



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

PROPUESTA DE MEJORA DE LA METODOLOGÍA APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN MATEMÁTICAS

PRESENTA
DANAE GÓMEZ ARROYO

DIRECTOR DE TESIS
DR. JOSÉ DIONICIO ZACARÍAS FLORES

PUEBLA, PUE.

ENERO 2017

♥ *A mi mujer maravilla:*

Mi mami, quien siempre ha creído en mí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a dios por darme la bendición de la vida en más de una ocasión. Quiero agradecer a mi familia, a mi mami Cruz Virginia que a lo largo de veintisiete años me ha brindado la confianza para que sea yo misma a cada momento y pueda tomar libremente mis propias decisiones, además también quiero agradecerle por su amor incondicional, su apoyo moral y económico, por la fortaleza que su espíritu posee y que me transmite, la cual me ha ayudado a levantarme un sin fin de veces y, finalmente por su valentía a aventurarse conmigo en cada uno de mis proyectos de vida, en particular para concluir este, a mi papá Domingo por demostrarme en situaciones complicadas que puedo contar con él sin ser juzgada, por compartir conmigo su experiencia, su sabiduría y recomendaciones para finalizar satisfactoriamente esta meta, a mis hermanos Arel y Flor por los años que hemos recorrido juntos, en los cuales me han cuidado y no han dejado de verme como a su pequeña hermana a pesar de mi adultez, por sus consejos, su apoyo, su amistad, su cariño y, sobre todo su deseo de que sea feliz, para mí su hermandad ha sido una fuente extra de esperanza en aquellos momentos poco iluminados de mi vida.

Quiero agradecer a mi compañero de vida, David, por amarme con todo y mis defectos, por su interés y preocupación hacia mi persona, por confiar en mí incluso aunque yo dude de mis capacidades, por su apoyo para que logre cumplir mis sueños, por sujetar siempre mi mano en cada momento vivido, ya sea bonito o duro, por ayudarme a ser mejor persona, por animarse finalmente a compartir su vida a mi lado (jaja...apuesto a que no pensaste que pondría eso, lero lero), gracias por estar en mi vida, eres parte importante de este logro.

Quiero agradecer a mis amigos-compañeros de la universidad y a aquellos que, aunque no compartimos las aulas, conocí en esta maravillosa etapa (Toñito, Lupita, Marquito, Dul, Yassy, Miri, Ojitos, Javis, Bruno, Hijo, L, Mina, Giovanni, Migue, etc.) con ellos

aprendí sobre las matemáticas, pero en especial sobre la vida, reímos, estudiamos, nos enojamos, sufrimos y siempre fue juntos, tengo muchos recuerdos valiosos de estos años, gracias amigos. También quiero agradecer infinitamente a Lupita por ayudarme a culminar este trabajo con sus conocimientos matemáticos.

Quiero agradecer a mi asesor de tesis, el Dr. José Dionicio Zacarías Flores por ofrecerme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis, por comunicarme su experiencia como docente y director de tesis para inicializar, desarrollar y concluir este proyecto, por hacerme notar mis errores, pero también mis fortalezas, por tomar en cuenta mis ideas y por haber contribuido a la mejora continua de esta tesis.

Finalmente quiero agradecer a cada uno de los miembros del jurado, el Dr. José Antonio Juárez López, el Dr. Hugo Adán Cruz Suárez y el Dr. Eric Flores Medrano, por brindar parte de su valioso tiempo a la revisión de esta tesis, gracias por las observaciones efectuadas para mejorar este trabajo.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Debido a la importancia de la estadística en el día a día, es importante adquirir una *cultura* sobre la misma, que nos brinde la oportunidad de interactuar adecuadamente en este mundo lleno de información, por lo cual la manera en que ésta disciplina se enseña ha cobrado relevancia, siendo el Aprendizaje Basado en Proyectos o ABP una metodología sugerida como podrá consultarse en el marco conceptual.

Sin embargo, aquellos docentes que han llevado a la práctica dicha metodología, se han enfrentado a diversos obstáculos, principalmente referidos al seguimiento continuo que los proyectos elaborados por los estudiantes demandan. Por ello, en el planteamiento del problema de este trabajo, se especifican una serie de dificultades con las cuales se han encontrado diferentes docentes, intentado darles solución mediante *la propuesta de mejora* de la metodología ya conocida. Siendo la evaluación de los proyectos, en cada fase de la metodología (como se aborda en el marco metodológico de esta investigación), el eje central de dicha propuesta.

