde a un diseño skeuominimalistic (véase Figura 10).



Figura 10. Diseño para consulta en teléfonos inteligentes del sitio web responsivo

En la parte superior derecha de la pantalla se encuentra el menú desplegable, el cual al ser presionado muestra el contenido de la página con una separación considerable entre las opciones

de subpáginas, lo cual facilita la navegación para el usuario que accese a los CED desde un smartphone (véase Figura 11).



Figura 11. Menú de sitio web para consulta en teléfonos inteligentes

Por otra parte, se observa que el menú del sitio concuerda con el mapa de sitio presentado en la Figura 7. Asimismo, al ser un diseño web responsivo, se adaptó el contenido a un diseño para su visualización en dispositivos con pantallas amplias como es el caso de las tabletas y laptops (véase Figura 12).

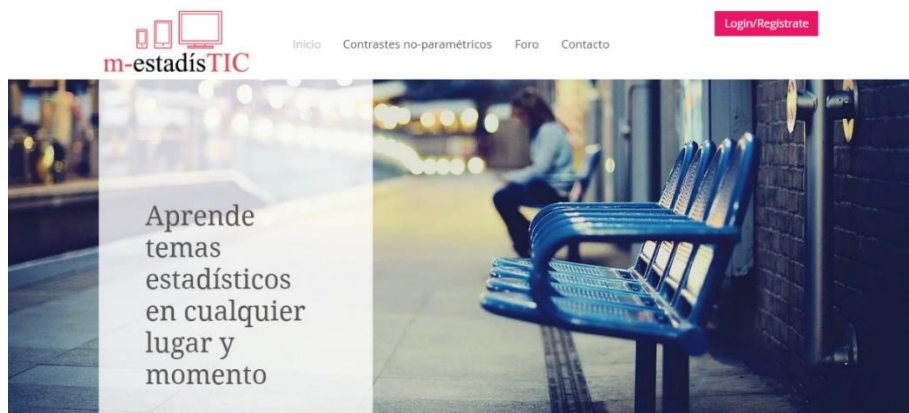


Figura 12. Diseño de sitio web para su consulta en otros dispositivos

En el caso del diseño para computadora, el menú queda visible en la parte superior de la pantalla. Otra consideración del diseño es el tipo de desplazamiento o *scrolling* vertical, del cual se evitó que fuera prolongado para evitar la saturación de información. El desplazamiento horizontal se utiliza para visualizar imágenes de apoyo que estén contenidas en un formato de

galería. Además, se consideró incorporar el diseño de botones anchos que faciliten el acceso a los contenidos mediante el uso táctil de la pantalla. Se utilizó un menú desplegable para el botón de “Contrastes no-paramétricos” el cual da acceso a las tres temáticas desarrolladas.

4.2 Análisis de la información recuperada

A continuación, se presenta el análisis de la información recuperada a través del cálculo de los datos perdidos y la fiabilidad de los datos a través del Alfa de Cronbach.

4.2.1 Datos perdidos

Para realizar el análisis de la información recuperada se revisaron los datos correspondientes a las variables ordinales y de razón del cuestionario. Se excluyeron únicamente las variables nominales del cuestionario debido a la naturaleza del reactivo. En la Figura 13 se muestra el resumen global de los valores perdidos.

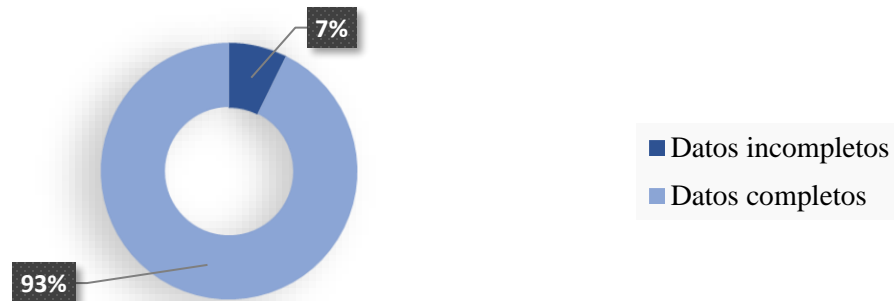


Figura 13. Resumen global de valores perdidos

El porcentaje de datos incompletos era mínimo ya que se contó con una población de 41 estudiantes. Los datos perdidos correspondían a tres reactivos distintos: el promedio de calificaciones en la universidad, el autoconcepto de habilidad para manejar dispositivos portátiles y la evaluación de la música de fondo en los CED.

Se realizó una prueba de imputación a través de la media de los datos para calcular el valor perdido para el reactivo del promedio de calificaciones en la universidad. Respecto a los dos reactivos restantes, se decidió reportar los resultados con la anotación de n=40 en las gráficas y tablas correspondientes. Cabe mencionar que, en el reactivo relacionado con la evaluación de

la música de fondo de los CED, el participante realizó una anotación en el costado del cuestionario para mencionar que no se había percatado de este elemento durante la consulta de los materiales, por lo que decidió no contestar ese reactivo.

4.2.2 Fiabilidad de los datos

Una vez identificados los valores perdidos, se prosiguió a calcular el coeficiente Alfa de Cronbach para los reactivos correspondientes a la evaluación de los videos [16 a 42]. Dicha información está contenida en la Tabla 10.

Tabla 10.
Alfa de Cronbach de los reactivos 16 al 42

| Alfa de Cronbach | n de reactivos |
|-------------------------|-----------------------|
| 0.891 | 27 |

Nota: Elaboración propia.

El coeficiente de Alfa de Cronbach obtenido es aceptable, teniendo como referencia el valor mínimo esperado de 0.70 (Oviedo y Campo-Arias, 2005).

4.3 Descripción de los participantes

Como se ha mencionado anteriormente, el cuestionario fue aplicado a un grupo de estudiantes (n=41) de la licenciatura en Psicología. Dicho grupo estuvo conformado mayormente por mujeres en una proporción de 1:3 (véase Tabla 11).

Tabla 11.
Género de los participantes

| Género | n | Porcentaje |
|---------------|----------|-------------------|
| Femenino | 31 | 75.6 |
| Masculino | 10 | 24.4 |
| Total | 41 | 100.0 |

Nota: Elaboración propia.

Se solicitó a los participantes información sobre el promedio de calificaciones en la universidad. Se observa que la media de calificaciones entre ambos géneros es ligeramente superior en el grupo femenino que en el masculino (véase Figura 14).

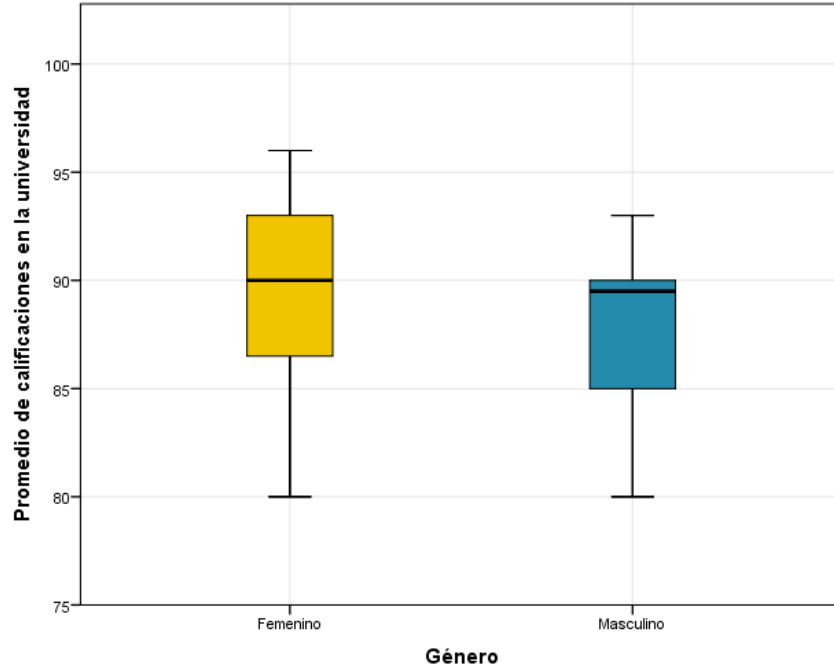


Figura 14. Diagrama de caja para variables género y promedio de calificación

Por otra parte, se recuperó información acerca de las habilidades y destrezas relacionadas con el uso de la tecnología, así como el agrado y conocimiento previo de Estadística. Cabe resaltar que los participantes poseen una inclinación positiva hacia la tecnología, de la cual consideran que poseen un nivel alto de habilidad para su manejo. En menor medida utilizan sus *smartphones* con un fin educativo. Finalmente, poseen un interés regular por la materia de Estadística a pesar de expresar que el conocimiento de dicha materia es bajo (véase Figura 15). Estas habilidades y destrezas se presentan similares en ambos géneros (revisar Apéndice F. Aspectos relacionados con la habilidad en participantes mujeres y hombres).

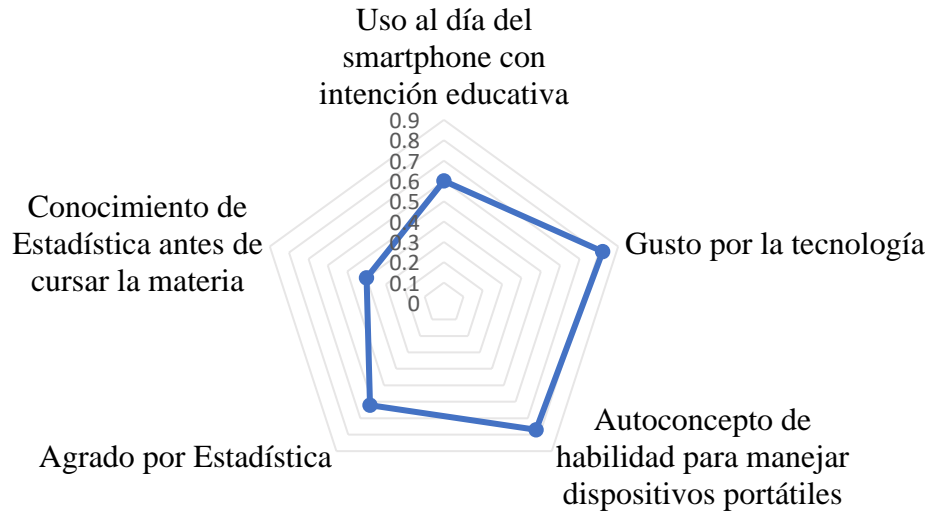


Figura 15. Habilidades y destrezas de los participantes

Otro elemento para describir a los participantes fue la obtención de la calificación final de la asignatura (véase Figura 16). La media de las calificaciones finales en la asignatura es mayor en el grupo de las mujeres. Asimismo, se observa que en ambos géneros se presentaron casos de reprobación.

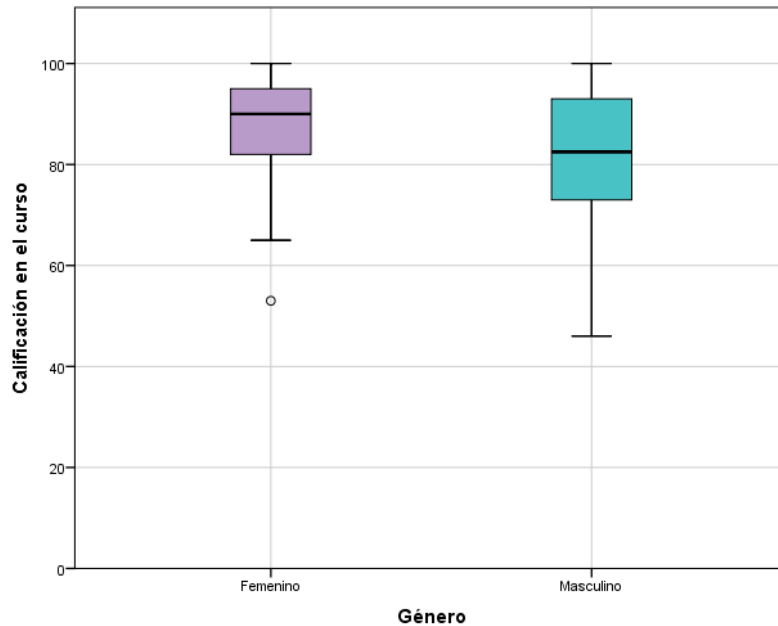


Figura 16. Calificación final de la asignatura de acuerdo al género del participante

4.4 Disposición y acceso a la tecnología

En este apartado se abordan los datos relacionados con el tipo de dispositivos portátiles con los que cuentan los participantes, así como el tipo de conectividad al que tienen acceso. En la presente investigación se encontró que la totalidad de los participantes contaba con un *smartphone*, así como el acceso a otro dispositivo portátil (véase Figura 17).

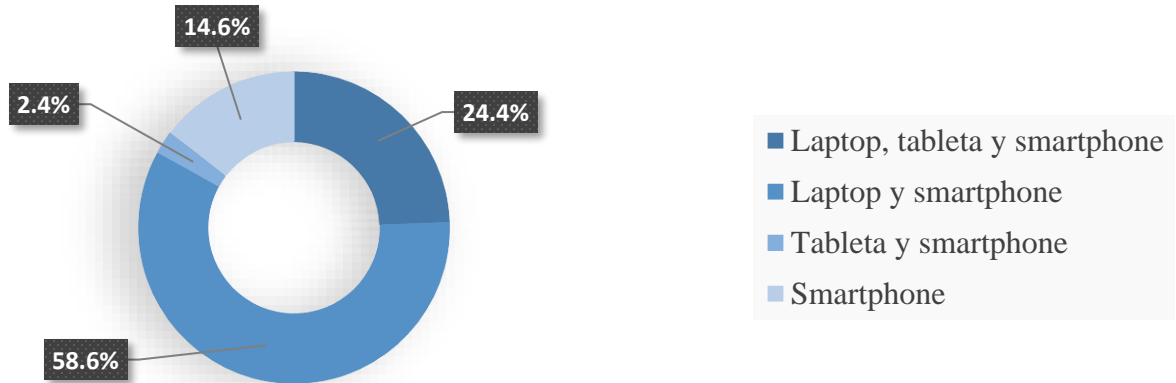


Figura 17. Posesión de dispositivos portátiles

Aunado al nivel de posesión de *smartphone* de 100%, se encontró que la totalidad de los participantes cuenta con alguna forma de conectividad a Internet (véase Figura 18). Esta información favoreció a la investigación debido a que la totalidad de los estudiantes tuvo la oportunidad de acceso a los CED a través del dispositivo para el que fueron diseñados.

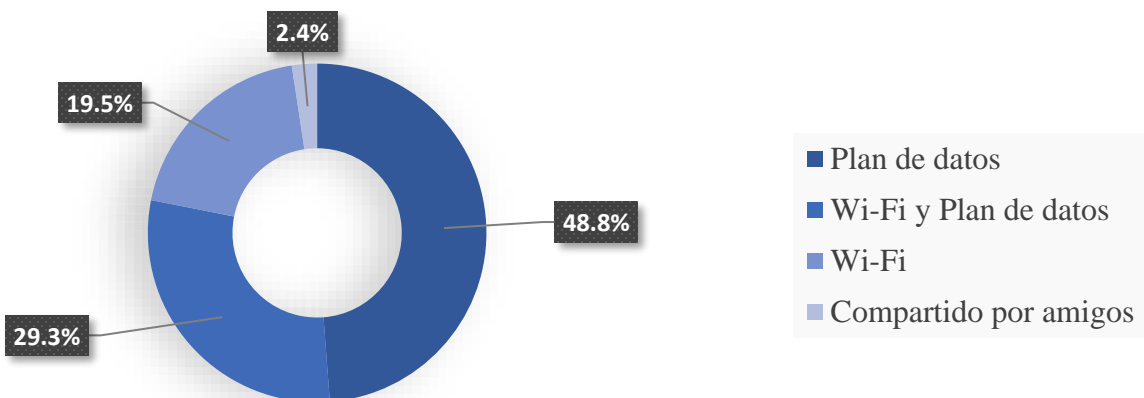


Figura 18. Tipo de conectividad

Asimismo, se observa que 7 de 10 estudiantes cuentan con un plan de datos, lo que facilita su conectividad en cualquier lugar y momento, brindando la posibilidad de acceder a los CED en contextos de movilidad.

4.5 Descripción de la consulta a los Contenidos Educativos Digitales

Este apartado recupera la información relacionada con los dispositivos utilizados para la consulta de los CED, la vía de distribución a la que accedieron los participantes, el espacio físico donde se realizó la consulta, así como los principales distractores identificados por los estudiantes en el momento de la consulta.

El dispositivo más utilizado fue el *smartphone*, debido a que el docente del grupo les sugirió a los estudiantes este dispositivo portátil para la consulta de los materiales. El segundo dispositivo preferido por los estudiantes fue la laptop, mientras que se utilizó a la tableta para las consultas. Asimismo, más de la mitad de los estudiantes utilizó un segundo dispositivo para la consulta, mientras que únicamente 14 estudiantes utilizaron tres dispositivos para acceder a los CED (véase Tabla 12).

Tabla 12.

Frecuencia de uso de dispositivos utilizados para la consulta de los CED

| Uso | Laptop | Tableta | Smartphone | Otro* | Total |
|------------------------|--------|---------|------------|-------|-------|
| Mayormente utilizado | 15 | 2 | 24 | 0 | 41 |
| Medianamente utilizado | 12 | 4 | 12 | 0 | 28 |
| Menormente utilizado | 3 | 4 | 5 | 2 | 14 |

Nota: * Computadora de escritorio, PlayStation 4. Elaboración propia.

Se encontró que algunos estudiantes realizaron la consulta de los CED a través de dispositivos que no presentan la característica de portabilidad. Se presentaron dos casos donde los estudiantes utilizaron una computadora de escritorio y una consola PlayStation 4. En ambos casos no hubo problemas para la visualización de los CED ya que el diseño de los videos era adaptable a cualquier tipo de pantalla.

Respecto a la vía de acceso para la consulta de los CED, se encontró que la vía de distribución – *WhatsApp* - no fue utilizada por los estudiantes. Sin embargo, la mayoría de los participantes accedió a través de la plataforma de *Google Classroom*, la cual era utilizada por el

docente para proveer materiales durante su clase. Asimismo, se encontró que los estudiantes compartieron los CED a través de un grupo en *Facebook* (véase Tabla 13).

Tabla 13.
Vía de distribución utilizada para la consulta de los CED

| Vía de acceso | n | Porcentaje |
|--|-----------|-------------------|
| <i>Google Classroom</i> | 37 | 90.2 |
| Mensaje por <i>WhatsApp</i> | 0 | - |
| Grupo de <i>Facebook</i> | 2 | 4.9 |
| Mensaje de <i>Messenger</i> | 0 | - |
| <i>Google Classroom</i> y grupo de <i>Facebook</i> | 2 | 4.9 |
| Total | 41 | 100 |

Nota: Elaboración propia.

Respecto al lugar de la consulta, la mayoría de los participantes accedió a los materiales en su casa, mientras que más de la mitad de los participantes accedió en tres lugares diferentes (véase Tabla 14).

Tabla 14.
Lugares de consulta de los CED

| Lugar | Casa | Escuela | Exterior* | Total |
|------------------------|-------------|----------------|------------------|--------------|
| Más utilizado | 38 | 1 | 0 | 39 |
| Medianamente utilizado | 17 | 9 | 5 | 31 |
| Menos utilizado | 8 | 8 | 8 | 24 |

Nota: *Lugares públicos y medios de transporte. Elaboración propia.

Los participantes utilizaron la propiedad de movilidad principalmente dentro de sus casas, donde mencionaron haber accedido a los CED en distintos espacios – recámara, sala, patio, entre otros-. La categoría de “Escuela” fue el segundo lugar más utilizado durante la consulta. Respecto a la categoría “Exterior”, los participantes mencionaron haber realizado la consulta en cafeterías, en el trabajo, en transporte público o personal.