Para esto, se desarrollaron instrumentos de evaluación, los cuales deben aplicarse en cada fase propuesta para que el docente otorgue la retroalimentación que considere apropiada. El diseño, elaboración, validez y confiabilidad de estos instrumentos se encuentran detallados en el marco metodológico y podrán consultarlos en el apartado anexo. Además, se han incluido los resultados obtenidos al emplear estas herramientas de evaluación.

Finalmente, en las conclusiones se hace referencia al cumplimiento de los objetivos propuestos en el planteamiento del problema y también, a la realización de posibles trabajos a futuro que permitan seguir enriqueciendo la metodología del ABP.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.3.2 OBJETIVOS PARTICULARES	9
1.4 JUSTIFICACIÓN	9
CAPÍTULO 2 MARCO CONCEPTUAL	11
2.1 EL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO DE WILD Y PFANNKUCH.....	11
2.2 EL PROYECTO GAISE	13
2.2.1 METAS POR ALCANZAR DE LOS ESTUDIANTES.....	14
2.2.2 SUGERENCIAS.....	16
2.3 APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP)	19
2.3.1 ABP DESDE EL ENFOQUE DE SÁNCHEZ	19
2.3.2 ABP DESDE EL ENFOQUE DE BATANERO Y DÍAZ	20
2.4 BENEFICIOS Y DESVENTAJAS DEL ABP	23
2.5 EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS	25
2.5.1 EVALUACIÓN Y TIPOS DE EVALUACIÓN	25
2.5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	27
2.5.3 CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	29
2.5.3.1 CONFIABILIDAD	29
2.5.3.1.1 ALFA DE CRONBACH.....	29
2.5.3.1.2 INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH	29
2.5.3.2 VALIDEZ.....	29
2.5.3.2.1 ANÁLISIS FACTORIAL.....	30
2.5.3.2.1.1 ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO.....	31
2.5.3.2.1.1.1 ESTADÍSTICOS PARA CALCULAR LA PERTINENCIA DEL ANÁLISIS FACTORIAL	32
2.5.3.2.1.1.2 MÉTODOS PARA HALLAR LOS FACTORES	33
2.5.3.2.1.2 ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO.....	33
2.5.4 ASPECTOS A CONSIDERAR AL EVALUAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	35

2.6	REPORTE ACTUAL DEL PROYECTO GAISE.....	36
CAPÍTULO 3 MARCO METODOLÓGICO		40
3.1	FASES DE LA METODOLOGÍA	40
3.1.1	CONTENIDO TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA	40
3.1.2	DIVISIÓN DE LA METODOLOGÍA POR ETAPAS: FASES DEL ABP	41
3.2	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN COMO PRINCIPAL MEJORA DEL ABP.....	41
3.2.1	FASE 1: IDEAS.....	43
3.2.2	FASE 2: PRESELECCIÓN	44
3.2.2.1	PRIMER INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	45
3.2.2.1.1	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL PRIMER INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN .	46
3.2.3	FASE 3: SELECCIÓN	49
3.2.3.1	ETAPA 1: SELECCIÓN	49
3.2.3.1.1	SEGUNDO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	50
3.2.3.1.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL SEGUNDO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN 51	
3.2.3.2	ETAPA 2: PRESENTACIÓN POR EQUIPOS	54
3.2.3.2.1	TERCER INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	55
3.2.3.2.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL TERCER INSTRUMENTO.....	56
3.2.4	FASE 4: ELABORACIÓN	59
3.2.4.1	ETAPA 1: PRIMER AVANCE	60
3.2.4.1.1	CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	61
3.2.4.1.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	63
3.2.4.1.2.1	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	63
3.2.4.1.2.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA SEGUNDA DIMENSIÓN DEL CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	66
3.2.4.2	ETAPA 2: SEGUNDO AVANCE	69
3.2.4.2.1	QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	70
3.2.4.2.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN .	71
3.2.4.2.2.1	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	71
3.2.4.2.2.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA SEGUNDA DIMENSIÓN DEL QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	72
3.2.4.3	ETAPA 3: TERCER AVANCE	75

3.2.4.3.1	SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	75
3.2.4.3.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN... ..	77
3.2.4.3.2.1	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	77
3.2.4.3.2.2	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA SEGUNDA DIMENSIÓN DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	79
3.2.4.3.3	ENCUESTA.....	79
3.2.5	FASE 5: PRESENTACIÓN FINAL.....	79
3.2.5.1	SÉPTIMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	80
3.2.5.1.1	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL SÉPTIMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	82
3.2.5.1.1.1	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	82
CAPÍTULO 4	RESULTADOS	86
4.1	RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA DEL ABP IMPLEMENTADA	86
4.1.1	FASE 1: IDEAS.....	86
4.1.2	FASE 2: PRESELECCIÓN	87
4.1.3	FASE 3: SELECCIÓN	93
4.1.3.1	ETAPA 1: SELECCIÓN	94
4.1.3.2	ETAPA 2: PRESENTACIÓN POR EQUIPOS	97
4.1.4	FASE 4: ELABORACIÓN	100
4.1.4.1	ETAPA 1: PRIMER AVANCE	100
4.1.4.2	ETAPA 2: SEGUNDO AVANCE	106
4.1.4.3	ETAPA 3: TERCER AVANCE	108
4.1.5	FASE 5: PRESENTACIÓN FINAL.....	114
4.2	TRASCENDENCIA DE ALGUNOS PROYECTOS DESARROLLADOS EN CLASE	118
CAPÍTULO 5	CONCLUSIONES	121
5.1	TRABAJO A FUTURO.....	124
BIBLIOGRAFÍA.....		126
ANEXOS.....		131
I. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....		132

1 PRIMER INSTRUMENTO 132

2 SEGUNDO INSTRUMENTO 134

3 TERCER INSTRUMENTO 136

4 CUARTO INSTRUMENTO 138

5 QUINTO INSTRUMENTO 140

6 SEXTO INSTRUMENTO 141

7 SÉPTIMO INSTRUMENTO 142

8 INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO INTERNO DE CADA EQUIPO 145

CAPÍTULO 1

Introducción y Planteamiento del Problema

1.1 INTRODUCCIÓN

Muchos de nosotros cuando oímos hablar sobre alguna disciplina nos hemos preguntado: ¿Qué es? ¿Para qué nos sirve? ¿Solo personas especializadas en el área pueden aplicarla? ¿La hemos usado o la podremos usar en nuestra vida cotidiana? Hablando específicamente sobre la Estadística, aún sin tener conocimiento de qué sea, sí podemos ver su utilidad en el mundo real. Si nos agrada el fútbol y queremos saber no sólo la posición de nuestro equipo favorito, sino saber qué posibilidades hay de que gane el torneo, que cierto futbolista goleador, sea el campeón goleador, cuántas tarjetas rojas o amarillas tienen los jugadores, cuántos pases hubo por parte de los futbolistas de cualquier equipo, en la semana pasada, etc., nos daremos cuenta de que toda esta información nos la presentan a través de tablas y gráficos; esto en cuanto a fútbol que es un deporte muy popular, pero también podrían encontrar esto mismo aquellos interesados en el baloncesto, en el béisbol, tenis, boxeo, entre otros deportes; podemos consultar esta información en páginas web como marca.com o espn.com.mx. Ahora pensemos que queremos decidir si realizar o no cierta actividad por temor al clima, por lo cual ingresamos al sitio en internet del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) de México y vemos las condiciones climáticas en los próximos días u horas para nuestra respectiva localidad; nuevamente nos encontramos con tablas, gráficas de barras, gráficos de líneas donde nos muestran la temperatura máxima vs la temperatura mínima, precipitación acumulada, humedad relativa y velocidad del viento; puede corroborar esta información en la dirección electrónica <http://smn.cna.gob.mx/es/>. Hablando sobre el medio ambiente, actualmente un problema de interés es la mala calidad del aire en la Ciudad de México, lo cual lleva a ambientalistas y a personas que habitan este lugar, a indagar dicha situación; si entramos a la página web (<http://www.sedema.cdmx.gob.mx/>) de la Secretaría del Medio Ambiente de la Cd. de México (SEDEMA) y consultamos el apartado calidad del