Por otra parte, se les solicitó a los participantes identificar los tres principales distractores durante la consulta de los CED. Algunos distractores identificados por los participantes están relacionados con el lugar de la consulta, como es el caso del movimiento al transportarse (véase Figura 19).

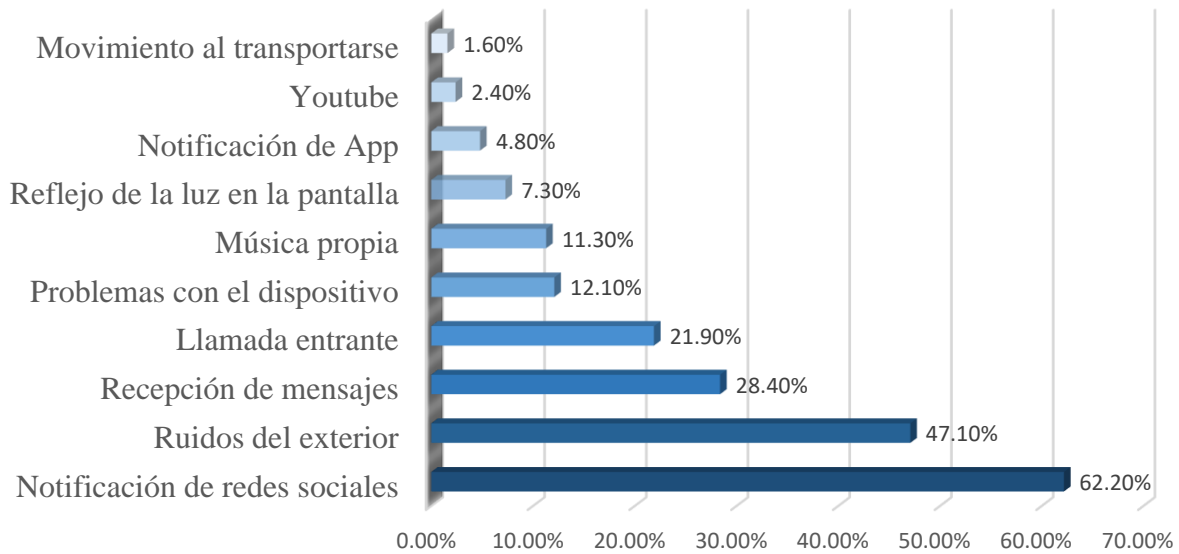


Figura 19. Principales distractores identificados por los participantes

Respecto a materiales adicionales consultados por los estudiantes se encontró que únicamente el 9% consultó materiales adicionales. Dichos materiales corresponden a la consulta de otro video en *YouTube*, apuntes del estudiante, ejercicios proporcionados por el docente y un sitio web externo a la página que contenía a los CED. Cabe señalar la preferencia de los estudiantes por la búsqueda de materiales audiovisuales para complementar la información que requerían.

4.6 Opinión de los estudiantes acerca de los CED

En este apartado se aborda la evaluación de los CED desde la opinión de los participantes. Primeramente, se muestra el nivel de complejidad de los temas estadísticos abordados. En la Tabla 15 se observa que la mayoría de los participantes consideraron que los temas eran fáciles.

Tabla 15.
Grado de dificultad de los CED

| CED | Muy difícil | Difícil | Fácil | Muy fácil |
|----------------|-------------|------------|------------|------------|
| Wilcoxon | - | 9 (22.0%) | 27 (65.8%) | 5 (12.2%) |
| Mann Whitney | - | 9 (22.0%) | 22 (53.6%) | 10 (24.4%) |
| Kruskal-Wallis | - | 11 (26.9%) | 22 (53.6%) | 8 (19.5%) |

Nota: Elaboración propia.

Posteriormente, se solicitó a los participantes que evaluarán con una escala del 0 al 10 diversos elementos relacionados con la funcionalidad, organización, claridad, diseño, el logro del aprendizaje y finalmente, una evaluación general de los CED. Los elementos con las evaluaciones más bajas fueron los relacionados con la navegación de la página web, la claridad en el propósito estadístico, el tono de la voz y el tiempo suficiente para explicar el tema. Por otra parte, el elemento que obtuvo la media de evaluación más alta fue el tamaño del texto. Esta información es relevante para la investigación debido a que el diseño de los CED enfatiza la adecuación de materiales audiovisuales para su consulta en dispositivos portátiles que poseen limitaciones con respecto al tamaño de pantalla como lo es el *smartphone* (véase Tabla 16).

Tabla 16.
Evaluación de elementos sobre los CED

| Dimensión | Identificador del reactivo | Mín. | Máx. | Media | D. E. |
|----------------------------------|---|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Funcionalidad | 16. Acceso a la web | 5 | 10 | 9.4 | 1.00 |
| | 17. Navegación en la web | 4 | 10 | 9.2 | 1.10 |
| | 18. Descarga | 7 | 10 | 9.2 | 0.75 |
| Organización | 19. Organización de los temas | 7 | 10 | 9.4 | 0.89 |
| | 23. Secuencia lógica en el procedimiento | 7 | 10 | 9.2 | 0.70 |
| Claridad | 20. Claridad en la explicación de conceptos | 6 | 10 | 8.4 | 1.11 |
| | 21. Claridad en el propósito estadístico | 4 | 10 | 8.6 | 1.18 |
| | 22. Claridad en el procedimiento | 6 | 10 | 8.5 | 1.00 |
| | 24. Lenguaje utilizado | 7 | 10 | 9.5 | 0.77 |
| | 25. Velocidad de la explicación | 5 | 10 | 8.6 | 1.21 |
| Diseño | 26. Calidad de las imágenes | 7 | 10 | 9.5 | 0.74 |
| | 27. Tipo de letra | 7 | 10 | 9.5 | 0.77 |
| | 28. Tamaño del texto | 8 | 10 | 9.7 | 0.60 |
| | 29. Color del texto | 7 | 10 | 9.6 | 0.65 |
| | 30. Tono de la voz | 4 | 10 | 9.1 | 1.31 |
| | 31. Música de fondo | 5 | 10 | 8.7 | 1.49 |
| | 32. Uso de animaciones | 6 | 10 | 9.2 | 1.00 |
| | 33. Estética del video | 6 | 10 | 9.2 | 0.94 |
| | 34. Tiempo suficiente para explicar el tema | 4 | 10 | 8.7 | 1.35 |
| Logro del aprendizaje | 35. Favorecimiento para la comprensión | 7 | 10 | 9.2 | 0.88 |
| | 36. Apoyo a la resolución de problemas | 7 | 10 | 9.2 | 0.82 |
| | 37. Motivación al aprendizaje | 7 | 10 | 9.0 | 0.97 |
| | 38. Respuestas de dudas mediante el docente | 7 | 10 | 9.5 | 0.80 |
| | 39. Uso de tecnología como estrategia | 8 | 10 | 9.4 | 0.74 |
| Evaluación general de los videos | 40. Evaluación video Wilcoxon | 6 | 10 | 8.9 | 1.09 |
| | 41. Evaluación video U Mann Whitney | 7 | 10 | 9.1 | 0.91 |
| | 42. Evaluación video Kruskal Wallis | 7 | 10 | 9.2 | 0.80 |

Nota: Elaboración propia.

En la dimensión de diseño se encuentran los elementos mejor evaluados, principalmente aquellos relacionados con elementos gráficos de los CED. Los reactivos relacionados con la música de fondo y el tiempo suficiente para la explicación del tema obtuvieron una media más baja a comparación de los reactivos de la misma dimensión.

En la dimensión del logro del aprendizaje los elementos mejor evaluados fueron la respuesta a las dudas mediante la explicación del docente y el uso de la tecnología como estrategia para el aprendizaje. El reactivo relacionado con el acompañamiento del docente se relaciona con la estrategia pedagógica de Aprendizaje invertido, donde el docente cumple un rol importante para lograr el aprendizaje del estudiante. Asimismo, el reactivo sobre el uso de la tecnología como estrategia para el aprendizaje concuerda con el perfil de los participantes ya que muestran un alto nivel de agrado por el uso de tecnologías, así como un autoconcepto de habilidad para el manejo de dispositivos portátiles.

También se observa que los reactivos 20, 21, 22 y 25 -correspondientes a la dimensión de claridad- obtuvieron la media de evaluación más baja. Dicha evaluación se representa en la Figura 20 donde se muestra que la dimensión de claridad se encuentra por debajo de las demás.

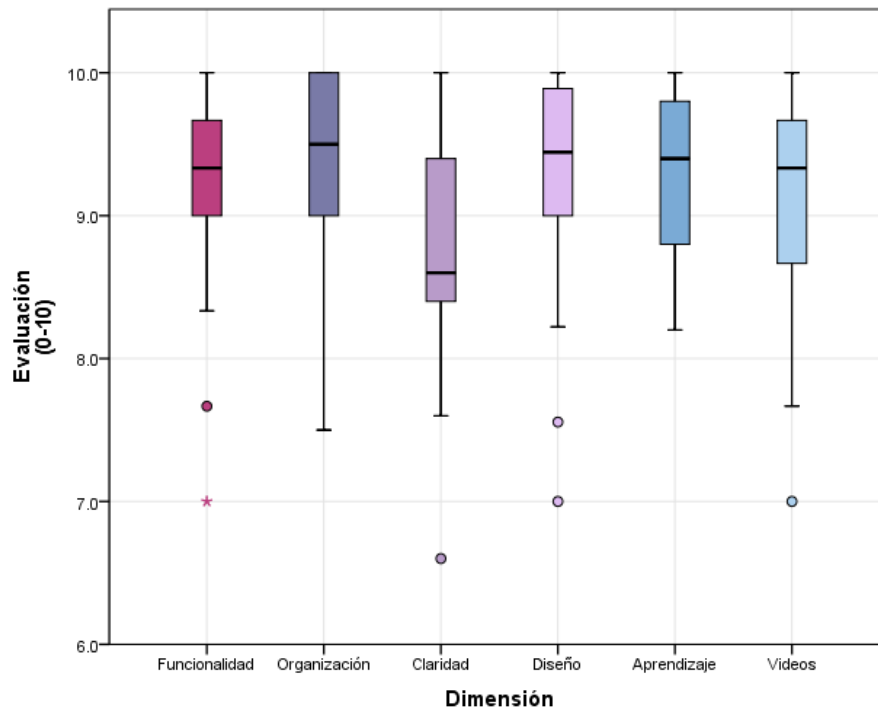


Figura 20. Evaluación por dimensiones

A continuación, se aborda la correlación de los reactivos de cada dimensión. De acuerdo con Castañeda, Cabrera, Navarro y Vries (2010) el coeficiente de Pearson es el análisis más común para identificar la correlación entre variables de tipo ordinal o continuas. Para la interpretación del coeficiente de correlación se utiliza un rango de -1 a +1, donde un valor cercano a 0 indica una correlación nula entre las variables, mientras que un valor cercano a 1 indica una correlación alta entre las dos variables (Rodríguez, Gallardo, Pozo y Gutiérrez, s.f.). En la Tabla 17 se presenta la escala de valoración para la interpretación del coeficiente de correlación en esta investigación.

Tabla 17.
Escala de valoración para el coeficiente de correlación

| Valoración | Rango en valor absoluto |
|-------------------|--------------------------------|
| Muy alta | 0.9 – 0.99 |
| Alta | 0.7 – 0.89 |
| Moderada | 0.4 – 0.69 |
| Baja | 0.2 – 0.39 |
| Nula | 0 – 0.19 |

Nota: Se utiliza la misma valoración para coeficientes de correlación positivos y negativos. Elaboración propia.

Primeramente, en la dimensión de funcionalidad se encontró una correlación moderada (.465) entre los reactivos que corresponden al funcionamiento de la página web -acceso y navegación-. En menor medida el reactivo 18, correspondiente a la descarga, obtuvo una correlación baja con los demás ítems (véase Tabla 18).

Tabla 18.
Correlación en la dimensión de funcionalidad (reactivos 16-18)

| | r16 | r17 | r18 |
|-----|--------|-------|-----|
| r16 | – | | |
| r17 | .465** | – | |
| r18 | .331* | .367* | – |

Nota: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

En la dimensión de organización, compuesta únicamente por dos reactivos, se encontró una correlación baja (véase Tabla 19). Esto puede deberse a que dichos reactivos atendieron a dos tipos de organización: interna y externa. En la organización interna, correspondiente al reactivo 23, se buscaba la evaluación de la secuencia lógica en la explicación del procedimiento

dentro de los CED. En la organización externa, correspondiente al reactivo 19, se preguntó por la organización de los temas siendo el Contraste no paramétrico de Wilcoxon el primer CED presentado a los estudiantes, continuando con los Contrastes de Mann Whitney y Kruskal-Wallis.

Tabla 19.
Correlación en la dimensión de organización (reactivos 19 y 23)

| | r19 | r23 |
|-----|-------|-----|
| r19 | - | |
| r23 | .333* | - |

Nota: * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

En la dimensión de claridad se encontró una correlación moderada (.609) entre los reactivos 20 y 22 correspondientes a la claridad en la explicación de los conceptos incluidos en los CED y la claridad en los procedimientos explicados (véase Tabla 20). Asimismo, se encontró una correlación moderada (.464) entre los reactivos 20 y 24 correspondientes a la claridad en la explicación de los conceptos y al lenguaje utilizado para exponer los temas. Esta correlación es importante para el trabajo de investigación ya que el uso del lenguaje personalizado en el desarrollo de los CED fue un elemento considerado en el marco de referencia de este trabajo.

Tabla 20.
Correlación en la dimensión de claridad (reactivos 20-22 y 24-25)

| | r20 | r21 | r22 | r24 | r25 |
|-----|--------|-------|-------|-------|-----|
| r20 | - | | | | |
| r21 | .372* | - | | | |
| r22 | .609** | .257 | - | | |
| r24 | .464** | .311* | .280 | - | |
| r25 | .199 | .183 | .331* | .324* | - |

Nota: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

Por otra parte, se encontraron niveles de correlación nulos entre los reactivos 20 y 21 correspondientes a la claridad en la explicación de los conceptos y a la claridad en el propósito estadístico (.199 y .183, respectivamente) con el reactivo 25 el cual refiere a la velocidad de la explicación.

En la dimensión del diseño se encontraron valores de correlación altos entre el reactivo 33 correspondiente a la estética del video con los reactivos 32 -uso de animaciones- y 29 -color del texto- (véase Tabla 21). El reactivo 32 -Uso de animaciones- y 33 -Estética del video- obtuvieron los mayores niveles de correlación entre todos los reactivos.

Tabla 21.
Correlación en la dimensión del diseño (reactivos 26-34)

| | r26 | r27 | r28 | r29 | r30 | r31 | r32 | r33 | r34 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| r26 | - | | | | | | | | |
| r27 | .565** | - | | | | | | | |
| r28 | .562** | .431** | - | | | | | | |
| r29 | .627** | .305 | .500** | - | | | | | |
| r30 | .295 | .086 | .024 | .320* | - | | | | |
| r31 | .200 | .126 | .028 | .323* | .598** | - | | | |
| r32 | .491** | .309* | .258 | .638** | .635** | .638** | - | | |
| r33 | .553** | .359* | .491** | .713** | .549** | .655** | .843** | - | |
| r34 | .281 | .150 | -.019 | .308* | .230 | .360* | .507** | .378* | - |

Nota: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

Por otra parte, se obtuvieron niveles de correlación nulos para los reactivos 27 -Tipo de letra- y 28 -Tamaño del texto- con los reactivos 30, 31 y 34 correspondientes al tono de la voz, música de fondo y el tiempo suficiente para explicar el tema, respectivamente. Debido a los aspectos del diseño que dichos reactivos atienden, no se esperaba que existiera correlación entre dichos ítems.

Respecto al reactivo 27, únicamente obtuvo niveles de correlación moderados con los reactivos 26 -Calidad de las imágenes- y 28 -Tamaño del texto-. Asimismo, en el reactivo 28 obtuvo correlaciones moderadas únicamente con los reactivos 26, 27, 28, 33 correspondientes a la calidad de las imágenes, el tipo de letra, color del texto y la estética de los CED, respectivamente.

En la dimensión sobre el logro del aprendizaje, representada en la Tabla 22, se encontró una correlación moderada (.623) entre los reactivos 37 y 39 los cuales evalúan la motivación al proceso de aprendizaje a través del uso de videos y el uso de la tecnología como estrategia para el aprendizaje, respectivamente. Por otra parte, el reactivo que mostró el nivel de correlación más bajo fue el 38, el cual evaluó la respuesta a las dudas mediante la explicación del docente.

Tabla 22.

Correlación en la dimensión sobre el logro del aprendizaje (reactivos 35-39)

| | r35 | r36 | r37 | r38 | r39 |
|-----|--------|--------|--------|------|-----|
| r35 | - | | | | |
| r36 | .415** | - | | | |
| r37 | .337* | .580** | - | | |
| r38 | .033 | .224 | .060 | - | |
| r39 | .184 | .442** | .623** | .097 | - |

Nota: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

En la dimensión de evaluación general de los CED se encontraron niveles de correlación moderados entre los tres reactivos como se muestra en la Tabla 23. Se observa que, entre los tres reactivos, el nivel más bajo se obtuvo en la correlación entre el CED del Contraste no paramétrico de Wilcoxon -reactivo 40- y el de Kruskal-Wallis -reactivo 42-.

Tabla 23.

Correlación en la dimensión de evaluación general de los CED (reactivos 40-42)

| | r40 | r41 | r42 |
|-----|--------|--------|-----|
| r40 | - | | |
| r41 | .491** | - | |
| r42 | .428** | .577** | - |

Nota: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). Elaboración propia.

Al realizar un análisis de correlación entre los reactivos 16 al 42, se encontraron los valores de correlación más altos (véase Tabla 24). Se observa que los mayores niveles de correlación se encuentran en la dimensión del diseño. Se encontraron dos casos de correlación alta (.735) y moderada (.633) en reactivos que pertenecen a diferentes dimensiones.

Tabla 24.
Mayores coeficientes de correlación entre los reactivos del 16 al 42

| Dimensión | Reactivos | Coef. de correlación | Nivel de correlación |
|------------------------|---|----------------------|----------------------|
| Diseño | r32. Uso de animaciones r33. Estética del video | .843 | Alto |
| Diseño/ Aprendizaje | r34. Tiempo suficiente para explicar el tema r35. Favorecimiento para la comprensión | .735 | Alto |
| Diseño | r33. Estética del video r29. Color del texto | .713 | Alto |
| Diseño | r33. Estética del video r31. Música de fondo | .655 | Moderado |
| Diseño | r32. Uso de animaciones r29. Color del texto | .638 | Moderado |
| Diseño | r32. Uso de animaciones r31. Música de fondo | .638 | Moderado |
| Diseño | r32. Uso de animaciones r30. El tono de la voz | .635 | Moderado |
| Aprendizaje/ Videos | r37. Motivación al aprendizaje r41. Evaluación video de Mann Whitney | .633 | Moderado |

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, se buscaron correlaciones entre las dimensiones, dicha información está contenida en la Tabla 25.

Tabla 25.
Correlación entre las dimensiones

| | Funcionalidad | Organización | Claridad | Diseño | Aprendizaje | Ev. Gral. |
|---------------|---------------|--------------|----------|--------|-------------|-----------|
| Funcionalidad | - | | | | | |
| Organización | .207 | - | | | | |
| Claridad | .168 | .450** | - | | | |
| Diseño | .368* | .616** | .549** | - | | |
| Aprendizaje | .328* | .531** | .380* | .592** | - | |
| Ev. Gral. | .030 | .468** | .384* | .349* | .647** | - |

Nota: ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral). Elaboración propia.