aire, hallaremos información detallada sobre esta situación que vive la Ciudad de México, por ejemplo, por parámetro (dióxido de azufre, monóxido de carbono, plomo, etc.) encontraremos las respectivas gráficas sobre la concentración por hora, el promedio de las concentraciones por día, el promedio de las concentraciones mensuales, la tasa de cambio para el promedio anual durante el periodo de 1988 a 2015 y demás información relacionada con la calidad del aire. Abordando otro sector relevante para la sociedad, nos encontramos con la economía y las finanzas, cuestionándonos sobre ¿Cuál es la edad promedio de la población económicamente activa? ¿Cuál es el ingreso promedio de la población? ¿Ha aumentado la tasa de desempleo en el país?, entre una infinidad de preguntas, las cuales son respondidas y presentadas mediante gráficos en diversos diarios del país, como Excelsior y La Jornada, basados en datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Otro sector fuerte es la educación, la famosa prueba Planea por dar un ejemplo, nos da a conocer el nivel de logro obtenido por los estudiantes del nivel básico, y sus resultados son presentados mediante gráficas de barras y circulares donde por grado escolar y materia (lenguaje y comunicación, y matemáticas) se aprecia el porcentaje alcanzado por los estudiantes; verifique esta información en la página web http://planea.sep.gob.mx/ba/estadisticas_2015/. Indiscutiblemente a donde quiera que miremos nos encontraremos con información, la cual nos arroja promedios, medianas, tasas, etcétera, y, con las cuales los expertos pueden hacer pronósticos de cómo se encontrará cierta situación en un determinado periodo de tiempo. La obtención de esta información, así como la organización y el uso que se le dé compete a la Estadística.

Como nos hemos percatado en los ejemplos anteriores, la Estadística aparece en nuestro entorno, en diversos ámbitos y a diferentes niveles de profundización; por ejemplo, conocer la posición de nuestro equipo favorito de fútbol no necesariamente requiere el mismo nivel de conocimiento en comparación a deducir si la tasa anual actual de cierto contaminante que afecta la calidad del aire cambiará para el siguiente año. Debido a la importancia de la Estadística en el día a día, la Secretaría de Educación Pública (SEP) ha implementado desde el nivel básico (tercero de primaria),

la instrucción de conceptos estadísticos en los programas de estudio correspondientes a la asignatura de Matemáticas (SEP, 2011). El aprendizaje de estos conceptos continúan hasta el nivel medio superior e incluso se formalizan en el nivel superior, por mencionar un ejemplo, para la mayoría de las carreras de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) en el área de ciencias naturales y de la salud (biomedicina, ciencia forense, medicina veterinaria y zootecnista, biotecnología, farmacia, etc.), área de ciencias sociales y humanidades (criminología, sociología, ciencias políticas, etc.), área de económico-administrativas (administración de empresas, negocios internacionales, finanzas, comercio internacional, etc.) y área de ingenierías y ciencias exactas (matemáticas, física, actuaría, ingeniería en alimentos, ingeniería civil, etc.).

En el plan de estudios de la materia de Estadística I correspondiente al año 2012, la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas (FCFM) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, dice que la estadística inferencial:

(...) introduce a los estudiantes a conocer, manipular, y construir funciones que manipulen la información obtenida con base a una muestra para poder inferir y predecir eventos aleatorios. Estos conocimientos apoyarán su desarrollo para dar unas bases sólidas en su formación y poder conocer más sobre esta área matemática. (p.7).

También se hace mención de cómo el programa de la asignatura contribuye al perfil de egreso en cuanto a conocimientos, habilidades, actitudes y valores, destacando las aportaciones que se muestran en la Tabla 1.1:

Tabla 1.1. *Aportaciones de la asignatura al perfil de egreso*

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Manejar y conocer los conceptos aplicados a la descripción o predicción de la	Capacidades para plantear, resolver problemas, trabajo en equipo, comunicación, toma de	Promover el desarrollo continuo de sus habilidades cognitivas de orden superior,

población o muestra con base de una información.	decisiones que les ayude a relacionarse con otros individuos de otras disciplinas.	que favorezcan el desarrollo continuo con otras disciplinas usando un lenguaje matemático y estadístico.
Plantear y resolver problemas en la estimación puntual y por intervalo.		Ser flexible y se adecúa en diversos ambientes de competencia y manejo de diversos instrumentos tecnológicos.

Fuente: FCFM (2012).

Además, el plan de estudios de la FCFM para la asignatura de Estadística I, señala que el objetivo general de la materia es:

El estudiante será capaz de manejar herramientas computacionales del Excel, aplicará y usará procedimientos para identificar las distribuciones de muestreo. *Este aplicará los métodos de inferencia estadística a una muestra, buscando los mejores mediante criterios estadísticos, se espera que usando los conceptos se pueda deducir e inferir más inferencias estadísticas.* (2012, p.3).

Y, como objetivos particulares importantes tenemos:

- Aplicar los procedimientos de estadística descriptiva, usados para resumir y describir información de conjuntos de mediciones obtenidos en una muestra o población (gráfica, agrupada, o no agrupada).
- Interpretar y dar solución a problemas de inferencia estadística.

Por ello, para lograr cumplir con las aportaciones que la materia contribuye al perfil de egreso, así como los objetivos establecidos en el plan de estudios (general y específicos) y cubrir el contenido temático, es fundamental transmitir en el alumno el

conocimiento estadístico y el interés por plantear e investigar problemas reales (no meramente matemáticos), cuyas soluciones aporten beneficios a la sociedad.

Asimismo, países que son un referente como España, Estados Unidos, Inglaterra, entre otros, también se han preocupado por el aprendizaje significativo de esta asignatura, lo cual ha llevado a planificar la didáctica adecuada para su enseñanza y, se logre que el alumnado adquiriera un *sentido estadístico*, es decir, una cultura y razonamiento estadístico como lo definen Batanero, Díaz, Contreras y Roa (2013). Franklin y Garfield (2006, citados en Zapata, 2011) elaboraron una lista de recomendaciones para la enseñanza de la asignatura, de las cuales destacamos las siguientes:

1. Acentuar la cultura estadística y desarrollo del pensamiento estadístico.
2. Utilizar datos reales.
3. Enfatizar la comprensión conceptual más que el mero aprendizaje de procedimientos.
4. Incentivar el aprendizaje activo dentro del salón de clases.
5. Emplear la evaluación para mejorar y valorar el aprendizaje de los estudiantes.

Autores como Batanero et al. (2013) y Sánchez (2013) consideran que una manera efectiva de transmitir al estudiante ese sentido estadístico es mediante el trabajo con proyectos en clase, planteados correctamente por el profesor o por los mismos estudiantes; dicha metodología refuerza la lista elaborada por Franklin et al. (2006, citados en Zapata, 2011) al aplicar sus recomendaciones durante la elaboración de un proyecto de investigación por parte de los estudiantes, quienes aplicarán los conocimientos estadísticos aprendidos en clase.

Esta metodología de enseñanza ha sido implementada en la FCFM en los cursos impartidos por el Dr. José Dionicio Zacarías Flores desde hace algunos años, de la experiencia obtenida, se detectaron algunas dificultades con las cuales podrían

enfrentarse otros docentes al utilizar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y, en consecuencia, los estudiantes. Las dificultades más sobresalientes son:

- La planeación por etapas que sean apropiadas para implementar la metodología, permitiendo ajustarla con los temas que constituyen el temario de la materia y llevarla a práctica de manera correcta.
- La diversidad de las ideas propuestas por parte de los alumnos, para la realización de los proyectos de investigación o la propuesta de proyecto que proponga el profesor que puede ser no de interés para el estudiante, lo cual ocasiona que el estudiante cumpla sólo por cumplir.
- La selección adecuada de los proyectos más factibles de realizar y que sean de interés para los alumnos.
- Dar las retroalimentaciones oportunas a los alumnos para redirigir su conocimiento y se conforme el aprendizaje esperado por la asignatura.
- El conflicto que presentan los estudiantes para expresarse correctamente de manera verbal y escrita.