Se encontró un nivel de correlación moderado entre las dimensiones de logro de aprendizaje y la evaluación general de los videos, siendo el nivel de correlación más alto logrado entre las dimensiones. Sin embargo, se encontró un nivel de correlación moderado en la dimensión del diseño en contraste con la organización, aprendizaje y claridad, por lo que la dimensión del diseño fue la que obtuvo mayor correlación entre las dimensiones. Por otra parte,

la dimensión con los valores de correlación más bajos fue la funcionalidad, que como se mencionó anteriormente, evaluó elementos de la página web.

4.6.1 Evaluación de los CED según el género y calificación de los participantes

A continuación, se presenta la evaluación por dimensiones a través de la segmentación de los participantes de acuerdo a su género, promedio de calificaciones de la licenciatura, la calificación final de la asignatura, así como del cuartil 1 y 4 de calificación en dicho curso. Primeramente, se analizaron los datos correspondientes al género y la evaluación de las dimensiones donde no se encontraron diferencias significativas entre la opinión de ambos subgrupos de participantes (véase Tabla 26).

Tabla 26.
Evaluación de las dimensiones de acuerdo al género del participante

| Género | n | Estadísticos | Funcionalidad | Organización | Claridad | Diseño | Aprendizaje | Ev. Gral. |
|----------------------|----|--------------|---------------|--------------|----------|--------|-------------|-----------|
| Femenino | 31 | media | 9.3 | 9.3 | 8.7 | 9.3 | 9.3 | 9.1 |
| | | D.E. | .70 | .70 | .75 | .73 | .58 | .77 |
| Masculino | 10 | media | 9.0 | 9.4 | 8.6 | 9.2 | 9.2 | 8.9 |
| | | D. E. | .83 | .50 | .65 | .51 | .52 | .75 |
| Global | 41 | media | 9.2 | 9.3 | 8.7 | 9.3 | 9.3 | 9.1 |
| | | D. E. | .74 | .66 | .72 | .68 | .56 | .76 |
| Significancia | | | .165 | .554 | .634 | .819 | .516 | .316 |

Nota: Elaboración propia.

Posteriormente, se analizó la evaluación de las dimensiones mediante el reagrupamiento de los datos de acuerdo a la media de calificaciones en la universidad, como se muestra en la Tabla 27. Con dicha comparación se encontraron diferencias significativas al nivel de 0.05 entre los participantes en la dimensión de claridad.

Tabla 27.
Evaluación de las dimensiones de acuerdo a la media de calificaciones en la universidad

| Promedio | n | Estadísticos | Funcionalidad | Organización | Claridad | Diseño | Aprendizaje | Ev. Gral. |
|----------------------|----|--------------|---------------|--------------|----------|--------|-------------|-----------|
| $\bar{x} \geq 89$ | 28 | media | 9.1 | 9.4 | 8.9 | 9.3 | 9.2 | 9.1 |
| | | D. E. | .82 | .65 | .58 | .57 | .56 | .72 |
| $\bar{x} \leq 89$ | 13 | media | 9.4 | 9.1 | 8.4 | 9.3 | 9.4 | 9.0 |
| | | D. E. | .46 | .66 | .87 | .90 | .59 | .88 |
| Global | 41 | media | 9.2 | 9.3 | 8.7 | 9.3 | 9.3 | 9.1 |
| | | D. E. | .74 | .66 | .72 | .68 | .56 | .76 |
| Significancia | | | .24 | .22 | .03 | .99 | .46 | .73 |

Nota: Elaboración propia.

Se prosiguió a analizar de la misma forma a los participantes, pero con la variable de calificación final de la asignatura como se muestra en la Tabla 28. Se observa que existen diferencias significativas al nivel 0.05 en la dimensión de organización.

Tabla 28.
Evaluación de las dimensiones de acuerdo a la media de calificación final de la asignatura

| Promedio | n | Estadísticos | Funcionalidad | Organización | Claridad | Diseño | Aprendizaje | Ev. Gral. |
|----------------------|----|--------------|---------------|--------------|----------|--------|-------------|-----------|
| $\bar{x} \geq 85$ | 25 | media | 9.2 | 9.5 | 8.8 | 9.3 | 9.3 | 9.1 |
| | | D. E. | .89 | .60 | .55 | .58 | .52 | .77 |
| $\bar{x} \leq 85$ | 16 | media | 9.3 | 9.06 | 8.6 | 9.2 | 9.2 | 9.0 |
| | | D. E. | .41 | .65 | .93 | .81 | .63 | .77 |
| Global | 41 | media | 9.2 | 9.3 | 8.7 | 9.3 | 9.3 | 9.1 |
| | | D. E. | .74 | .66 | .72 | .68 | .56 | .76 |
| Significancia | | | .380 | .027 | .460 | .483 | .489 | .541 |

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, se analizaron los datos de acuerdo a los cuartiles 1 y 4 de la calificación final de la asignatura, dicha información se encuentra en la Tabla 29. Tras dicho análisis, no se encontraron diferencias significativas entre los segmentos de los participantes.

Tabla 29.
Evaluación de las dimensiones de acuerdo al cuartil 1 y 4 de calificación final de la asignatura

| Calif. | n | Estadísticos | Funcionalidad | Organización | Claridad | Diseño | Aprendizaje | Ev. Gral. |
|----------------------|----|--------------|---------------|--------------|----------|--------|-------------|-----------|
| Cuartil superior | 10 | media | 9.2 | 9.5 | 8.9 | 9.2 | 9.4 | 9.4 |
| | | D. E. | 1.051 | .761 | .511 | .731 | .537 | .358 |
| Cuartil inferior | 10 | media | 9.4 | 9.4 | 8.9 | 9.6 | 9.5 | 9.3 |
| | | D. E. | .421 | .283 | .720 | .459 | .527 | .507 |
| Significancia | | | .584 | .702 | 1.000 | .256 | .741 | .617 |

Nota: Elaboración propia.

Con esta información termina el análisis estadístico de los datos recuperados del cuestionario de opinión. En el siguiente apartado se abordan los datos de respuesta abierta del cuestionario.

4.6.2 Análisis de reactivos de respuesta abierta

El “Cuestionario de opinión sobre los contenidos educativos de Estadística para su consulta en *smartphones*” finalizó con dos reactivos de respuesta abierta. Dichos reactivos se presentan en la Tabla 30.

Tabla 30.
Reactivos de respuesta abierta dentro del cuestionario de opinión

| Aspecto | Positivos | Negativos |
|-------------|---|---|
| Pedagógico | <ul style="list-style-type: none"> • Agrado por la estrategia pedagógica de Aprendizaje invertido. • El uso de los CED facilitó la comprensión de los temas. | <ul style="list-style-type: none"> • Desagrado por no aclarar dudas en el momento de la visualización. |
| Diseño | <ul style="list-style-type: none"> • Agrado por la explicación concisa de los temas • Agrado por la practicidad de los CED • Agrado hacia el formato de video. • Agrado por la oportunidad de aprender en contextos de movilidad. | <ul style="list-style-type: none"> • Desagrado por la explicación rápida y poco detallada en el video. • Desagrado por la voz. • La explicación del tema fue insuficiente. • La música del video fue un distractor. |
| Tecnológico | <ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de acceso. | <ul style="list-style-type: none"> • Desagrado por el dispositivo de consulta (<i>smartphone</i>). • Problemas de visualización debido a conexiones lentas de Internet. |

Nota: Elaboración propia.

Para el análisis de los datos de estos reactivos se identificaron las ideas principales y se codificaron para su representación gráfica en nubes de palabras. Como se observa en la Tabla 31, uno de los aspectos que generó mayor agrado por parte de los estudiantes fue la estrategia pedagógica de Aprendizaje invertido. Si bien, el concepto de Aprendizaje invertido no se presentó explícitamente en el cuestionario, este fue abordado por los reactivos 38 y 39. Sin embargo, en el mismo aspecto pedagógico, algunos estudiantes mencionaron la incomodidad de no poder resolver las dudas surgidas en el momento de la consulta.

Tabla 31.
Ideas principales de la opinión acerca de los CED (reactivos 44 y 45)

| Número de reactivo | Enunciado |
|--------------------|--|
| 44 | ¿Qué fue lo que MÁS te gustó sobre el uso de videos educativos de Estadística? |
| 45 | ¿Qué fue lo que MENOS te gustó sobre el uso de videos educativos de Estadística? |

Nota: Elaboración propia.

En el aspecto de diseño, los estudiantes mencionaron agrado por el formato de los CED, así como por la oportunidad de acceder a los materiales en contextos de movilidad. Sin embargo, consideraron que los CED debieron abordar la temática de una forma más profunda.

Finalmente, en el aspecto tecnológico se encontró el agrado hacia la facilidad de acceso a los CED. Aunado a esto, los estudiantes mostraron disgusto por problemas de conectividad de sus dispositivos, así como el hecho de tener que consultar los materiales en un *smartphone*, aunque su diseño permitía su consulta a través de cualquier dispositivo.

Por otra parte, la información recuperada se analizó y codificó para su representación gráfica. En la Figura 21 se muestra la información relacionada con el desagrado sobre el uso de CED. Se observa que al lado derecho de las palabras se encuentra el número de ocurrencia de cada categoría. En el desagrado se encontró que los estudiantes consideraron que los CED podrían haber manejado más ejemplos con diferente complejidad. Sin embargo, por el diseño de los CED esta posibilidad incrementaría considerablemente la duración de los videos y tamaño.



Figura 21. Ideas principales sobre el desagrado del uso de CED

Asimismo, se encontró que los estudiantes mostraron agrado por los CED debido a que podía regresar el video y pausarlo para resolver los ejercicios a su propio ritmo, como se muestra en la Figura 22.



Figura 22. Ideas principales sobre el agrado del uso de CED

A partir de los resultados que se presentan en este capítulo se prosigue a la interpretación y discusión de los datos.

Capítulo 5. Discusión

En este capítulo se presenta la interpretación de los resultados presentados en el capítulo anterior. La finalidad de esta interpretación es contrastar los hallazgos de la investigación con experiencias similares encontradas en la literatura. Posteriormente se concluye con base en las preguntas y objetivos de investigación planteados anteriormente en este documento. Finalmente, se reconocen las limitaciones de la investigación y se ofrecen recomendaciones para futuras investigaciones.

5.1 Interpretación de los resultados

Como se mencionó anteriormente, los datos recopilados a través del “Cuestionario de opinión sobre los Contenidos Educativos de Estadística para su consulta en smartphones” corresponden a las respuestas de un grupo de 41 estudiantes, por lo que se considera necesario aclarar el alcance de la interpretación de los resultados aquí presentados.

La interpretación de los resultados, así como las conclusiones de este capítulo, no permite generalizar los hallazgos encontrados debido al tipo de enfoque metodológico que se siguió - Investigación y Desarrollo-. Por lo tanto, se reporta y concluye con base en esta situación, asimismo, las recomendaciones que se ofrecen en este apartado son basadas en el contexto antes mencionado. A continuación, se describen los hallazgos de esta investigación y se ofrece el contraste con la literatura mencionada en el marco de referencia.

5.1.1 Sobre los participantes

Una de las primeras características notorias de los participantes fue la predominancia del sexo femenino en el grupo de estudiantes. Este dato concuerda con la literatura sobre la preferencia vocacional de las mujeres por estudios en el área de Ciencias sociales (Graña, 2008; Navarro y Casero, 2012). De acuerdo con datos presentados en el portal de la Coordinación de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California (2018) en la licenciatura en Psicología de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales (FCAyS)

la proporción de matrícula femenina es de 1:4 en comparación con la matrícula masculina. Esta tendencia se replica en las demás licenciaturas ofrecidas por dicha facultad²⁴.

La proporción de participantes mujeres pudo influir en los datos comparativos entre género que se presentaron en el capítulo anterior. El análisis de los resultados reveló que las participantes tenían la media de calificaciones más alta en el promedio universitario y en la calificación final de la asignatura de Estadística inferencial en comparación con los participantes del sexo masculino.

En los análisis correspondientes a las habilidades, aptitudes y destrezas de los estudiantes en cuestión tecnológica y en la asignatura de Estadística se encontró una disposición alta hacia el uso de herramientas tecnológicas y hacia el aprendizaje de la asignatura. Cabe mencionar que en el análisis comparativo de estos aspectos no se encontraron diferencias significativas con relación a la variable género.

La disposición de los participantes propició un ambiente favorable para la aplicación de los Contenidos Educativos Digitales (CED). Sobre la disposición al aprendizaje de la Estadística, Behar y Ojeda (2011) mencionan que el proceso de aprendizaje recurre a ciertos elementos relacionados con lo que se identifica como la formación de competencias:

En un curso de estadística se piensa en cambiar las *actitudes y deseos, las habilidades y los conocimientos* (cursivas añadidas), en el sentido de propiciar en el estudiante un crecimiento que le permita aprovechar los principios y las herramientas estadísticas en la solución de los problemas que se le presentarán en su vida profesional futura (p. 48).

En la misma línea, Blanco (2008) menciona que la formación de competencias estadísticas está relacionada con las actitudes que los estudiantes muestran para el aprendizaje de la materia. Blanco menciona que el constructo de actitudes hacia el aprendizaje de la estadística es generalmente abordado desde la valoración o utilidad percibida de la Estadística, el gusto o agrado hacia la materia, la autopercepción de competencia o confianza en relación con el aprendizaje y la dificultad.

²⁴ La Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California ofrece las siguientes licenciaturas: Administración de empresas, Informática, Contaduría, Derecho, Ciencias de la educación, Psicología, Ciencias de la comunicación y Sociología.

Al respecto, en la presente investigación se encontró un nivel de agrado moderado hacia la Estadística y un autoconcepto bajo en conocimiento de la materia. Como se mencionó en el capítulo del marco de referencia, el tema seleccionado para los CED es considerado de alta complejidad debido al uso de distintas fórmulas que complejizan el procedimiento, así como del requerimiento de pensamiento crítico para la interpretación de resultados de los problemas estadísticos. No obstante, los estudiantes consideraron la temática fácil a pesar del nivel de complejidad alto del proceso de resolución.

Esta valoración de la dificultad de las temáticas por parte de los estudiantes puede deberse a la disposición e interés de la materia o al apoyo didáctico de los CED. Al respecto de este último, en la retroalimentación de las preguntas abiertas, los estudiantes mencionaron el agrado por el uso de los CED, en el sentido de que eran claros y de tener la capacidad de regresar el video a la parte del procedimiento donde requirieron apoyo. Sin embargo, la dimensión correspondiente a la claridad de los CED fue la que presentó una evaluación más baja por los estudiantes.

Por otra parte, hubo condiciones favorables para la investigación en el aspecto del agrado por la mediación tecnológica, un nivel alto de posesión de dispositivos y una autovaloración alta de habilidad para su uso. Esto coincide con estudios anteriores desarrollados en la misma universidad (Henríquez-Ritchie y Organista-Sandoval, 2012; Organista-Sandoval, McAnally y Lavigne, 2013; Organista-Sandoval, Sandoval, McAnally y Lavigne, 2016; Organista-Sandoval y Serrano, 2014). En la presente investigación se encontró un nivel de posesión de teléfono inteligente del 100%, seguido por laptop de 82% y tableta en 26.8% del total. Al contrastar los resultados con investigaciones previas se registra que en el mismo contexto universitario se han incrementado estas variables en la población estudiantil.

Respecto a la conectividad, se encontró que el total de los alumnos cuenta con algún tipo de conexión a Internet, esto concuerda con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2018). De acuerdo con el INEGI, Ensenada cuenta con 77.6% de hogares con acceso a Internet, siendo Baja California el tercer estado a nivel nacional con mayor porcentaje de Internet en el hogar.

Por lo expuesto anteriormente, respecto a la disposición y agrado de la Estadística, así como el agrado por la mediación tecnológica y el autoconcepto de habilidad alta para el manejo

de dispositivos portátiles, se considera que el grupo de estudiantes seleccionado para esta investigación tuvo condiciones favorables para implementar los CED.

5.1.2 Sobre la consulta de los CED

A continuación, se presenta la interpretación de los hallazgos en torno a la consulta de los CED: dispositivo mayormente utilizado, mediante cual vía de distribución se accedió al material, el espacio físico de la consulta y los principales distractores identificados por los estudiantes. Primeramente, ante la variedad de dispositivos portátiles que poseen los estudiantes universitarios (Organista-Sandoval, Sandoval, McAnally y Lavigne, 2016) se consideró la posibilidad de que los estudiantes accedieran a los CED mediante uno o más dispositivos distintos.

Al respecto, los resultados mostraron que el dispositivo mayormente utilizado para la consulta fue el teléfono inteligente, seguido por la computadora portátil. 68% de los participantes mencionaron el uso de dos tipos de dispositivo para la visualización de los CED, mientras que 34% de los estudiantes accedieron a los contenidos a través de tres dispositivos distintos. A partir de estos datos se destaca que los CED pudieron ser visualizados sin inconvenientes en cualquier dispositivo portátil, incluso se reportó la consulta de los materiales mediante otros dispositivos²⁵ no contemplados en la investigación.

Respecto al tipo de distribución, se encontró que los estudiantes accedieron a los CED mediante la plataforma que el docente utilizaba para sus clases regulares. La segunda vía de distribución propuesta en esta investigación fue mediante la aplicación de mensajería instantánea *WhatsApp*. Esta vía de distribución orientaba a los estudiantes a visualizar los CED en sus teléfonos inteligentes, debido a que esta aplicación funciona mediante el reconocimiento de la tarjeta SIM.

Se solicitó a un representante del grupo de estudiantes que distribuyera los CED a sus compañeros mediante esta aplicación, aunque finalmente los estudiantes no mencionaron haber accedido mediante esta opción. Sin embargo, se identificó que los mismos estudiantes distribuyeron los CED con sus compañeros a través de redes sociales. Este dato se relaciona con

²⁵ Los participantes mencionaron el acceso a los CED a través de la computadora de escritorio y PlayStation 4.

el carácter social del aprendizaje móvil mencionado por Herrera, Sanz y Fennema (2013), quienes mencionan que el proceso de aprendizaje se da a través de la comunicación, interacción y colaboración en redes. Aunque se desconoce el tipo de interacción que tuvieron los estudiantes mediante sus propias vías de distribución.

Por otra parte, se destaca la preferencia de los estudiantes por visualizar los CED en sus hogares. El docente encargado de la asignatura promovió entre los estudiantes la oportunidad de consultar los materiales en contextos de movilidad, sin embargo, los participantes aprovecharon esta propiedad para visualizar los CED en diferentes espacios dentro de sus hogares -recámara, sala, patio-. Se presentaron algunos casos donde los estudiantes accedieron a los CED en medios de transporte, sin que se reportara algún inconveniente para acceder a los materiales.

En relación con el espacio físico de la consulta, se les solicitó a los estudiantes que identificaran los posibles distractores que se presentaron mientras visualizaban el material. Los tipos de distractores se dividieron en dos categorías: internos; que hacen referencia a los distractores que surgen a partir del uso de los dispositivos portátiles, y externos; que refieren a los distractores ambientales propios del espacio físico de la consulta.

El principal distractor -Notificación de redes sociales- fue de tipo interno, mientras que los ruidos del exterior se presentaron en 47.10% de los estudiantes. Entre los más recurrentes se encontraron la recepción de mensajes, llamadas entrantes, problemas con el dispositivo, música propia, reflejo de la luz en la pantalla y otras aplicaciones. La mayoría de los distractores identificados por los estudiantes surgen del propio dispositivo, lo que concuerda con los hallazgos de Landín, Francisco y Santiago (2015).