Como consecuencia de los puntos anteriores, encontramos:

- El desafío que enfrentan tanto el docente como los alumnos, al desarrollar los proyectos, debido a la falta de experiencia de ambos en otras áreas disciplinares.
- Demora para otorgar la respectiva retroalimentación que permita encaminar el trabajo de los estudiantes, resultado de la carga de trabajo del docente.
- La desmotivación que sufre el estudiante, derivado de los inconvenientes con los cuales se enfrenta al desarrollar el proyecto, y que en muchas ocasiones termina en el abandono del curso.
- La baja culminación satisfactoria de los proyectos.
- La disminución en el cumplimiento de los objetivos: general y específicos de la asignatura.

A partir de estas dificultades y consecuencias, se decidió investigar qué aspectos podrían mejorarse de esta metodología de enseñanza, con el propósito de fortalecerla y lograr que el aprendizaje de la estadística sea significativo para los estudiantes.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la estadística es una alternativa dinámica y recomendada como ya se ha mencionado en líneas anteriores, sin embargo, quienes han impartido esta metodología dentro de las aulas, también se encontraron con dificultades tales como que el ABP demanda bastante dedicación y voluntad por parte de los estudiantes, para poder desarrollar y concluir satisfactoriamente los proyectos (Rodríguez, Vargas y Luna, 2010). Además del exceso de trabajo y la diversidad en la organización y la valoración de los proyectos (Van den Bergh et al., 2006, citados en Rodríguez et al., 2010). Por su parte, Batanero y Díaz (2004) mencionan la diferencia existente entre saber y saber aplicar un conocimiento, remarcando que la habilidad para aplicar conocimientos matemáticos resulta más dificultosa de lo que se cree, siendo este el caso del trabajo con proyectos, debido a que se requiere aplicar las estrategias adecuadas para dar solución al problema planteado y no sólo se necesita del conocimiento técnico. También encontramos que la implementación del ABP no es sencilla, ya que, aunque los proyectos ameriten de poco tiempo para su desarrollo, requieren de transformaciones recónditas tanto en la organización que el proceso enseñanza-aprendizaje conlleva, así como en el papel desempeñado por los alumnos y los profesores (Valero, García, 2011). Asimismo, Garrigós y Valero (2012) hablan de la complicación que enfrenta el estudiante en la formación de las habilidades transversales (trabajo en equipo, aprendizaje cooperativo y comunicación eficaz), que son fruto del trabajo con proyectos.

En conclusión, hemos visto que la implementación del ABP aunque recomendable su uso no es fácil, ya que como demostramos previamente, los docentes que se han preocupado por la enseñanza de la estadística y que también optaron por utilizar esta metodología en sus clases, se enfrentaron con múltiples adversidades durante su

aplicación, adversidades presentes tanto en los alumnos como en los mismos profesores. Es fundamental intentar dar una solución efectiva a estos impedimentos, para cumplir con el objetivo de instruir en nuestros futuros profesionistas la cultura estadística necesaria en la actualidad, así como los conocimientos característicos de la asignatura, las habilidades, las actitudes y los valores involucrados.

De aquí, surgen las preguntas principales de este trabajo:

- ❖ *¿Qué mejoras se podrían efectuar a esta metodología con el propósito de hacer eficiente su aplicación?*
- ❖ *¿Cómo deben implementarse?*

Derivadas de estas, se originan las siguientes preguntas secundarias:

- ❖ ¿Qué temas resultan de interés para los alumnos?
- ❖ ¿Cómo seleccionar los proyectos más viables de realizar?
- ❖ ¿Cómo evaluar los proyectos elaborados por los alumnos de principio a fin?
- ❖ ¿Cómo valorar el cumplimiento en las actividades realizadas por los equipos, así como el de cada integrante durante la elaboración de los proyectos?
- ❖ ¿En cuántas etapas se debe dividir la metodología para facilitar su aplicación?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo es fortalecer la metodología del ABP, mediante la determinación de aspectos que enriquezcan el trabajo ya conocido y que, además, dichos aspectos sirvan como herramientas de evaluación a los docentes de nivel superior interesados en enseñar estadística utilizando el Aprendizaje Basado en Proyectos.