En la literatura mostrada en el marco de referencia de este documento (Chiappe, 2016; Díaz, Saucedo, Salinas y Jiménez, 2014; Landín, Francisco y Santiago, 2015), se menciona al teléfono inteligente como distractor dentro del aula. En la presente investigación se encontró que los distractores propios de la funcionalidad del dispositivo se presentaron tanto dentro como fuera del aula. Si bien, dentro del aula se puede establecer algún tipo de reglamento para regular el uso didáctico de los dispositivos portátiles, fuera del aula estas medidas quedan al criterio del estudiante. Por otra parte, se desconoce en qué medida los distractores identificados por los estudiantes afectaron la consulta y aprendizaje de los CED.

Por otra parte, se cuestionó a los participantes sobre la suficiencia de los CED para el aprendizaje de la temática, a lo cual los estudiantes mencionaron haber accedido a materiales audiovisuales externos para aclarar dudas. Esto concuerda con las cifras del informe del uso de Internet del INEGI (2018) donde se posiciona la consulta de materiales audiovisuales como la cuarta actividad más realizada por los usuarios de Internet. La preferencia del formato audiovisual se muestra como una oportunidad para el desarrollo de más CED, así como de la necesidad de mejorar la explicación de los temas, este último aspecto señalado por los estudiantes.

5.1.3 Sobre la evaluación de los CED por parte de los estudiantes

El primer aspecto a evaluar fue la funcionalidad de la página web responsiva -cuestiones relacionadas al acceso a la web, navegación y descarga de los CED-. Dicha dimensión obtuvo una evaluación positiva por parte de los participantes, además de que se logró integrar toda la información -videos, texto e imágenes- en el sitio web, permitiendo una visualización eficiente para los estudiantes.

En la presente investigación se recurrió a una plataforma en línea que permitiera el desarrollo de una página web responsiva. A partir de esto se concuerda con los beneficios presentados por Labrada y Salgado (2013) acerca del uso de este tipo de páginas web debido a que representan una reducción de costos, eficiencia en la actualización de la información y mejoras en la usabilidad.

Sin embargo, se coincide en lo señalado por Maldonado y Nuñez (2017) respecto a analizar las desventajas que surgen con el uso de este tipo de diseños web. Existen programas para el diseño de páginas web responsivas que permiten a los diseñadores crear la página sin necesidad de utilizar códigos de programación. El diseño se realiza a partir de puntos de rotura²⁶, lo cual implica dedicar una mayor cantidad de tiempo para el diseño de las plantillas para cada dispositivo portátil. Otra de las desventajas mencionadas por dichos autores es la sobrecarga de componentes innecesarios en las plataformas, no obstante, esta cuestión está sujeta a las

²⁶ Los puntos de rotura en un diseño adaptable representan las diferentes anchuras de navegador en píxeles. Los puntos de rotura permiten visualizar un diseño con diferentes anchuras de navegador y probar la respuesta de los objetos de la página a las distintas anchuras (Adobe Systems Incorporated, 2018, párr. 4).

necesidades de la instrucción, por lo que cada elemento a utilizar en una página web debe tener un sentido de uso y utilidad.

Para fines de esta investigación se seleccionó el uso de una página web responsiva mediante una plataforma gratuita, aunque no se considera a este tipo de herramientas como la solución definitiva a los problemas antes expuestos. El uso de este tipo de diseño web deberá estar considerado en la fase correspondiente al análisis del modelo instruccional que se seleccione para la elaboración de los CED. En el caso de esta investigación se decidió por un sitio web responsivo debido a:

- a) Desconocer el nivel de posesión de teléfonos inteligentes del grupo seleccionado
- b) Brindar opciones de consulta en diversos dispositivos portátiles, priorizando el diseño para su visualización en teléfonos inteligentes
- c) Desconocer del espacio de memoria de los dispositivos de los participantes, se intentó evitar que los estudiantes descargaran una aplicación en sus dispositivos para visualizar 3 temas de un curso.

Por estas razones se consideró a un diseño web responsivo para integrar la información de los CED -videos, imágenes y texto explicativo-. De acuerdo con los resultados presentados en la investigación, esta decisión fue acertada.

Respecto a la dimensión de la organización de los temas y la secuencia lógica en el procedimiento de los CED, se obtuvo una evaluación favorable, aunque no se encontró un nivel de correlación alto en estos ítems ya que ambos reactivos buscaban un tipo de organización externa²⁷ o interna²⁸.

Acerca de la dimensión de claridad y diseño se retomaron las recomendaciones de Mayer (2011) para la elaboración de los CED en formato audiovisual. Una de las recomendaciones es el uso del canal auditivo para la explicación de conceptos. Mayer y Moreno (2003) mencionan que se debe evitar mostrar texto sincronizado con el mismo mensaje en audio. Para fines de esta investigación se prefirió acompañar la explicación de conceptos con audio y texto. El tipo de

²⁷ El orden de los temas.

²⁸ La secuencia lógica dentro de cada tema.

texto utilizado en los CED fue en forma de ideas principales acompañado de iconos que representaran a dicha idea.

Por otra parte, se concuerda con Mayer y Moreno (2003) sobre un primer acercamiento de los conceptos o vocabulario propio de la temática a desarrollar en los apoyos audiovisuales. Esto debido a que se encontraron dificultades para que los participantes comprendieran ciertos términos matemáticos, lo cual obstaculizó el seguimiento de la explicación en una parte del procedimiento. Esto concuerda con las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de la Estadística (Álvarez y Vallecillos, 2001; Arias, 2006; Batanero, Godino, Vallecillos, Green y Holmes, 1994; Zapata, 2011).

En la dimensión del diseño, se encontró que el reactivo correspondiente a la estética del video obtuvo niveles de correlación alto y medio con la mayoría de los ítems de la dimensión del diseño. Esto concuerda con lo expuesto por David y Glore (2010). Si bien, no se consideraron algunos aspectos expuestos por estos autores como el impacto de la estética del diseño en la veracidad de la información, estos podrían ser considerados para un estudio posterior que aborde la relación estética con factores asociados al aprendizaje.

El ítem que obtuvo un valor alto de correlación con la estética fue el uso de animaciones (.843). Este punto se relaciona con lo expuesto por Mayer (2005) sobre el uso adecuado de animaciones. En la presente investigación se observa que el uso excesivo de animaciones puede confundir a los estudiantes, así como los desplazamientos de elementos gráficos a una alta velocidad.

Uno de los mayores aciertos en el diseño de los CED fue el tamaño del texto, ya que como se mencionó en el capítulo de resultados, fue el reactivo que obtuvo la media de evaluación más alta. El tamaño del texto fue uno de los aspectos más cuidados en el diseño de los CED debido a las características del dispositivo, se pretendía ofrecer un diseño que permitiera una fácil lectura en un espacio reducido de la pantalla.

Otro elemento considerado en la dimensión del diseño fue el uso de lenguaje personalizado y la claridad en la explicación. Se tomó en cuenta lo expresado en la literatura (Ginns, Martín y Marsh, 2013; Mayer, 2005) para el desarrollo de los CED, así como el cuidado en la dicción del instructor en los videos y el mejoramiento del audio a través de filtros

ambientales en los programas de edición. Los resultados mostraron discrepancia en la opinión de los estudiantes. Algunos estudiantes consideraron que la voz del instructor en los videos restaba dinamismo a la explicación, mientras que a otros les agradó el tono y la explicación dada.

Respecto al tipo de codificación de los materiales audiovisuales, se encontró durante la fase del desarrollo de los CED que el tipo de codificación propuesto por Moldovan, Ghergulescu y Muntean (2014a) sigue vigente. A pesar de que en la actualidad existen codificaciones con mayor calidad, estas no se encuentran disponibles para la paquetería de *Adobe Creative Cloud*. En la presente investigación no se contempló el uso de otros programas por lo que se desconoce si existen recursos gratuitos que manejen esta calidad para productos audiovisuales. Sin embargo, la calidad del producto audiovisual puede comprometer la descarga o visualización en dispositivos portátiles, lo cual limitaría su acceso a aquellos participantes que no tengan un dispositivo actual o con características técnicas suficientes.

Respecto al tipo de video que se eligió -animación- para los CED, los estudiantes mencionaron mediante respuestas a preguntas abiertas que les parecía novedoso el formato de video, ya que algunos asociaron a los videos tutoriales a la figura de un instructor explicando procedimientos frente a un pizarrón. Por lo que mencionaron que los CED les parecían un apoyo didáctico novedoso e innovador.

Los resultados obtenidos en los elementos de mayor agrado por parte de los estudiantes²⁹ coinciden con una de las ventajas de utilizar materiales audiovisuales mencionadas por Donkor (2011) sobre la posibilidad de visualizar el contenido las veces que sean necesarias y tener la posibilidad de detener o regresar a partes de la explicación del procedimiento donde el estudiante requiera reforzar.

Finalmente, dentro de la dimensión del diseño se encontró en los análisis estadísticos que la duración de los videos correlaciona de forma positiva con el favorecimiento a la comprensión de la temática. En las respuestas a preguntas abiertas, los estudiantes mencionaron que les hubiera gustado ver más ejemplos de resolución en los videos, sin embargo, esto aumentaría la duración y el tamaño de los videos, comprometiendo el diseño de los mismos.

²⁹ Reactivo 44 del Cuestionario de opinión sobre los Contenidos Educativos de Estadística para su consulta en smartphones (Véase apéndice B).

5.1.4 Sobre el logro del aprendizaje

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los participantes fueron mujeres en una proporción de 1:3 con los hombres. Se observó que la media de calificaciones del curso de estadística fue mayor en las mujeres que los hombres. Los análisis estadísticos continuaron en la búsqueda de diferencias significativas entre la segmentación de la muestra en grupos de acuerdo a la media de calificación en la universidad y la calificación final del curso de Estadística, independientemente del género de los participantes.

Respecto a la media de calificación en la universidad, se encontraron diferencias significativas al nivel 0.05 en la dimensión de claridad de los CED. Los estudiantes con promedio igual o superior a la media evaluaron a dicha dimensión con 0.5 puntos más que los estudiantes cuyo promedio se situaba por debajo de la media. Esto podría indicar que los estudiantes con mayor promedio lograron comprender el procedimiento estadístico explicado en los CED con mayor facilidad.

Por otra parte, en el análisis correspondiente a la media de calificación final de la asignatura de Estadística se encontraron diferencias significativas en la dimensión de la organización de los CED. Dicha dimensión recuperaba información sobre la coherencia en la organización externa³⁰ y la organización interna³¹ de los CED. Los estudiantes correspondientes al grupo que estaba por debajo de la media de calificación final evaluaron en menor medida esta dimensión. Esto se puede relacionar a la claridad del propósito estadístico, ya que los CED siguieron una lógica para la presentación de los temas, así como para la presentación de la información en cada material audiovisual. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los estudiantes del cuartil 1 y 4 segmentados de acuerdo a la calificación final en el curso.

En otro aspecto, los estudiantes mostraron agrado por el empleo productivo del tiempo en el aula por lo que la estrategia pedagógica de Aprendizaje invertido fue aceptada por los estudiantes. Esto contrasta con la experiencia descrita por Talbert (2014) sobre la renuencia de los estudiantes ante el cambio de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje al aplicar el

³⁰ Orden de los temas.

³¹ Orden en la información presentada dentro de un tema.

modelo de Aprendizaje invertido en un grupo de algebra lineal. Talbert menciona que dicha renuencia se asociaba a la concepción de que el modelo de Aprendizaje invertido requiere más trabajo fuera del horario de clase.

Este aspecto se atendió en la presente investigación al considerar el hecho de no saturar la actividad del estudiante fuera del aula, por lo cual únicamente se le proporcionó el CED correspondiente a la siguiente sesión de clase y una actividad para su resolución. El proporcionar una actividad para que el estudiante presente en la siguiente sesión apoya al docente para asegurar que el estudiante haya visualizado los materiales proporcionados y revisar si el estudiante ha logrado resolver el problema con base en los materiales que ha consultado.

Por otra parte, los participantes reconocieron la importancia del acompañamiento docente en el proceso de enseñanza. Algunos estudiantes mencionaron que requerían el apoyo de un facilitador para aclarar dudas surgidas en el procedimiento, además, se evaluó positivamente al docente en cuanto a la atención a las dudas expuestas por sus estudiantes durante la clase presencial.

Finalmente, se detectó que la evaluación general de los CED³² fue mejorando conforme a la presentación de los temas. El primer CED³³ obtuvo una media de calificación más baja en comparación con el segundo y el tercero. Esto puede deberse a diversas situaciones, primeramente, se puede interpretar en relación al impacto que causó en los estudiantes cambiar la estrategia pedagógica empleada en clase y su transición hacia el Aprendizaje invertido. Como se mencionó anteriormente, Talbert (2014) señala la renuencia del estudiante por el cambio de estrategia pedagógica, sin embargo, en los resultados presentados en esta investigación se encontró el agrado por dicha estrategia. El cuestionario de opinión que se aplicó en esta investigación únicamente retoma la percepción de los estudiantes en un único momento -al final de la aplicación de todos los CED-. Se desconoce cuál fue la primera impresión de los estudiantes con el cambio de la dinámica de clase.

Otra posible interpretación de este resultado es el relacionado con la fase de evaluación del modelo ADDIE. El primer CED fue presentado en una prueba piloto y a partir de dicha

³² Reactivos 40, 41 y 42 del Cuestionario de opinión sobre los Contenidos Educativos de Estadística para su consulta en smartphones (véase apéndice B).

³³ Contraste no paramétrico de Wilcoxon.

evaluación se mejoraron aspectos para los videos subsecuentes. Una tercera explicación está relacionada con el ítem 23, correspondiente a la secuencia lógica en el procedimiento de los temas en los videos. Es posible que los estudiantes encontraron cierta lógica en la presentación de los procedimientos expuestos en los videos, lo cual les facilitó su entendimiento conforme fueron adaptándose a los CED.

5.2 Conclusiones

A partir de la interpretación de los resultados, se presentan las preguntas de investigación para argumentar las respuestas a estas mediante la información recuperada en este estudio. Posteriormente, se concluye con base en los objetivos específicos y general de la investigación.

5.2.1 Respuesta a preguntas de investigación

- *¿Cuáles son las principales características que debe tener un diseño instruccional para la elaboración de contenidos educativos digitales para su mediación en teléfonos inteligentes?*

Se identificó en la búsqueda de literatura que el modelo de diseño instruccional ADDIE es comúnmente utilizado para este tipo de desarrollos (Canto-Herrera, Guillermo y Tejada-Loria, 2012; Jeong y Cha, 2017; Rosero, 2015). Las fases del modelo permiten tener una perspectiva de evaluación para la mejora del producto en cada etapa, lo cual en la creación de material audiovisual es de gran ayuda.

El recurrir a un modelo de diseño instruccional como el ADDIE facilitó el proceso de investigación y desarrollo del presente estudio, por lo que se coincide con la literatura (Agudelo, 2009; Moreno, Contreras, Gómez y Martínez, 2014). Sus fases se consideraron suficientes para el logro de los objetivos de esta investigación. Sin embargo, como se ha mencionado, la elección del modelo instruccional deberá estar basado en los objetivos a alcanzar y las necesidades de la investigación, esto coincide con las conclusiones presentadas por Basantes, Naranjo, Gallegos y Benítez (2017).

- *¿En qué medida la disposición de contenidos educativos digitales en teléfonos inteligentes facilita el aprendizaje?*

Se encontró que los estudiantes consideraron el uso de este tipo de materiales como motivantes para el proceso de aprendizaje en temas estadísticos. A pesar de la complejidad de la temática, los estudiantes consideraron a los tres temas expuestos en los CED con un grado de dificultad bajo. Además, mostraron agrado por el uso de material audiovisual, por la oportunidad de aprender en contextos de movilidad y la posibilidad de tener un apoyo didáctico personalizado y manejable a sus necesidades. Por lo que se concluye que los CED desarrollados en esta investigación fungieron como material de apoyo para el aprendizaje de temas estadísticos.

- *¿Cuáles son las principales ventajas y limitaciones de utilizar contenidos mediados por teléfonos inteligentes según la opinión de los estudiantes?*

Los estudiantes mencionaron que el uso de CED apoyó su proceso de aprendizaje, mostrando un gran agrado por ventajas propias del formato audiovisual de los CED, ya que tenían la posibilidad de pausar y regresar a la información que requerían para resolver los procedimientos. Por otra parte, la principal limitación expresada por los estudiantes fue la extensión de los videos, ya que algunos comentaron que requerían de más ejemplos de resolución.

5.2.2 Objetivos de investigación

- *Determinar las especificaciones de diseño instruccional para el desarrollo de contenidos educativos digitales ideados para su consulta en teléfonos inteligentes.*

Se logró identificar en la búsqueda de literatura relacionada con el desarrollo de materiales audiovisuales educativos los elementos pedagógicos, del diseño y tecnológicos que sirven de base para la creación de CED (Contreras, Herrera y Ramírez, 2009; Elías, 2011; Sánchez, Olmos y García-Peñalvo, 2014; Wang y Shen, 2011). A partir de estas dimensiones se establecieron las especificaciones de cada una de estas dimensiones a partir de una búsqueda multidisciplinar de la información³⁴.

³⁴ Búsqueda de información de expertos en tecnología educativa, pedagogía, desarrolladores web, diseñadores gráficos, realizadores audiovisuales, entre otros.

- *Identificar las ventajas y limitaciones de este tipo de apoyo didáctico según la opinión de los estudiantes.*

Se logró identificar las principales ventajas y limitaciones expuestas por los participantes de la prueba piloto y por los estudiantes de la asignatura de Estadística inferencial. Estos objetivos específicos tenían la finalidad de aportar al cumplimiento del objetivo general de la investigación:

- *Desarrollar contenidos educativos digitales basados en un diseño instruccional que considere elementos gráficos y audiovisuales para su consulta en teléfonos inteligentes como apoyo pedagógico de un tema del curso formal de Estadística de la licenciatura en Psicología de la UABC.*

Se logró el desarrollo de dicho material educativo y su aplicación a los dos grupos de estudiantes antes mencionados, así como recuperar información de sus usos de materiales didáctico y tecnológico.

5.3 Limitaciones de la investigación

Como se mencionó en el capítulo metodológico, el enfoque de la investigación fue el de Investigación y Desarrollo. Esta propuesta metodológica dirigió a la investigación hacia la búsqueda de información que apoyara en la construcción de especificaciones para la creación de CED. El desarrollo de estos materiales implicó una gran cantidad de tiempo para la búsqueda de soporte teórico para el diseño de la experiencia educativa, así como para las consideraciones pedagógicas, tecnológicas y del diseño de los CED. Una de las limitaciones del estudio gira en torno a la validación del Cuestionario de opinión, el cual fue revisado por expertos en tecnología educativa, sin embargo, se requiere de un trabajo adicional para una validación de constructo.

Por otra parte, el tamaño limitado de la muestra compromete cualquier generalización de los hallazgos, así como posibles diseños experimentales, los cuales son una tendencia en este tipo de desarrollos. En cuestiones de financiamiento del proyecto, se identificó como una de las limitantes del estudio el costo de la paquetería de programas de edición utilizada. Una vez concluido el contrato mensual no se permitió el acceso a los programas para realizar posibles modificaciones a los materiales.

Finalmente, en cuestión del diseño de los CED, se presentó como una limitante el conciliar la corta duración de los materiales audiovisuales con explicaciones a detalle. Los estudiantes expresaron la necesidad de observar más ejemplos de resolución, sin embargo, atender a esta necesidad mediante el video generaría un cambio en el diseño de los mismos en cuanto a duración y tamaño.