1.3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Detectar las fortalezas y debilidades más predominantes durante la implementación de la metodología del ABP conocida.
- Proponer aspectos como mejoras para afrontar cada debilidad detectada y retroalimentar las fortalezas.
- Investigar qué conocimientos del temario son más difíciles de aplicar a los proyectos.
- Desarrollar herramientas que permitan evaluar las distintas etapas de los proyectos.
- Desarrollar instrumentos que permitan valorar el desempeño de cada alumno en su respectivo proyecto de investigación.
- Proponer una división de la metodología en diferentes fases que permita aplicarla correctamente.
- Mostrar las ventajas y resultados obtenidos al utilizar la propuesta de mejora de la metodología del ABP.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En la introducción vimos la relevancia de la estadística en la vida cotidiana de las personas, aunado a esto, Batanero et al. (2013) sugieren y con ello corroboran, que la enseñanza de esta ciencia ha cobrado fuerza debido al requerimiento por brindar una cultura estadística a los ciudadanos para que concurren activamente en el mundo de la información. Dicha cultura estadística relaciona los siguientes elementos:

a) La capacidad de las personas para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, argumentos relacionados con los datos o fenómenos estocásticos con los que se pueden encontrar en diversos contextos y, cuando sea pertinente, b) la capacidad para hablar o comunicar sus impresiones sobre dicha información estadística. (Gal, 2002, p.2-3).

Lograr que la enseñanza de la estadística sea significativa no es labor fácil, nosotros creemos que el ABP puede transmitir al alumno la cultura estadística y como lo denotan

Batanero et al. (2013), el sentido estadístico, indispensables para que se integren a la sociedad donde abunda la información.

Tras la experiencia de haber implementado esta manera de enseñar en la FCFM, se encontraron las dificultades descritas previamente. A partir de esto, se decidió investigar con mayor profundidad sobre ellas, para darles solución y seguir enseñando una estadística significativa mediante el ABP. Se han elaborado diversas mejoras a la metodología conocida desde sus primeras etapas, las cuales han sido utilizadas y serán expuestas con detalle en este trabajo.

Esperamos que los resultados obtenidos de esta investigación, no sólo fortalezcan la metodología del ABP, sino que sean una aportación útil para aquellos docentes que se han encontrado con los mismos obstáculos o que estén considerando implementarla. Finalmente, es importante destacar que al conseguir que la estadística se aprenda efectivamente, no sólo el docente consigue cumplir con los objetivos establecidos, sino que los futuros egresados de diferentes carreras podrán aplicar sus conocimientos estadísticos y todas las aportaciones que la materia hace a su perfil de egreso, contribuyendo a la resolución de problemas concernientes a diferentes disciplinas, cuyas soluciones beneficiarán a la sociedad en general.

CAPÍTULO 2

Marco Conceptual

En este capítulo describiremos los aportes hechos por diferentes autores sobre cómo enseñar estadística, exponiendo sus recomendaciones al respecto y notaremos que han servido de base para consolidar la conceptualización del Aprendizaje Basado en Proyectos como la conocemos hoy en día. También explicaremos la manera en que algunos autores conciben tal metodología. Además, veremos los beneficios y desventajas de trabajar con proyectos y la importancia de darles un seguimiento adecuado y continuo mediante la función reguladora llamada *evaluación*, así como el diseño y selección adecuados de los instrumentos de valoración necesarios para este fin.

2.1 EL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO DE WILD Y PFANNKUCH

Pfannkuch y Wild (1999) afirman que debido a la importancia que diversas disciplinas han otorgado al análisis de datos para la toma de decisiones en sus respectivas áreas, el aprender estadística mediante un contexto específico es un objetivo para muchos educadores en la materia, donde ellos no son la excepción. Debido a este interés, los autores proponen un modelo auxiliar en la resolución de problemas reales que consta de cuatro dimensiones:

1. *Dimensión 1: Ciclo investigativo.* Esta dimensión está formada por cinco pasos PPACD (Problema, Plan, Datos, Análisis, Conclusiones). Saber resolver un problema que traerá beneficios palpables exige apoyarse de un ciclo investigativo donde después de aplicar el primer paso, que consiste en plantearse el problema, se debe planificar cómo se obtendrán los datos necesarios para resolverlo (segundo paso), inmediatamente se comienza con la recolección de datos así como la depuración de los mismos (tercer paso), luego se prosigue con el cuarto paso, en donde, se realiza el análisis correspondiente de los datos previamente recolectados y generar hipótesis al respecto, para

finalmente dar significado a los resultados, obtener y comunicar las conclusiones respectivas (quinto paso).