5.4 Recomendaciones para futuros desarrollos e investigaciones

Esta investigación se basó en el desarrollo de los CED, se considera como una oportunidad de investigación utilizar otro tipo de metodología para la implementación de los materiales. Se podría optar por un diseño experimental para profundizar en el impacto que poseen los CED en el proceso de aprendizaje de temáticas estadísticas. Un diseño experimental podría retomar la postura de Mayer (2011) sobre un aprendizaje más profundo a través de la exposición de palabras e imágenes en un video en comparación de aquel que utiliza únicamente palabras. Para esto, se recomienda la conformación de muestras más representativas de la comunidad universitaria.

Se recomienda analizar en el diseño instruccional los costos de licencia de uso de los programas, ya que se podrían utilizar programas de acceso gratuito. En dicho análisis se deberá revisar si el uso de este tipo de programas no compromete a la calidad de los videos.

Asimismo, se recomienda considerar el alcance en el desarrollo de los CED conforme al personal disponible para su realización, así como las capacidades y habilidades del equipo de trabajo. En condiciones ideales se debería tener personal para el diseño gráfico, sonoro y audiovisual, así como para el diseño de la web o app, así como a un experto en la temática a desarrollar y un coordinador de todo el equipo, denominado diseñador instruccional.

El uso de guías para el diseño como los *storyboards*, mapa de sitio, guiones auditivos, entre otros, facilitan el proceso de diseño y desarrollo de los CED, ya que mediante esta planificación se pueden evaluar cuestiones relacionadas al tiempo de duración de los videos y revisar la forma óptima de adecuar esta variable con la explicación de los temas. Además, esta estrategia reduce el tiempo que se emplea en la edición del material y por lo tanto reduce los costos para los casos de pagos mensuales a programas de edición.

Conforme a los hallazgos presentados sobre distractores externos, se puede incluir un breve mensaje al inicio de los videos donde se recomiende el uso de audífonos. Finalmente, se recomienda la validación de constructo del cuestionario ya que esto podría servir de apoyo para establecer las consideraciones pedagógicas, del diseño y tecnológicas de futuros desarrollos.

Referencias

- Adobe Systems Incorporated. (2018). Disposición de objetos en los sitios adaptables de Adobe Muse. Recuperado de <https://helpx.adobe.com/es/muse/using/layout-responsive-sites.html#Qu%C3%A9sonlospuntosderotura>
- Aguado, J., Martínez, I., y Cañete-Sanz, L. (2015). Tendencias evolutivas del contenido digital en aplicaciones móviles. *El profesional de la información*. 24 (5). pp. 787-795. DOI: <https://doi.org/10.3145/epi.2015.nov.10>
- Agudelo, M. (2009). Importancia del diseño instruccional en ambientes virtuales de aprendizaje. En J. Sánchez. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*. 5, pp. 118-127. Recuperado de <http://www.tise.cl/volumen5/TISE2009/Documento15.pdf>
- Ally, M., y Prieto-Blázquez, J. (2014). What is the future of mobile learning in education?. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. 11(1), pp. 142-151. DOI: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.2033>
- Álvarez, G., y Vallecillos, A. (2001). Razonamiento estadístico para la resolución de problemas en el nivel universitario: aspectos teóricos y una aplicación. *Pedagogía Universitaria*. 6(3), pp. 1-13. Recuperado de <http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/viewFile/184/178>
- Arias, L. (2006). Mediadores psicosociales en la actuación profesionales de nivel medio superior. Trabajos de investigación. México: Libros y Lecturas.
- AT&T. (2017). Planes AT&T con todo. Recuperado de <https://www.att.com.mx/>
- Basantes, A., Naranjo, M., Gallegos, M., y Benítez, N. (2017). Los dispositivos móviles en el proceso de aprendizaje de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. *Formación universitaria*. 2(10), pp. 5-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000200009>

- Batanero, C. (2001). Didáctica de la Estadística. Granada: GEEUG. Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/didacticaestadistica.pdf>
- Batanero, C., y Borovcnik, M. (2016). Statistics and probability in High School. Sense Publishers: Países Bajos. Recuperado de <https://www.sensepublishers.com/media/2826-statistics-and-probability-in-high-school.pdf>
- Batanero, C., y Díaz, C. (2004). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. En J. Patricio Royo (Ed.), *Aspectos didácticos de las matemáticas* (pp. 125-164). Zaragoza: ICE. Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/ICE.pdf>
- Batanero, C., Godino, J., Vallecillos, A., Green, D., y Holmes, P. (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 25(4), pp. 527-547. DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739940250406>
- Behar, R., y Ojeda, M. (2011). El problema de la educación estadística: perspectiva desde el Aprendizaje. *Ingeniería y Competitividad*. 1(1), pp. 48-53. Recuperado de http://historiayespacio.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2364
- Belloch, C. (2013). Diseño instruccional. *Universidad de Valencia*. Recuperado de <https://www.uv.es/~bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>
- Bergmann, J., y Sams, A. (2012). Flip your classroom, Reach every student in every class every day. EE. UU.: International Society for Technology in Education.
- Bergmann, J., y Sams, A. (2014). Flipped learning, Gateway to student engagement. EE. UU.: International Society for Technology in Education.
- Berney, S., y Bétrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. *Computers & Education*. 101, pp. 150-167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.06.005>

- Bétrancourt, M. (2005). The animation and interactivity principles in multimedia learning. En R. Mayer (Ed.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. California: Cambridge University Press. pp. 278-296. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.019>
- Blanco, A. (2008). Una revisión crítica de la investigación sobre las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la Estadística. *Revista Complutense de Educación*. 19(2), pp. 311-330. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0808220311A/15466>
- Branch, R., y Kopcha, T. (2014). Instructional design models. En J. Michael Spector, M. David Merrill, Jan Elen & M. J. Bishop (Eds.) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. (pp. 77- 87). New York: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_7
- Cacheiro, M. (2018). Educación y tecnología: Estrategias didácticas para la integración de las TIC. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de <https://bit.ly/2PASWYY>
- Canto-Herrera, P, Guillermo, M., y Tejada-Loría, M. (2012). Recursos educativos abiertos para la formación de investigadores educativos: opinión de usuarios. En M. Ramírez y J. Burgos. *Recursos educativos abiertos y móviles para la formación de investigadores. Investigaciones y experiencias prácticas*. (pp. 38-51). México: Crown Quarto. Recuperado de <https://repositorio.itesm.mx/ortec/bitstream/11285/577936/6/ebook.pdf#page=87>
- Castañeda, M. (1982). Análisis del aprendizaje de conceptos y procedimientos. México: Trillas.
- Castañeda, M., Cabrera, A., Navarro, Y., y Vries, W. (2010). Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS. Un libro práctico para investigadores y administradores educativos. Porto Alegre: EDIPUCRS. Recuperado de <http://www.pucrs.br/edipucrs/spss.pdf>
- Castro-García, L., y López-Morteo, G. (2013a). Importancia de los aspectos tecnológicos de los dispositivos móviles en los metadatos de los Objetos de Aprendizaje Móviles. En M. Prieto, S. Pech, A. Pérez (Eds). *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica*

- Volumen 2.* (pp. 210- 215). Cancún: Universidad Tecnológica de Cancún. Recuperado de <https://bit.ly/2oEfZGB>
- Castro-García, L., y López-Morteo, G. (2013b). Mlom-remiam/sined: Perfil de aplicación de metadatos para objetos de aprendizaje móviles. En M. Prieto, S. Pech, A. Pérez (Eds). *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica Volumen 2.* (pp. 225-232). Cancún: Universidad Tecnológica de Cancún. Recuperado de <https://bit.ly/2NcLNAh>
- Cebrián, M. (2011). Las TIC en la enseñanza universitaria: Estudio, análisis y tendencia. *Profesorado.* 15(1), pp. 5-8. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev151ed.pdf>
- Chiappe, A. (2016). *Tendencias sobre contenidos educativos digitales en América.* Buenos Aires: UNESCO. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245673s.pdf>
- Clark, R., y Mayer, R. (2016). *E-learning and the Science of Instruction.* San Francisco: Pfeiffer/John Wiley & Sons.
- Contreras, J., Herrera, J., y Ramírez M. (2009). Elementos instruccionales para el diseño y la producción de materiales educativos móviles. *Apertura.* 9(11), pp. 84-99. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/121/120>
- Coordinación de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar UABC. (2018). Registro de estadística poblacional periodo escolar 2018-1. Recuperado de <http://csege.uabc.mx/documents/10845/42120/Poblaci%C3%B3n%20Estudiantil%202018-1>
- Correa, L. (2014). Impacto de aspectos visuales y estéticos en la educación a distancia. *Hispanic Educational Technology Services Online Journal.* 4. Recuperado de <https://hets.org/ejournal/2014/10/27/impacto-de-aspectos-visuales-y-esteticos-en-la-educacion-a-distancia/>
- Cruz, Y., López, Y., Mojarrieta, K., Fonseca, E., Barquilla, E., y Ramírez, M. (2015). Alternativa para la enseñanza de metodología de la investigación y estadística. *Educación Médica Superior.* 29(1), pp. 145-154. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=59399>

- David, A., y Glore, P. (2010). The impact of design and aesthetics on usability, credibility, and learning in an online environment. *Online Journal of Distance Learning Administration*. 138(4). Recuperado de https://www.westga.edu/~distance/ojdla/winter134/david_glore134.html
- Deshpande, S., Mangalwede, S., y Dandannavar, P. (2018). Requirements for an M-learning software framework for smart learning. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. 118(16), pp. 1-10. Recuperado de <https://acadpubl.eu/jsi/2018-118-16-17/articles/16/1.pdf>
- Díaz, J., Saucedo, M., Salinas, H., y Jiménez, S. (2014). Las TIC: distractores o herramientas para el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, (2). Recuperado de <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/189/237>
- Domínguez, C., Organista, J., y López, M. (2018). Diseño instruccional para el desarrollo de contenidos educativos digitales para teléfonos inteligentes. *Apertura*. 10(2), pp. 80-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.18381/Ap.v10n2.1346>
- Donkor, F. (2011). Assessment of learner acceptance and satisfaction with video-based instructional materials for teaching practical skills at a distance. *International review of research in open and distance learning*. 12(5), pp. 74-92. Recuperado de <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/953/1891>
- Elias, T. (2011). Universal instructional design principles for mobile learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 12(2), pp. 143-156. DOI: <http://dx.doi.org/10.19173/irrodl.v12i2.965>
- Enrico, R., Casanova, B., Enrico, E., y Bossolasco, M. (2017). El diseño de materiales educativos digitales. Una mirada desde los estudiantes usuarios. IV Jornadas de TIC e Innovación en el Aula. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/65555/Documento_completo.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=1

- Faustino, A., y Pérez, S. (2014). Utilización de las TIC en la enseñanza de la estadística en la Educación Superior angolana. *Prisma social*. (11), pp. 1-31. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/3537/353744535001/>
- Fernández, F., y Barco, C. (2009). Producción cinematográfica: Del proyecto al producto. España: Fundación Universitaria Iberoamericana.
- García, E. (2018). Análisis motivacional del uso del smartphone en estudiantes ecuatorianos. Acercamiento a la Teoría de usos y gratificaciones. *Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación*. 9(17), pp. 25-35. Recuperado de <https://bit.ly/2Neb4dp>
- García-Barrera, A. (2013). El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*. (19), pp. 1-8. Recuperado de <https://avances.adide.org/index.php/ase/article/view/118/115>
- Ginns, P., Martín, A., y Marsh, H. (2013). Designing instructional text in a conversational style: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*. 25(4), pp. 445-472. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9228-0>
- Glore, P. (2010). Identifying motivational strategies to engage undergraduate learning in web-based instruction. (Tesis de Doctorado) Universidad de Capella.
- Graña, F. (2008). El asalto de las mujeres a las carreras universitarias “masculinas”: cambio y continuidad en la discriminación de género. *Praxis educativa*. 12(12), pp. 77- 86. Recuperado de <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/462/392>
- Gutiérrez-Rentería, M., Santana-Villegas, J., y Pérez-Ayala, M. (2017). Smartphone: usos y gratificaciones de los jóvenes en México en 2015. *Palabra Clave*. 20(1), pp. 47-68. DOI: 10.5294/pacla.2017.20.1.3
- Henríquez-Ritchie, P., y Organista-Sandoval, J. (2012). Propuesta metodológica para la caracterización de actividades de m- learning realizadas por estudiantes de una universidad pública. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. (8). Recuperado de <http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDESECUNDARIO/article/view/39/39>

- Hernández, D., Ramírez-Martinell, A., y Cassany, D. (2014). Categorizando a los usuarios de sistemas digitales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. (44), pp. 113-126. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/368/36829340008/>
- Herrera, S., Sanz, C., y Fennema, C. (2013). MADE-mlearn: un marco para el análisis, diseño y evaluación de experiencias de m-learning en el nivel postgrado. *Revista Iberoamericana de educación en tecnología y tecnología en educación*. (10), pp. 7-15. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27721>
- Hussain, A., y Mkpojiogu, E. (2015). The effect of responsive web design on the user experience with laptop and Smartphone devices. *Jurnal teknologi*. 77(4), pp. 41-47. Recuperado de <https://jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/6041>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2017). “Estadísticas a propósito del... día mundial de Internet (17 de mayo)”. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/internet2017_Nal.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2018). “Estadísticas a propósito del... día mundial del Internet (17 de mayo)”. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2018/internet2018_Nal.pdf
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey [ITESM]. (2017). Radar de Innovación Educativa 2017.
- Jeong, S., y Cha, C. (2017). Developing a customized sexually transmitted infections (STIs) application for adolescents: An application of the instructional system design model. *Journal of the Korea Academia- Industrial*. 2(18), pp. 651-659. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.2.651>
- Jordán, C., Pérez, M., y Sanabria, E. (2014). Investigación del impacto en un aula de matemáticas al utilizar flip education. *Pensamiento Matemático*. 4(2), pp. 9-22. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/49189>
- Kantel, E., Tovar, G., y Serrano, A. (2010). Diseño de un entorno colaborativo móvil para apoyo al aprendizaje a través de dispositivos móviles de tercera generación. *Revista*

- Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*. 5(4), pp. 146-151. Recuperado de <http://rita.det.uvigo.es/201011/uploads/IEEE-RITA.2010.V5.N4.A5.pdf>
- Labrada, E., y Salgado, C. (2013). Diseño web adaptativo o responsivo. *Revista Digital Universitaria*. 14(1), pp. 1-9. Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num1/art07/art07.pdf>
- Landín, M., Francisco, J., y Santiago, S. (2015). Internet como distractor en la vida de los estudiantes. En Ramírez, A., Casillas, M. (Eds.), *Internet en educación superior* (pp. 157-173). Córdoba: Brujas. Recuperado de http://www.uv.mx/personal/albramirez/files/2014/12/hablame_de_tic2.pdf#page=158
- Lee, K., y Salman, R. (2012). The design and development of mobile collaborative learning application using Android. *Journal of Information Technology and Application in Education*. 1(1), pp. 1-8. Recuperado de <http://oaji.net/articles/2014/1437-1416297229.pdf>
- Lores, B., Sánchez, P., y García, M. (2018). La escuela del siglo XXI: Retos digitales necesarios para dar respuesta a la realidad social y educativa. *UTE. Revista de Ciéncies de l'Educació*. (1), pp. 6-19. Recuperado de <https://revistes.urv.cat/index.php/ute/article/view/2150/2349>
- Lowe, R. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*. 13(2), pp. 157-176. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00018-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00018-X)
- Macías-Maldonado, S., y Organista-Sandoval, J. (2014). Usos del smartphone en actividades académicas realizadas por estudiantes de licenciatura del área computacional de la UABC. *Research in Computing Science*. 80, pp. 97-106. Recuperado de http://www.rcs.cic.ipn.mx/rcs/2014_80/Usos%20del%20smartphone%20en%20actividades%20academicas%20realizadas%20por%20estudiantes%20de%20licenciatura.pdf
- Maldonado, L., y Núñez, Y. (2017). El mito del diseño web adaptativo. *Revista Aprendizaje Digital*. 2(2), pp. 9-16. Recuperado de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/aprendizajedigital/article/viewFile/10126/10065>

- Martín, R. (2014). Contextos de aprendizaje formales, no formales e informales. *Ikastorratza, e- revista de didáctica*. (12), pp. 1-13. Recuperado de http://www.ehu.es/ikastorratza/12_alea/contextos.pdf
- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., y Martínez, J. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: Origen, Sustento e Implicaciones. En I. Esquivel, *Los Modelos Tecno- Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 143- 160). México. Recuperado de <https://bit.ly/2yS7nn6>
- Mayer, R. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. En R. Mayer. *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31- 48). Santa Barbara: Cambridge University Press. Recuperado de http://www.instructionaldesign.institute/uploads/3/1/2/2/31221959/mayer_richard_cognitive_theory_of_multimedia_learning.pdf
- Mayer, R. (2011). Instruction based on visualizations. En R. Mayer y P. Alexander (Eds.) *Handbook of research on learning and instruction*. (pp. 427- 445). Nueva York y Londres: Routledge Taylor & Francis Group.
- Mayer, R. (2014). Research-based principles for designing multimedia instruction. En V. Benassi; C. Overson y C. Hakala. *Applying Science of Learning in Education*. (pp. 59- 70). Recuperado de https://scholars.unh.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1286&context=psych_facpub
- Mayer, R., y Anderson, R. (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*. 84(4), pp. 44-452. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.444>
- Mayer, R., Fennell, S., Farmer, L., y Campbell, J. (2004). A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. *Journal of educational psychology*. 96(2), pp. 389-395. DOI: 10.1037/0022-0663.96.2.389

- Mayer, R., y Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review*. 14(1), pp. 87-99. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013184611077>
- Mayer, R., y Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*. 38(1), pp. 43-52. DOI: https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6
- Molina, R., y Gallardo, J. (2012). Las tecnologías de información y comunicación: su evolución y aplicación en los negocios internacionales. *INCEPTUM Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*. 7(12), pp. 439-466. Recuperado de <http://inceptum.umich.mx/index.php/inceptum/article/view/258/238>
- Moldovan, A., Ghergulescu, I., y Muntean, C. (2014a). Educational multimedia profiling recommendations for device-aware adaptive mobile learning. En M. Baptista y M. McPherson (Eds.), *Proceedings of the International Conference e-Learning 2014*. (pp. 125-132). Lisboa, Portugal: International Association for Development of the Information Society. Recuperado de http://elearning-conf.org/wp-content/uploads/2014/11/EL_2014.pdf
- Moldovan, A., Ghergulescu, I., y Muntean, C. (2014b). Learning assessment for different categories of educational multimedia clips in a mobile learning environment. En M. Searson y M. Ochoa (Eds.), *Proceedings of SITE 2014—Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1687-1692). Jacksonville, Estados Unidos: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Recuperado de http://trap.ncirl.ie/1257/1/Moldovan_et_al._-_2014_-_Learning_Assessment_for_Different_Categories_of_Ed.pdf
- Morales, E. (2012). El smartphone como motor de una nueva incertidumbre social. *Prisma social*. (8), pp. 87-115. Recuperado de <http://www.isdfundacion.org/publicaciones/revista/numeros/8/secciones/tematica/pdf/04-smartphone-nueva-incertidumbre.pdf>
- Morales-González, B., Edel-Navarro, R., y Aguirre-Aguilar, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. En Ismael E. Gámez (Coord.) *Los Modelos Tecno-Educativos*,

- revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*. (pp. 33-46). México. Recuperado de https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativos__revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf#page=33
- Moreno, M., Contreras, I., Gómez, S., y Martínez, L. (2014). Análisis de un diseño instruccional para aplicarlo en unidades curriculares híbridas. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 1(1). Recuperado de <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/121/168>
- Movistar. (2017). Tenemos un Plan hecho justo a tu medida. Recuperado de <https://www.movistar.com.mx/>
- Navarro, C., Molina, A., Redondo, M., y Juárez-Ramírez, R. (2015). Framework para evaluar sistemas M-learning: Un enfoque tecnológico y pedagógico. *VAEP-RITA*. 3(1), pp. 38-45. Recuperado de <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/399/1/201503-uploads-VAEP-RITA.2015.V3.N1.A7.pdf>
- Navarro, G., y Casero, A. (2012). Análisis de las diferencias de género en la elección de estudios universitarios. *Estudios sobre educación*. 22, pp. 115-132. Recuperado de <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/22628/2/ESE22-06-NavarroCasero.pdf>
- Neri, L., Noguez, J., Morales, J., y Aguilar-Sánchez, G. (2016). Engaging students to learn physics and mathematics through short high quality M-learning resources: design and implementation recommendations. En L. Briz-Ponce, J. Juanes-Méndez y F. García-Peñalvo. *Handbook of research on mobile devices and applications in higher education settings*. pp. 432-452. DOI: 10.4018/978-1-5225-0256-2.ch018
- Nieto, J. (2015). Tablet y smartphones. El diseño editorial obligado a adaptarse a los nuevos soportes informativos digitales. *AdComunica*. (9), pp. 133-155. DOI: <http://dx.doi.org/10.6035/2174-0992.2015.9.9>
- Organista-Sandoval, J., McAnally, L., y Lavigne, G. (2013). El teléfono inteligente (smartphone) como herramienta pedagógica. *Apertura*. 5(1), pp. 6-19. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/372/311>

- Organista-Sandoval, J., Sandoval, M., McAnally, L., y Lavigne, G. (2016). Estimación de las habilidades digitales con propósito educativo de estudiantes de dos universidades públicas mexicanas. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. (57), pp. 46-62. Recuperado de http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/673/Edutec_n57_Organista_Sandoval_McAnally_Lavigne
- Organista-Sandoval, J., y Serrano-Santoyo, A. (2011). Implementación de una actividad educativa en modo colaborativo con apoyo de smartphones: una experiencia universitaria. *Edutec-e*. (36), pp. 1-19. <http://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/400/136>
- Organista-Sandoval, J. y Serrano-Santoyo, A. (2014). Appropriation and Educational Uses of Mobile Phones by Students and Teachers at a Public University in Mexico. *Creative Education*. 5, pp. 1053- 1063. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2014.512119>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2013a). *Aprendizaje móvil y políticas, cuestiones clave*. Francia. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002176/217638s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2013b). *Directrices para las políticas de aprendizaje móvil*. Francia. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219662S.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2013c). *El futuro del aprendizaje móvil, implicaciones para la planificación y la formulación de políticas*. Francia. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219637s.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2010). *TICs en la reactivación económica de México*. México. Recuperado de <https://www.oecd.org/centrodemexico/ticsenlareactivacioneconomicademexico.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. OECD Publishing, París. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

- Oviedo, H., y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*. 34(4), pp. 572- 580. Recuperado de <http://psiquiatria.org.co/web/wp-content/uploads/2012/04/VOL-34/4/Art.%20Metod.%20Aproximaci%F3n%20al%20uso%20del%20coeficiente%20alfa.pdf>
- Pacheco-Venegas, N., López, G., y Andrade-Aréchiga, M. (2015). Conceptualization, development and implementation of a web-based system for automatic evaluation of mathematical expressions. *Computers & Education*. 88, pp. 15-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.021>
- Page, T. (2014). Skeuomorphism or flat design: Future directions in mobile device User Interface (UI) design education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. 8(2), pp. 130-142. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2014.062350>
- Presidencia de la República. (2013). *Plan nacional de desarrollo 2013- 2018*. México. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465
- Quinn, C. (2012). *The Mobile Academy. mLearning for higher education*. Ed. Jossy-Bass. EE.UU.
- Ramírez, M. (2008). Dispositivos de mobile learning para ambientes virtuales: implicaciones en el diseño y la enseñanza. *Apertura*. 8(9), pp. 82-96. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/1185/669>
- Real Academia Española [RAE]. (2005). Píxel o pixel. Diccionario panhispánico de dudas. Recuperado de <http://lema.rae.es/dpd/srv/search?key=p%EDxel>
- Renkl, A. (2011). Instruction based on examples. En R. Mayer y P. Alexander (Eds.) *Handbook of research on learning and instruction*. (pp. 272- 295). Nueva York y Londres: Routledge Taylor & Francis Group.
- Rodríguez, C., Gallardo, M., Pozo, T., y Gutiérrez, J. (s.f.). *Iniciación al análisis de datos cuantitativos en educación. Teoría y práctica mediante SPSS del análisis descriptivo básico*. Recuperado de

- [http://www.ugr.es/~erivera/PaginaDocencia/Posgrado/Documentos/ClementeCuadernoD
escriptiva.pdf](http://www.ugr.es/~erivera/PaginaDocencia/Posgrado/Documentos/ClementeCuadernoD
escriptiva.pdf)
- Rodríguez, M., y Fernández, J. (2017). Uso del recurso de contenido en el aprendizaje en línea: YouTube. *Apertura*, 9(1), pp. 22-31. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/1018/628>
- Rosero, H. (2015). Aprendiendo fuera de las aulas: metodología para la construcción de un recurso educativo móvil. (Tesis de Maestría) Universidad Internacional de la Rioja. Recuperado de https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3068/HectorMiguel_Rosero_Florez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, J., Olmos, S., y García-Peñalvo, F. (2014). Understanding mobile learning: devices, pedagogical implications and research lines. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 15(1), pp. 20-42. Recuperado de http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/11651/12066
- Scribner, D. (2007). High school students perceptions: Supporting motivation to engage and persist in learning. (Tesis de Doctorado) Universidad de Capella.
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programa sectorial de educación 2013- 2018*. México. Recuperado de http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA_SECTORIAL_DE_EDUCACION_2013_2018_WEB.pdf
- Seery, M. (2015). Flipped learning in higher education chemistry: emerging trends and potential directions. *The Royal Society of Chemistry*, 16(4), pp. 758-768. DOI: 10.1039/C5RP00136F
- Shen, R., Wang, M., Gao, W., Novak, D., y Tang, L. (2009). Mobile Learning in a large in a large blended computer science classroom: System function, pedagogies, and their impact on learning. *IEEE Transactions on education*. 52(4), pp. 538- 546. DOI: 10.1109/TE.2008.930794

- Soto, V. (2013). Which instructional design models are educators using to design virtual world instruction?. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*. 9(3), pp. 364- 375. Recuperado de http://jolt.merlot.org/vol9no3/soto_0913.htm
- Talbert, R. (2014). Inverting the linear algebra classroom. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*. 24(5), pp. 361-374. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10511970.2014.883457>
- Telcel. (2017). Planes Telcel. Recuperado de <http://www.telcel.com>
- Unefon. (2017). Paquetes Unefon. Recuperado de <https://www.unefon.com.mx>
- Vázquez-Cano, E., y Sevillano, M. (2015). El smartphone en la educación superior. Un estudio comparativo del uso educativo, social y ubicuo en universidades españolas e hispanoamericanas. *Signo y Pensamiento*. 34(67), pp. 130-147. DOI: <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.syp34-67.sese>
- Velarde, A., Dehesa, J., López, E., y Márquez, J. (2017). Los vídeo tutoriales como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje y sus implicaciones pedagógicas en el diseño instruccional. *Revista EDUCATECONCIENCIA*. 14(15), pp. 67-86. Recuperado de <http://tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revistaeducate/article/view/330/307>
- Vergel, M., Martínez, J., y Zafra, S. (2015). Apps en el rendimiento académico y autoconcepto de estudiantes de ingeniería. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*. 6(2), pp. 198-208. Recuperado de <http://revistalogos.policia.edu.co/index.php/rlct/article/view/21/226>
- Wang, M. y Shen, R. (2011). Message design for mobile learning: Learning theories, human cognition and design principles. *British Journal of Educational Technology*. 43(4), pp. 561-575. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01214.x>
- Weinman, L., y Weinman, W. (2002). <Diseño creativo HTML.2.> Manual de diseño práctico para Internet. México: Pearson. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=TE3Iay6pZagC&lpg=PT86&dq=sistema%20rgb&hl=es&pg=PT86#v=onepage&q=sistema%20rgb&f=false>

- Yáñez, C., Okada, A., y Palau, R. (2015). New learning scenarios for the 21st century related to education, culture and technology. *Universities and knowledge society journal*. 12(2), pp. 87-102. Recuperado de <https://link.springer.com/content/pdf/10.7238%2Frusc.v12i2.2454.pdf>
- Zapata, L. (2011). ¿Cómo contribuir a la alfabetización estadística?. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*. (33), pp. 234-247. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/4/8>

Apéndices

Apéndice A. Materiales proporcionados por el docente de la asignatura de Estadística inferencial

CONTRASTES NO-PARAMÉTRICOS

Para entender que es un contraste no-paramétrico, un punto de partida es precisar: ¿Qué es un parámetro?

- Son medidas descriptivas de una población
- Se utilizan para obtener su curva de distribución
- Se representan generalmente con letras griegas
- Cada distribución es definida completamente por varios parámetros específicos, por lo general entre uno y tres.
- Los parámetros son constantes fijas

Los parámetros generalmente se desconocen porque no es factible medir toda una población. Por ejemplo, una distribución normal se define por dos parámetros: la media y la desviación estándar. Si se especifican estos parámetros, se conoce con precisión toda la distribución. De forma análoga, la distribución chi-cuadrada tiene un parámetro llamado grados de libertad:

| Distribución | Parámetro 1 | Parámetro 2 |
|--------------|--------------------|---------------------|
| Normal | Media | Desviación estándar |
| Chi-cuadrada | Grados de libertad | |

¿Cuándo se debe aplicar una vía de contraste no-paramétrico?

- No se cuenta con información de la distribución (o no se pueda asumir)
- Datos ordinales (P. ej. provenientes de escalas Likert)
- Datos nominales
- Cuando la muestra es pequeña

¿Cuáles son los principales contrastes no paramétricos?

Existen diferentes clasificaciones y una falta de consenso a la hora de agrupar dichas pruebas. Sin embargo, las mayormente utilizadas cuando la escala es ORDINAL son:

Wilcoxon (2 muestras relacionadas)
U-Mann-Withney (2 muestras independientes)
Kruskal-Wallis (+2 muestras independientes).

Mayor información:

<http://www.um.es/ae/FEIR/50/>

<http://www.raco.cat/index.php/REIRE/article/viewFile/255793/342836>

CONTRASTE WILCOXON

- Es un contraste NO-paramétrico

- La escala de medición de los datos es ORDINAL
- Se utiliza para dos muestras relacionadas
- Es el equivalente no-paramétrico al contraste t-student para muestras relacionadas.

CASO RESUELTO

Se pretende evaluar a un docente en cuanto a su forma de enseñar. Para ello, se les pide a cinco estudiantes que valoren a dicho docente en una escala ordinal del 1-5; donde 1=pésimo y 5=excelente. Las evaluaciones fueron realizadas al inicio y al final del curso. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

¿Hay diferencias significativas en las evaluaciones?

¿Qué puede concluir en cuanto a su desempeño como docente?

PASO 1: A partir de las evaluaciones inicial y final se calcula la diferencia entre ellas:

| Estudiante | C_Inicial | C_Final | Diferencia | Ranking (+) | Ranking (-) | |
|------------|-----------|---------|--------------|-------------|-------------|--|
| E1 | 1 | 5 | $(1-5) = -4$ | | 5 | |
| E2 | 2 | 5 | $(2-5) = -3$ | | 4 | |
| E3 | 1 | 2 | $(1-2) = -1$ | | 1.5 | |
| E4 | 2 | 4 | $(2-4) = -2$ | | 3 | |
| E5 | 3 | 2 | $(3-2) = +1$ | 1.5 | | |

PASO 2. Obtener el RANKING de las diferencias.

Procedimiento:

i) Colocar el valor absoluto de las diferencias:

$$-4 \rightarrow 4$$

$$-3 \rightarrow 3$$

$$-1 \rightarrow 1$$

$$-2 \rightarrow 2$$

$$+1 \rightarrow 1$$

ii) Ordenar de menor a mayor:

$$4, 3, 1, 2, 1 \rightarrow 1, 1, 2, 3, 4$$

iii) Una vez que se tienen ordenados los valores absolutos de las diferencias, se procede con asignar posiciones, es decir lugares de orden.

$$1 \rightarrow 1.5$$

$$1 \rightarrow 1.5$$

$$2 \rightarrow 3$$

$$3 \rightarrow 4$$

$$4 \rightarrow 5$$

Se asignó el valor de 1.5 ya que se tienen dos valores iguales de 1, lo que compromete la asignación de la posición 1 y 2, por lo que se calcula el punto medio entre 1 y 2 que resulta en 1.5

PASO 3.

Con los valores de RANKING obtenidos, ubicar dichos valores en la columna de Ranking+ si la diferencia inicial era positiva, y ubicar en Ranking- si la diferencia era negativa. Al final, sumar cada columna (Ranking+ y Ranking-)

| Estudiante | C_Inicial | C_Final | Diferencia | Ranking (+) | Ranking (-) |
|------------|-----------|---------|-------------|-------------|-------------|
| E1 | 1 | 5 | (1-5) = - 4 | | 5 |
| E2 | 2 | 5 | (2-5) = - 3 | | 4 |
| E3 | 1 | 2 | (1-2) = - 1 | | 1.5 |
| E4 | 2 | 4 | (2-4) = - 2 | | 3 |
| E5 | 3 | 2 | (3-2) = + 1 | 1.5 | |
| | | | | Suma+ =1.5 | Suma- =13.5 |

Paso 4.

Obtener el valor de Z, de acuerdo a la propuesta de Wilcoxon:

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma} \quad \text{dónde:} \quad \mu = \frac{n(n+1)}{4} \quad \text{y} \quad \sigma = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} \quad T = \text{Suma orden mayor}$$

Entonces, la tarea es obtener:

T= Suma del ranking mayor, en este caso, corresponde 13.5

$$\mu = \frac{n(n+1)}{4} = \frac{5(5+1)}{4} = 7.5$$

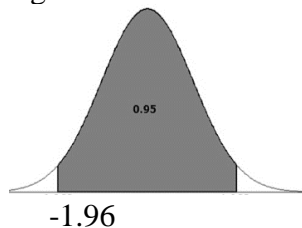
$$\sigma = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} = \sqrt{\frac{5(5+1)(2 \times 5 + 1)}{24}} = \sqrt{\frac{5(5+1)(2 \times 5 + 1)}{24}} = \sqrt{13.75} = 3.7$$

Ahora, si se esta en condiciones de calcular Z:

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma} = \frac{13.5 - 7.5}{3.7} = 1.6$$

PASO 5.

Ahora, para precisar si hay o no diferencias significativas, el modelo teórico de la curva normal, establece los límites de Z (nivel de significancia de 0.05) en 1.96, por lo que el valor de Z obtenido (1.6) con nuestros datos, se ubica en la región amarilla, donde NO hay diferencia significativa.



La conclusión es que la evaluación al inicio y al final del curso, no muestra una diferencia significativa, lo que equivale a sostener que realmente no hubo un cambio de opinión.

CONTRASTE U-Mann-Withney

- Es un contraste NO-paramétrico
- La escala de medición de los datos es ORDINAL
- Se utiliza para dos muestras independientes
- Es el equivalente no-paramétrico al contraste t-student para muestras independientes.

CASO RESUELTO

Se pretende evaluar a un médico de reciente contratación. Para ello, se pide la opinión a 5 pacientes mujeres y 4 pacientes hombres. La escala utilizada para evaluar al médico es de tipo ordinal, en el rango de 1-5 donde 1=pésimo y 5=excelente. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

| Mujeres | Hombres |
|---------|---------|
| 2 | 3 |
| 4 | 5 |
| 4 | 2 |
| 3 | 4 |
| 1 | |

¿Hay diferencias significativas en las evaluaciones?

¿Qué puede concluir acerca de la evaluación al médico?

PASO 1: Ordenar los datos de cada columna, de menor a mayor valor:

Mujeres: 2, 4, 4, 3, 1 → 1, 2, 3, 4, 4

Hombres: 3, 5, 2, 4 → 2, 3, 4, 5

PASO 2. Asignar posiciones de orden (ranking) a cada columna:

Mujeres:

1 → 1

2 → 2

3 → 3

4 → 4.5

4 → 4.5

Hombres:

2 → 1

3 → 2

4 → 3

5 → 4

PASO 3. Asignar los valores de ranking obtenidos en las columnas respectivas:

| Mujeres | Rank (mujeres) | Hombres | Rank (hombres) |
|---------|-------------------|---------|-------------------|
| 2 | 2 | 3 | 2 |
| 4 | 4.5 | 5 | 4 |
| 4 | 4.5 | 2 | 1 |
| 3 | 3 | 4 | 3 |
| 1 | 1 | | |

PASO 4. Sumar cada columna de ranking:

| Mujeres | Rank (mujeres) | Hombres | Rank (hombres) |
|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
| 2 | 2 | 3 | 2 |
| 4 | 4.5 | 5 | 4 |
| 4 | 4.5 | 2 | 1 |
| 3 | 3 | 4 | 3 |
| 1 | 1 | | |
| $\sum R_1 =$ | 15 | $\sum R_2 =$ | 10 |

PASO 5. Calcular el valor de Z. Ello requiere estimar cada elemento que interviene en la fórmula

$$Z = \frac{U - \mu}{\sigma}$$

$$U1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1 = 5 \times 4 + \frac{5(5+1)}{2} - 15 = 20$$

$$U2 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_2 = 5 \times 4 + \frac{5(5+1)}{2} - 10 = 25$$

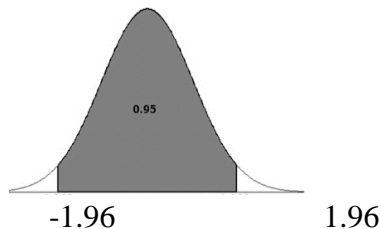
$$\mu = \frac{n_1 n_2}{2} = \frac{5 \times 4}{2} = 10$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}} = \sqrt{\frac{5 \times 4 (5 + 4 + 1)}{12}} = \sqrt{\frac{5 \times 4 (5 + 4 + 1)}{12}} = \sqrt{\frac{200}{12}} = 4.08$$

Con cada elemento calculado, ahora se evalúa Z. Se selecciona el valor de U mayor, en este caso U2.

$$Z = \frac{U - \mu}{\sigma} = \frac{25 - 10}{4.08} = \frac{15}{4.08} = 3.67$$

PASO 6. Aplicar el contraste Z. Los umbrales de la distribución al nivel de significancia de 0.05 corresponden a +1.96 y -1.96. Según se muestra.



El valor de Z estimado a partir de los datos fue de 3.67 por lo que, al ubicarse en la región de diferencia significativa, se concluye que SI existen diferencias significativas entre pacientes hombres y pacientes mujeres.

Según los hallazgos, la opinión de los pacientes hombres fue mayormente favorable que la de las pacientes mujeres.

CONTRASTE Kruskal-Wallis

- Es un contraste NO-paramétrico
- La escala de medición de los datos es ORDINAL
- Se utiliza para más de dos muestras independientes
- Es el equivalente no-paramétrico al contraste ANOVA de un factor

CASO RESUELTO

Se desea evaluar (escala 1-5; 1=pésimo, 5=excelente) a un maestro de reciente contratación. Para ello, se pide la opinión a tres grupos de estudiantes.

¿Hay diferencias significativas en las evaluaciones dadas entre los grupos?

DATOS:

| G1 | G2 | G3 |
|----|----|----|
| 5 | 5 | 2 |
| 4 | 3 | 1 |
| 4 | 5 | |
| | 5 | |

La idea tras un contraste Kruskal-Wallis, es obtener el valor de H:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

donde:

n = total de datos

n_i = cantidad de datos en el grupo i

$\sum R_i^2$ = es la suma de los valores de ranking del grupo i elevados al cuadrado

PASO 1. Integrar los valores de los tres grupos, ordenarlos de menor a mayor y calcular el ranking:

| Opinión | | Ordenados | Posiciones | Ranking |
|---------|---|-----------|------------|---------|
| 5 | → | 1 | 1 | 1 |
| 4 | | 2 | 2 | 2 |
| 4 | | 3 | 3 | 3 |
| 5 | | 4 | 4 | 4.5 |
| 3 | | 4 | 5 | 4.5 |
| 5 | | 5 | 6 | 7.5 |
| 5 | | 5 | 7 | 7.5 |
| 2 | | 5 | 8 | 7.5 |
| 1 | | 5 | 9 | 7.5 |

PASO 2. Asignar los valores respectivos de ranking a cada dato dentro de los grupos:

| Opinión | Ranking |
|---------|---------|
| 5 | 7.5 |
| 4 | 4.5 |
| 4 | 4.5 |
| 5 | 7.5 |
| 3 | 3.0 |
| 5 | 7.5 |
| 5 | 7.5 |
| 2 | 2.0 |
| 1 | 1.0 |

PASO 3. Sumar los valores de ranking de cada grupo

| Opinión | Ranking | Suma |
|---------|---------|------|
| 5 | 7.5 | 16.5 |
| 4 | 4.5 | |
| 4 | 4.5 | |
| 5 | 7.5 | 25.5 |
| 3 | 3.0 | |
| 5 | 7.5 | |
| 5 | 7.5 | |
| 2 | 2.0 | 3.0 |
| 1 | 1.0 | |

PASO 4. Calcular el valor de H:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Valores de entrada:

$$n=9; n_1=3; n_2=4; n_3=2$$

$$R_1=16.5; R_2=25.5; R_3=3$$

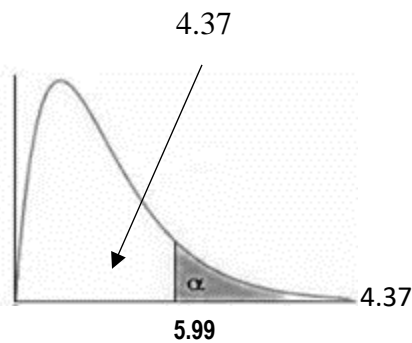
$$H = \left(\frac{12}{9(9+1)} \right) \left(\frac{(16.5)^2}{3} + \frac{(25.5)^2}{4} + \frac{(3.0)^2}{2} \right) - 3(9+1)$$

$$H = \left(\frac{12}{90} \right) \left(\frac{272.25}{3} + \frac{650.25}{4} + \frac{9}{2} \right) - 30$$

$$H = (0.133)(90.75 + 162.56 + 4.5) - 30$$

$$H = 4.37$$

PASO 5. A partir del modelo teórico chi-cuadrado, se ubica el umbral de significancia $\alpha=0.05$ y 2 grados de libertad en 5.99. Con este umbral definido, el valor de $H = 4.37$ se ubica en la región de NO diferencia significativa entre los tres subgrupos.



Apéndice B. Guiones sonoros de los Contenidos Educativos Digitales

| Guion sonoro para CED Contraste no paramétrico de Wilcoxon | | | | |
|--|-----------------|--|----------|----------------|
| Duración aproximada: 03:21 min | | | | |
| Escena | Sonido/efecto | Voz | Duración | Duración total |
| 1 | Música de fondo | La prueba de Wilcoxon | 00:03 | 00:03 |
| 2 | | es un contraste no paramétrico cuya escala de medición de los datos es ordinal | 00:06 | 00:09 |
| 3 | | se utiliza para dos muestras relacionadas siendo | 00:10 | 00:19 |
| 4 | | el equivalente no paramétrico al contraste t-student para datos en pareja. | 00:09 | 00:28 |
| 5 | | Resolvamos un caso, | 00:03 | 00:31 |
| 6 | | se pretende evaluar la forma de enseñar de un docente, para ello se les pide a cinco estudiantes que valoren al docente al principio y al final del curso con una | 00:04 | 00:35 |
| 7 | | escala ordinal donde 1 equivale a pésimo y 5 a excelente. | 00:09 | 00:44 |
| 8 | | A partir de estos datos, | 00:05 | 00:49 |
| 9 | | ¿crees que haya diferencias significativas en las evaluaciones? ¿qué podemos concluir sobre el desempeño del docente? | 00:10 | 00:59 |
| 10 | | Para contestar estas preguntas recurriremos al equivalente del estadístico Z propuesto por Wilcoxon, donde Z será el indicador que nos mostrará si existe una diferencia significativa en la opinión de los estudiantes. | 00:12 | 01:11 |
| 11 | | Empecemos por encontrar el valor de la variable T, para lo cual seguimos el siguiente procedimiento: | 00:05 | 01:16 |
| 12 | | A partir de las evaluaciones inicial y final, se calcula la diferencia entre ellas: 1 menos 5 es igual a -4 y así sucesivamente. | 00:15 | 01:31 |
| 13 | | Después se obtiene el valor absoluto de las puntuaciones y se ordenan de menor a mayor. | 00:08 | 01:39 |
| 14 | | Una vez que se tienen ordenados los valores se les asigna una posición. En este ejemplo tendríamos un orden del 1 al 5, sin embargo, existe un "empate" en una de las posiciones, por lo que se les asigna un punto medio. | 00:12 | 01:51 |
| 15 | | En este caso se asigna el 1.5 para las primeras dos posiciones. | 00:06 | 01:57 |
| 16 | | Regresamos los valores a su lugar correspondiente. Observa cómo se ubica en la columna de ranking positivo y negativo el número de acuerdo a su valor original. | 00:09 | 02:06 |

| | | | |
|----|---|-------|-------|
| 17 | Esto nos servirá para obtener la suma de cada columna, el valor que resulte mayor equivale a T. | 00:04 | 02:10 |
| 18 | Regresamos a la formula. | 00:02 | 02:12 |
| 19 | En la parte izquierda de la pantalla podrás observar el valor de las variables que encontremos. | 00:07 | 02:19 |
| 20 | Seguimos con la siguiente variable. Miu se obtiene con esta fórmula, donde el valor de n representa la muestra, es decir, a nuestros 5 estudiantes. | 00:06 | 02:25 |
| 21 | Al reemplazar n en la formula, podemos obtener el valor de Miu. | 00:07 | 02:32 |
| 22 | Por último, para obtener el valor de sigma recurrimos a esta otra fórmula. | 00:07 | 02:39 |
| 23 | Volvemos a reemplazar el valor de n para obtener el valor de sigma. | 00:04 | 02:43 |
| 24 | Con esta información, podemos calcular el valor de Z. | 00:03 | 02:46 |
| 25 | El resultado es 1.6 | 00:04 | 02:50 |
| 26 | Con esta información | 00:03 | 02:53 |
| 27 | consultamos el modelo teórico de la curva normal | 00:04 | 02:57 |
| 28 | donde se establecen los límites de Z en 1.96 y -1.96 con un nivel significancia de 0.05 | 00:09 | 03:06 |
| 29 | Nuestro valor de Z se ubica dentro de la región donde no hay diferencia significativa | 00:05 | 03:11 |
| 30 | por lo que se puede sostener que realmente no hubo un cambio de opinión entre los estudiantes. | 00:10 | 03:21 |

| Guion sonoro para CED Contraste no paramétrico de Mann-Whitney | | | | |
|---|----------------------|---|-----------------|-----------------------|
| Duración aproximada: 03:36 min | | | | |
| Escena | Sonido/efecto | Voz | Duración | Duración total |
| 1 | Música de fondo | La prueba de Mann Whitney es un contraste no paramétrico | 00:04 | 00:04 |
| 2 | | cuya escala de medición de los datos es ordinal, | 00:04 | 00:08 |
| 3 | | se utiliza para dos muestras independientes y es el equivalente no-paramétrico al contraste T student para muestras independientes. | 00:09 | 00:17 |
| 4 | | Resolvamos un caso. | 00:02 | 00:19 |
| 5 | | Se pretende evaluar a un médico de reciente contratación. | 00:04 | 00:23 |
| 6 | | Se pide la opinión a 9 pacientes, 5 mujeres y 4 hombres. | 00:06 | 00:29 |
| 7 | | La escala para evaluar al médico es de tipo ordinal con un rango del 1 al 5, donde 1 equivale a pésimo y 5 a excelente. | 00:10 | 00:39 |
| 8 | | A partir de estas evaluaciones, | 00:03 | 00:42 |
| 9 | | ¿crees que existan diferencias significativas?, ¿qué se puede concluir acerca de la evaluación al médico? | 00:09 | 00:51 |
| 10 | | Para contestar estas preguntas recurrimos a la propuesta de Z según Mann Whitney. | 00:07 | 00:58 |
| 11 | | El primer elemento a encontrar será U, | 00:05 | 01:03 |
| 12 | | Mann-Whitney propone dos posibles U's | 00:04 | 01:07 |
| 13 | | para la cual necesitamos la siguiente información: | 00:04 | 01:11 |
| 14 | | el tamaño de las muestras por grupos y la sumatoria de los rankings de cada grupo. | 00:06 | 01:17 |
| 15 | | A continuación, seguiremos los pasos para encontrar estos valores. | 00:05 | 01:22 |
| 16 | | Primeramente, acomodamos todos los valores de menor a mayor, | 00:05 | 01:27 |
| 17 | | después asignamos la posición para establecer el rango. | 00:05 | 01:32 |
| 18 | | Para el caso de los valores que se repiten, se calcula la media de dichas posiciones. | 00:06 | 01:38 |
| 19 | | A continuación, sumamos los valores de los rankings. | 00:04 | 01:42 |
| 20 | | También, podemos observar que el valor de n equivale a el número de pacientes de cada grupo. | 00:08 | 01:50 |
| 21 | | Trasladamos los valores a la parte izquierda de la pantalla, donde colocaremos los valores que vayamos encontrando. | 00:09 | 01:59 |

| | | | |
|----|--|-------|-------|
| 22 | Ya que contamos con estos valores, proseguimos a calcular el valor de U con los valores de los rankings de cada grupo. | 00:08 | 02:07 |
| 23 | Empezaremos con el valor de U1 que representará al grupo de las mujeres. | 00:06 | 02:13 |
| 24 | Después calculamos el valor de U2. | 00:04 | 02:17 |
| 25 | De los dos valores de U obtenidos seleccionamos al mayor y ese será U mayúscula. | 00:07 | 02:24 |
| 26 | Ahora, calculemos el valor de Miu, | 00:04 | 02:28 |
| 27 | este se encuentra con esta fórmula. | 00:04 | 02:32 |
| 28 | Pasamos el valor encontrado a la parte izquierda de nuestra pantalla y proseguimos con el valor de sigma. | 00:08 | 02:40 |
| 29 | El cálculo de sigma depende de n1 y n2 | 00:05 | 02:45 |
| 30 | Una vez que encontremos el valor de todos los elementos, calculamos el valor de Z. | 00:06 | 02:51 |
| 31 | En este caso, nuestro valor equivale a 2.32 | 00:05 | 02:56 |
| 32 | Finalmente consultamos el modelo teorico de la curva normal, | 00:05 | 03:01 |
| 33 | con un umbral de significancia de 0.05 los valores de z son +1.96 y -1.96. | 00:13 | 03:14 |
| 34 | Recordemos que el valor de z estimado de nuestros datos fue de 2.32; | 00:08 | 03:22 |
| 35 | el cual al ser mayor que el umbral teórico de 1.96, | 00:06 | 03:28 |
| 36 | se concluye que existen diferencias significativas en las opiniones de los dos grupos de pacientes. | 00:08 | 03:36 |

Guion sonoro para CED Contraste no paramétrico de Kruskal-Wallis

Duración aproximada: 02:56 min

| Escena | Sonido/efecto | Voz | Duración | Duración total |
|--------|-----------------|---|----------|----------------|
| 1 | Música de fondo | El contraste Kruskal Wallis es un contraste no paramétrico cuya escala de medición es ordinal, | 00:07 | 00:07 |
| 2 | | se utiliza para más de dos muestras independientes | 00:04 | 00:11 |
| 3 | | y es el equivalente no-paramétrico al contraste ANOVA de un factor | 00:05 | 00:16 |
| 4 | | Resolvamos un caso | 00:03 | 00:19 |
| 5 | | Se desea evaluar a un docente de reciente contratación. | 00:04 | 00:23 |
| 6 | | Para ello, se pide a tres grupos de estudiantes que evalúen al docente con una escala que va del 1 al 5, donde 1 es igual a pésimo y 5 a excelente. | 00:13 | 00:36 |
| 7 | | Anotamos los datos del tamaño de cada grupo, representándolos con n_1 , n_2 y n_3 , | 00:08 | 00:44 |
| 8 | | en total son 9 estudiantes, este último dato se representa con una N mayúscula. | 00:07 | 00:51 |
| 9 | | Estas fueron las evaluaciones que proporcionaron los estudiantes. | 00:05 | 00:56 |
| 10 | | A partir de estos datos, ¿crees que existan diferencias significativas en las evaluaciones dadas entre los grupos? | 00:08 | 01:04 |
| 11 | | Para contestar a esta pregunta recurrimos al estadístico H . | 00:05 | 01:09 |
| 12 | | La parte sombreada de la formula equivale a la suma de los rankings de cada grupo entre el tamaño del mismo grupo. | 00:10 | 01:19 |
| 13 | | En este caso tenemos tres grupos por lo cual sustituiremos esta parte de la fórmula para poder obtener el valor de H . | 00:08 | 01:27 |
| 14 | | El dato que aún desconocemos es el valor del ranking de cada grupo, | 00:05 | 01:32 |
| 15 | | a continuación, veremos el procedimiento para calcular cada uno de los rankings. | 00:06 | 01:38 |
| 16 | | El primer paso es ordenar de menor a mayor todas las evaluaciones. | 00:05 | 01:43 |
| 17 | | Después asignamos posiciones del 1 al 9 para poder calcular el valor del ranking | 00:06 | 01:49 |
| 18 | | Las primeras 3 posiciones del ranking quedan exactamente iguales, pero en el caso de aquellos valores que se repiten tenemos que calcular la media de las posiciones. | 00:12 | 02:01 |
| 19 | | Finalmente, sumamos los valores de ranking de cada grupo. | 00:04 | 02:05 |
| 20 | | Ya que tenemos estos valores, podemos sustituirlos en nuestra formula. | 00:06 | 02:11 |
| 21 | | Resolvemos y obtenemos el valor de H . | 00:04 | 02:15 |
| 22 | | En este caso obtuvimos un valor de 4.37. | 00:06 | 02:21 |

| | | | |
|----|---|-------|-------|
| 23 | Al revisar el modelo teórico de chi cuadrado, encontramos que | 00:06 | 02:27 |
| 24 | con 2 grados de libertad y con un umbral de significancia de 0.05 el valor teórico de chi cuadrado es de 5.99. | 00:13 | 02:40 |
| 25 | al ubicar nuestro valor de H encontramos que se ubica en la región de no diferencia significativa, | 00:08 | 02:48 |
| 26 | por lo que se concluye que no existen diferencias significativas en las opiniones de los 3 grupos de estudiantes. | 00:08 | 02:56 |

Apéndice C. *Storyboard* del CED Contraste no paramétrico de Wilcoxon

Duración aproximada: 02:41 min

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">El contraste Wilcoxon</p> | <p>Duración: 00:03 T. total: 00:03 Audio: El contraste Wilcoxon FX: Fade out de letras Notas: 1 de 24</p> |
|  | <p>Duración: 00:06 T. total: 00:09 Audio: Es un contraste no paramétrico cuya escala de medición es ordinal FX: Notas: Integrar un diagrama, desconozco a qué familia, orden pertenece 2 de 24</p> |
|  | <p>Duración: 00:10 T. total: 00:24 Audio: Se utiliza para dos muestras relacionadas como: FX: Animación de letras o símbolos que representen los ejemplos Notas: Preguntar por los ejemplos 3 de 24</p> |
| <p style="text-align: center;">Contraste = t- student Wilcoxon</p> | <p>Duración: 00:09 T. total: 00:33 Audio: Además, es el equivalente no paramétrico al contraste t- student para muestras relacionadas FX: Animación de letras Notas: Alinear y centrar bien, colores provisionales 4 de 24</p> |

Contraste = t- student
Wilcoxon

Duración: 00:03
T. total: 00:36
Audio: Resolvamos un caso
FX: Transición, difuminar u otro efecto
Notas:
5 de 24

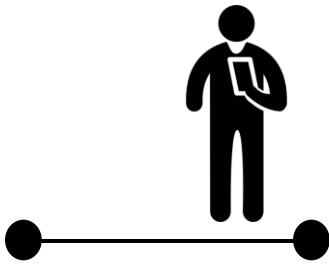


Duración: 00:04
T. total: 00:40
Audio: Cinco estudiantes evaluaron a un docente
FX: Estudiantes aparecen rápidamente uno por uno, animación el checklist y aparece el docente
Notas:
6 de 24



1 = Pésimo
2 = Excelente

Duración: 00:09
T. total: 00:49
Audio: a través de una escala ordinal donde 1 equivale a pésimo y 5 a excelente
FX: Desaparecen elementos y aparece texto
Notas:
7 de 24



Duración: 00:05
T. total: 00:54
Audio: Al docente se le evaluó al principio y al final del curso.
FX: Animación de la línea del tiempo
Notas:
8 de 24



Duración: 00:10

T. total: 01:04

Audio: ¿Crees que haya diferencias significativas en las evaluaciones? ¿Qué podemos concluir sobre el desempeño del docente?

FX: animación

Notas: dibujo provisional
9 de 24

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma}$$

Duración: 00:10

T. total: 01:04

Audio: Para contestar estas preguntas recurriremos a esta fórmula, donde Z será el indicador que nos mostrará si existe una diferencia significativa en la opinión de los estudiantes

FX: animación

Notas: dibujo provisional
10 de 24

| Estudiante | C_Inicial | C_Final | Diferencia | Ranking (+) |
|------------|-----------|---------|------------|-------------|
| E1 | 1 | 5 | | |
| E2 | 2 | 5 | | |
| E3 | 1 | 2 | | |
| E4 | 2 | 4 | | |
| E5 | 3 | 2 | | |

Duración: 00:05

T. total: 01:21

Audio: Para encontrar estos valores, tenemos que resolver esta tabla

FX: animación

Notas: diseño de tabla provisional, intercambiar el E1, E2, por los iconos de personas

11 de 24

Paso 1

Duración: 00:02

T. total: 01:23

Audio: Paso 1

FX: Fade in and out

Notas: Buscar una tipografía más bonita
12 de 24

$$1 - 5 = -4$$

| Estudiante | C_Inicial | C_Final | Diferencia | Ranking (+) |
|------------|-----------|---------|------------|-------------|
| E1 | 1 | 5 | | |
| E2 | 2 | 5 | | |

Duración: 00:15

T. total: 01:38

Audio: A partir de la evaluación inicial y final, se calcula la diferencia entre ellas: 1 menos 5 es igual a -4; 2 menos 5 es -3 y así sucesivamente

FX: Resaltar los datos, animar las operaciones rápidamente en la parte superior, se desvanece y el número toma su lugar

Notas:

13 de 24

Paso 2

Duración: 00:02

T. total: 01:40

Audio: Paso 2

FX: Fade in and out

Notas: Buscar una tipografía más bonita

14 de 24

$$4, 3, 1, 2, 1 \rightarrow 1, 1, 2, 3, 4$$

| Estudiante | C_Inicial | C_Final | Diferencia | Ranking (+) |
|------------|-----------|---------|------------|-------------|
| E1 | 1 | 5 | -4 | |
| E2 | 2 | 5 | -3 | |
| E3 | 1 | 2 | -1 | |
| E4 | 2 | 4 | -2 | |

Duración: 00:06

T. total: 01:46

Audio: Ordena las puntuaciones de acuerdo a su valor absoluto.

El orden es de menor a mayor.

FX: Resaltar los datos, animar las operaciones rápidamente en la parte superior.

Notas:

15 de 24

1, 1, 2, 3, 4



Duración: 00:12

T. total: 01:58

Audio: Una vez que se tienen ordenados los valores se les asigna una posición. Si hay un "empate" en una de las posiciones, se les asigna un punto medio

FX: Animar el empate, utilizar la figura de un pódium para ejemplificar el "asignar posiciones"

Notas: Buscar un pódium más bonito

16 de 24



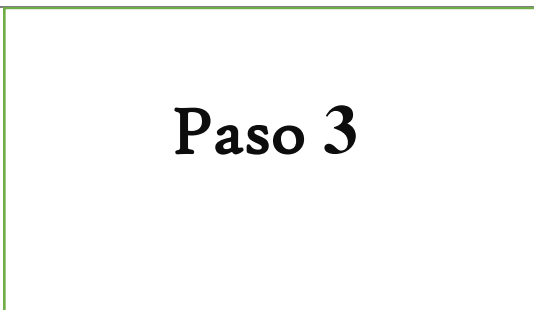
Duración: 00:06
 T. total: 02:04
 Audio: En este caso se asigna el 1.5 para las primeras dos posiciones
 FX: Animar el empate
 Notas: Buscar un pódium más bonito
 17 de 24

| Estudiante | C_Inicial | C_Final | Diferencia | Ranking (+) | Ra |
|------------|-----------|---------|------------|-------------|----|
| E1 | 1 | 5 | -4 | | |
| E2 | 2 | 5 | -3 | | |
| E3 | 1 | 2 | -1 | | |
| E4 | 2 | 4 | -2 | | |
| E5 | 3 | 2 | 1 | 1.5 | |

Duración: 00:09
 T. total: 02:13
 Audio: Observa cómo se ubica en la columna de ranking positivo y negativo el número de acuerdo a su valor original
 FX: Animación de los números apareciendo en cada columna
 Notas:
 18 de 24

| C_Inicial | C_Final | Diferencia | Ranking (+) | Ranking (-) |
|-----------|---------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 5 | -4 | | 5 |
| 2 | 5 | -3 | | 4 |
| 1 | 2 | -1 | | 1.5 |
| 2 | 4 | -2 | | 3 |
| 3 | 2 | 1 | 1.5 | |
| | | | 1.5 | 13.5 |

Duración: 00:04
 T. total: 02:17
 Audio: Esto nos servirá para obtener la suma de cada columna
 FX: Animación de los números apareciendo en cada columna
 Notas:
 19 de 24



Duración: 00:02
 T. total: 02:19
 Audio: Paso 3
 FX: Fade in and out
 Notas: Buscar una tipografía más bonita
 20 de 24

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma}$$

Duración: 00:02

T. total: 02:21

Audio: Regresamos a la fórmula

FX: animación

Notas:

21 de 24

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma}$$

$$T = 13.5$$

Duración: 00:07

T. total: 02:28

Audio: La T simboliza a la suma del orden mayor, la cual obtuvimos al resolver la tabla

FX: animación

Notas:

22 de 24

$$\mu = \frac{n(n+1)}{4}$$

$$n = 5$$

Duración: 00:06

T. total: 02:34

Audio: Mu se obtiene con esta fórmula donde n representa la muestra

FX: animación

Notas:

23 de 24

$$\mu = \frac{5(5+1)}{4}$$

$$\mu = 7.5$$

Duración: 00:07

T. total: 02:41

Audio: Al reemplazar n en nuestra formula, podemos obtener el valor de Mu

FX: animación

Notas:

24 de 24

Apéndice D. Cuestionario de opinión sobre los Contenidos Educativos de Estadística para su consulta en smartphones



Universidad Autónoma de Baja California
 Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
 Maestría en Ciencias Educativas



“Cuestionario de opinión sobre los contenidos educativos de Estadística para su consulta en *smartphones*”

Propósito: Identificar los aspectos relacionados con el uso de contenidos educativos móviles diseñados para su consulta en teléfonos inteligentes.

Datos generales

1. Nombre:

2. Género: Femenino Masculino

3. Promedio de calificaciones en la universidad (0-100):

4. Selecciona todos los dispositivos portátiles que tienes:

Laptop

Tableta

Teléfono inteligente (*smartphone*)

Teléfono

convencional

(voz-mensajes)

Otro:

5. ¿Cuál es la forma de conexión que más utilizas para acceder a Internet fuera de casa?

Wi-Fi

Plan de datos (3G, 4G)

Compartido por amigos (Bluetooth, Wi-Fi Direct)

No

accedo a

Internet

Otro:

6. ¿Qué tanto usas tu *smartphone* con alguna intención educativa al día?

- Nada Poco Regular Mucho

7. ¿Qué tanto te gusta usar la tecnología?

- Nada Poco Regular Mucho

8. ¿Cómo estimas tu habilidad para manejar dispositivos portátiles?

- Nada Poca Regular Mucha

9. ¿Qué tanto te agrada Estadística?

- Nada Poco Regular Mucho

10. ¿Qué tanto sabías de Estadística antes de cursar la materia?

- Nada Poco Regular Mucho

11. ¿Cuáles dispositivos portátiles utilizaste mayormente para consultar los videos de Estadística? (Laptop, tableta, *smartphone*, otro).

Dispositivo más utilizado para la consulta de los videos

Dispositivo medianamente utilizado

Dispositivo menos utilizado

No utilicé ningún dispositivo

12. ¿Cómo te llego el enlace para acceder a los videos de Estadística?

- Google Classroom
 Mensaje por WhatsApp
 Grupo de Facebook
 Mensaje de Facebook
 De otra manera, ¿cuál?:

13. Señala los lugares donde consultaste los videos de Estadística (del más utilizado al menos utilizado).

Lugar más utilizado para ver el video

Lugar medianamente utilizado

Lugar menos utilizado

14. ¿Cómo consideras que fue el grado de dificultad de los temas de Estadística que se muestran a continuación?

Contraste Wilcoxon: Muy difícil Difícil Fácil Muy fácil

Contraste U-Mann Whitney: Muy difícil Difícil Fácil Muy fácil

Contraste Kruskal-Wallis: Muy difícil Difícil Fácil Muy fácil

15. De la siguiente lista de distractores, señala solo tres principales distractores que se te presentaron mientras consultabas los videos. Utiliza la siguiente escala:

1 = Más importante

2 = Segundo más importante

3 = Tercero más importante

Llamada entrante

Ruidos del exterior (carros, pláticas ajenas)

Recepción de mensajes

Problemas con el dispositivo

Notificación de redes sociales

Reflejo de la luz en la pantalla

Notificación de App

Movimiento al transportarse (al caminar, en carro)

Música propia

Otro, ¿cuál?:

Evaluación de los videos

Instrucciones: Evalúa los siguientes aspectos con una escala del **0 al 10**, donde 0 equivale a **pésimo** y 10 a **excelente**.

| | Evaluación [0-10] |
|--|------------------------------|
| 16. El acceso a la página web desde mi dispositivo portátil | [] |
| 17. La navegación entre cada sección de la página web | [] |
| 18. La descarga de los contenidos para su visualización | [] |
| 19. La organización de los temas de Estadística | [] |
| 20. La claridad en la explicación de los conceptos incluidos en los videos | [] |
| 21. La claridad en el propósito estadístico de los temas en los videos | [] |
| 22. La claridad en los procedimientos explicados en los videos | [] |
| 23. La secuencia lógica en el procedimiento de los temas en los videos | [] |
| 24. El lenguaje utilizado para exponer los temas en los videos | [] |
| 25. La velocidad de la explicación en los videos | [] |
| 26. La calidad de las imágenes en los videos | [] |
| 27. El tipo de letra utilizado en los videos | [] |
| 28. El tamaño del texto en los videos | [] |
| 29. El color del texto en los videos | [] |
| 30. El tono de la voz en el video | [] |
| 31. La música de fondo en los videos | [] |
| 32. El uso de animaciones en los videos | [] |
| 33. La estética (visualmente agradable) del video | [] |
| 34. El tiempo del video fue suficiente para explicar el tema | [] |
| 35. El video favoreció a la comprensión del tema | [] |
| 36. El video apoyó la resolución de problemas similares a los presentados | [] |
| 37. El uso de videos motivó al proceso de aprendizaje | [] |

- Continúa en la siguiente página -

- Continuación -

| | Evaluación [0-10] |
|---|------------------------------|
| 38. La respuesta a las dudas mediante la explicación del docente | [] |
| 39. El uso de la tecnología como estrategia para el aprendizaje | [] |
| 40. Evaluación general del video sobre el contraste de Wilcoxon | [] |
| 41. Evaluación general del video sobre el contraste de U-Mann Whitney | [] |
| 42. Evaluación general del video sobre el contraste de Kruskal Wallis | [] |

43. ¿Utilizaste algún apunte, libro, sitio web, u otro material adicional de apoyo a la temática?

Sí, ¿cuál?:

No

44. ¿Qué fue lo que **MÁS** te gustó sobre el uso de videos educativos de Estadística?

45. ¿Qué fue lo que **MENOS** te gustó sobre el uso de videos educativos de Estadística?

- Gracias por contestar -

Apéndice E. Descripción de video del Contraste no paramétrico de Wilcoxon

Parte:

Entrada del video

Escena: 1

Duración:

00:02

Duración total:

00:02



Descripción: Los Contenidos Educativos Digitales inician con una pantalla en blanco rodeada sombras degradadas. Este efecto da la sensación de iluminación en el centro de la pantalla. La primera animación en aparecer es el logo de m-estadísTIC. El logo permanece un instante en pantalla y luego se ofrece un acercamiento rápido hacia el mismo. Dicho movimiento funciona como una transición para presentar la animación que indica el nombre de la temática a desarrollarse en el video.

Parte:

Título de la temática

Escena: 2

Duración:

00:02

Duración total:

00:04



Descripción: Después de la transición del logo aparece una animación rápida de cuadros en los colores rosa (#EE3B4F), verde azulado (#2E8D8C) y azul marino (#16213F). El último cuadro queda en pantalla para enmarcar el título de la temática, el cual aparece inmediatamente después de la animación. El título se desplaza hacia la parte inferior del cuadro, el cual desaparece con la misma animación de cuadros de colores.

Parte:
Introducción

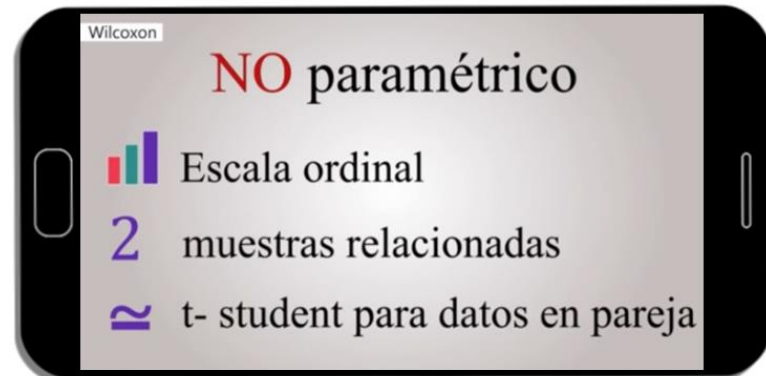
Escena: 3
Duración:
00:03
Duración total:
00:07



Descripción: Se muestra la frase “Contraste NO paramétrico” de forma centrada en la pantalla. De forma sincronizada al audio, la palabra “NO” se ilumina de rojo. En esta parte del video aparece un indicador en la parte superior izquierda, con el propósito de ubicar al espectador en la temática en la que se encuentra.

Parte:
Introducción

Escena: 4
Duración:
00:13
Duración total: 00:20



Descripción: El texto “Contraste NO paramétrico” se desplaza a la parte superior de la pantalla. Se deja visible “NO paramétrico” a manera de recordatorio para el espectador. A través del uso de animación, aparecen elementos gráficos y textuales en sincronía con el audio.

Parte:
Presentación del problema

Escena: 5
Duración:
00:05
Duración total:
00:25



Descripción: Al terminar la explicación sobre el uso del contraste, aparecen cortinillas cuyo diseño corresponde al de la paleta de colores. En el audio se menciona que se resolverá un ejemplo donde se utiliza dicho contraste, mientras que aparece un personaje en pantalla con el fondo azul marino (#16213F).

Parte:
Presentación de los datos

Escena: 6
Duración:
00:09
Duración total:
00:34



Descripción: Se ofrece el contexto del problema mientras aparecen los datos relacionados con el tipo de escala, la muestra y los tiempos del ejercicio.

Parte:
Presentación de los datos

Escena: 7
Duración:
00:12
Duración total:
00:46

| | Evaluación inicial | Evaluación final |
|---|--------------------|------------------|
| 1 | 1 | 5 |
| 2 | 2 | 5 |
| 3 | 1 | 2 |
| 4 | 2 | 4 |
| 5 | 3 | 2 |

Descripción: Las imágenes que representan a los estudiantes pasan a la parte izquierda de la pantalla. Posteriormente aparecen los datos correspondientes a los dos tiempos de evaluación. En esta parte del video se cuestiona al espectador si cree que existan diferencias significativas entre los dos tiempos de evaluación.

Parte:
Presentación de la fórmula

Escena: 8
Duración:
00:17
Duración total:
01:03

Equivalente del estadístico Z
propuesto por Wilcoxon

$$Z = \frac{(T - \mu)}{\sigma}$$

Descripción: Mediante un movimiento de cámara hacia arriba, se muestra un texto y la fórmula para determinar si existen diferencias significativas según el tipo de contraste. El texto es negro y posteriormente se colorea la parte de la fórmula con la que se empezará a trabajar.

Parte:
Resolución

Escena: 9
Duración:
00:13
Duración total:
01:16

| | Evaluación inicial | | Evaluación final | | Diferencia |
|--|--------------------|---|------------------|---|------------|
| | 1 | − | 5 | = | -4 |
| | 2 | | 5 | | -3 |
| | 1 | | 2 | | -1 |
| | 2 | | 4 | | -2 |
| | 3 | | 2 | | 1 |

Descripción: Después de señalar el primer elemento a calcular, se regresa la imagen a la escena anterior. Aparece una nueva columna correspondiente a la diferencia entre los dos tiempos de las evaluaciones.

Parte:
Resolución

Escena: 10
Duración:
00:34
Duración total:
01:50

| | Diferencia | | | |
|--|------------|--------------------------|---|---|
| | -4 | Valor absoluto | 1 | 1 |
| | -3 | Ordenar de menor a mayor | 1 | 2 |
| | -1 | Asignar posición | 2 | 3 |
| | -2 | | 3 | 4 |
| | 1 | | 4 | 5 |

Descripción: Se desvanecen las primeras dos columnas mientras que los nuevos datos se recorren a la parte izquierda de la pantalla. Las primeras dos columnas ya no eran requeridas en pantalla por lo que es innecesario conservarlas. Posteriormente aparecen una serie de instrucciones, estas al momento de ser cumplidas en pantalla reducen su nivel de opacidad.

Parte:
Resolución

Escena: 11
Duración:
00:16
Duración total:
02:06

| | Diferencia | Ranking (+) | Ranking (-) |
|--|------------|-------------|-------------|
| | -4 | | 5 |
| | -3 | | 4 |
| | -1 | | 1.5 |
| | -2 | | 3 |
| | 1 | 1.5 | |

$T = 13.5$

Descripción: Después de seguir los pasos en pantalla, se vuelve a la estructura de tabla que se tenía inicialmente. Aparecen dos columnas para ubicar los datos calculados. Se obtiene la sumatoria de una de las columnas y aparece en pantalla la letra de la fórmula que se pretendía encontrar.

Parte:
Resolución

Escena: 12
Duración:
00:28
Duración total:
02:34

Wilcoxon

$$Z = \frac{(T - \mu)}{\sigma}$$

$$T = 13.5$$

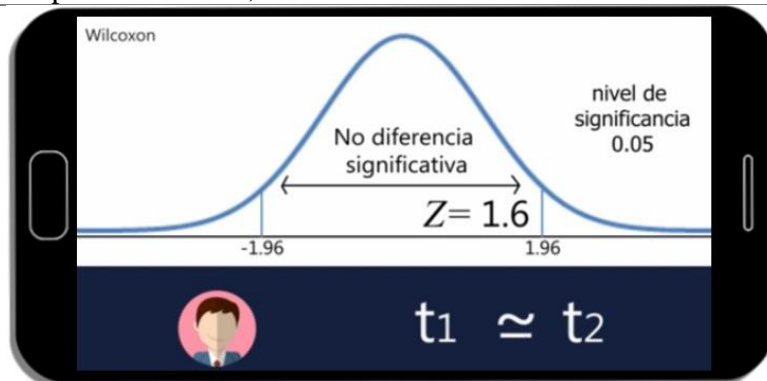
$$\mu = \frac{[n(n+1)]}{4}$$

$n =$ [5 icons]

Descripción: Al encontrar el valor de T, la pantalla se desplaza nuevamente hacia arriba mostrando la fórmula en la parte superior izquierda. Debajo de la fórmula se encuentra el valor de T que se calculó previamente. Dos terceras partes de la pantalla quedan en blanco para calcular los valores que faltan. Aparece la fórmula correspondiente al siguiente elemento a encontrar. En la parte superior se explica el valor de la muestra con la letra n. Después de obtener todos los elementos requeridos para la fórmula, se calcula el valor de Z.

Parte:
Interpretación de los datos

Escena: 13
Duración:
00:27
Duración total:
03:21



Descripción: Cuando se obtiene el valor de Z, aparece en pantalla la curva normal. Este elemento se explica para poder ubicar el valor calculado y presentar las conclusiones con la ayuda de la animación en la parte inferior de la pantalla.

Parte:
Final

Escena: 14
Duración:
00:02
Duración total:
03:23



Descripción: El video termina con el uso de cortinillas dejando la pantalla en azul marino (#16213F).

Apéndice F. Aspectos relacionados con la habilidad en participantes mujeres y hombres

Tabla 32.

Habilidades y destrezas de las participantes mujeres

| Variable | n | 0: Nada | 1: Poco | 2: Regular | 3: Mucho | Global ponderado [0-1] |
|--|----|------------|---------|---------------|-------------|------------------------------|
| Uso al día del smartphone con intención educativa | 31 | 0 | 11 | 16 | 4 | 0.59 |
| Gusto por la tecnología | 31 | 0 | 0 | 16 | 15 | 0.82 |
| Autoconcepto de habilidad para manejar dispositivos portátiles | 30 | 0 | 1 | 17 | 12 | 0.78 |
| Agrado por Estadística | 31 | 2 | 5 | 20 | 4 | 0.61 |
| Conocimiento de Estadística antes de cursar la materia | 31 | 2 | 19 | 10 | 0 | 0.41 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla 33.

Habilidades y destrezas de los participantes hombres

| Variable | n | 0: Nada | 1: Poco | 2: Regular | 3: Mucho | Global ponderado [0-1] |
|--|----|------------|---------|---------------|-------------|------------------------------|
| Uso al día del smartphone con intención educativa | 10 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0.63 |
| Gusto por la tecnología | 10 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0.83 |
| Autoconcepto de habilidad para manejar dispositivos portátiles | 10 | 0 | 1 | 6 | 3 | 0.73 |
| Agrado por Estadística | 10 | 1 | 0 | 7 | 2 | 0.66 |
| Conocimiento de Estadística antes de cursar la materia | 10 | 2 | 5 | 3 | 0 | 0.36 |

Nota: Elaboración propia.