2. *Dimensión 2: Tipos de pensamiento.* En esta sección se habla de los dos tipos de pensamiento involucrados en la aplicación de proyectos: el general, referido a las estrategias, construcción de modelos y aplicación de técnicas necesarias para resolver un determinado problema y, los tipos fundamentales del pensamiento estadístico, clasificándolos en:

- i. Admitir la necesidad de los datos. Reconocer que se necesitan datos para tomar decisiones que no pueden basarse simplemente en vivencias subjetivas.
- ii. Transnumeración. Se refiere al número de veces en que los datos sufren cambios con el propósito de su comprensión.
- iii. Consideración de la variabilidad. La incertidumbre existente en los datos obtenidos se debe a la variabilidad, la cual debe tenerse en cuenta para poder describirla, explicarla y controlarla.
- iv. Razonamiento con modelos estadísticos. Utilizar las herramientas estadísticas proporcionadas habitualmente en los cursos, para analizar los datos (Wild y Pfannkuch, 1999, citados en Sánchez, 2013).
- v. Integración de la estadística y el contexto. No se puede hablar de pensamiento estadístico sin darle significado a través de un contexto. El pensamiento en sí es la fusión entre el contexto y el aprendizaje estadístico.

3. *Dimensión 3: Ciclo interrogativo.* Es el proceso que el pensador lleva a cabo durante la resolución del problema planteado. En este ciclo se *generan* ideas como posibles causas del problema nacidas del contexto, luego se *busca* información relevante en los datos, seguida de una *interpretación* de la

información obtenida durante la búsqueda para relacionarla con ideas previas y nuevas; después se *critica* el proceso efectuado para confirmar que es correcto y así se puedan *Juzgar* los resultados obtenidos de todo el proceso.

4. *Dimensión 4: Disposiciones.* Se refiere a aspectos cualitativos (mente abierta, compromiso, perseverancia, curiosidad, conciencia, etc.) que repercuten en el proceso del pensamiento estadístico de las personas.

2.2 EL PROYECTO GAISE

El grupo universitario perteneciente al proyecto *Directrices para la evaluación y la enseñanza en educación estadística* (GAISE, por sus siglas en inglés), tomando como referencia el reporte presentado por George Cobb en 1992 acerca de la instrucción estadística en el nivel superior, elaboró un reporte en el año 2005, donde se exponen una serie de sugerencias respecto de la enseñanza de la estadística. Este grupo de trabajo recomienda seis aspectos:

1. *Acentuar la cultura estadística y desarrollo del pensamiento estadístico.* Estos autores definen como cultura estadística a la comprensión de ideas y términos estadísticos indispensables y, como pensamiento estadístico a “la comprensión en la necesidad de los datos, la importancia de la producción de datos, la omnipresencia de la variabilidad, la cuantificación y explicación de la variabilidad” (Cobb, 1992, citado en GAISE college report, 2005).
2. *Utilizar datos reales.* Ocupar datos reales ayuda a comprender por qué y cómo se recogieron los datos y a ligar los resultados obtenidos del análisis con el contexto del problema.
3. *Enfatizar la comprensión conceptual más que el mero aprendizaje de procedimientos.* Comprender bien los conceptos principales hará que se puedan

aprender las técnicas y procedimientos específicos e incluso están preparados para aprender técnicas más avanzadas en cursos posteriores.

4. *Incentivar el aprendizaje activo dentro del salón de clases.* Estimula el aprendizaje colectivo, los estudiantes aprenden de cada uno de ellos, fomentando el desarrollo del pensamiento estadístico. Asimismo, los estudiantes se involucran en el proceso de aprendizaje que les resulta divertido y también aprenden a trabajar en equipo.
5. *Aplicar la tecnología para el desarrollo de la comprensión conceptual y el análisis de datos.* La tecnología debe implementarse para analizar los datos y que los estudiantes puedan centrarse en la deducción de conclusiones a partir de los resultados conseguidos. Cabe señalar, que también nos es útil para mostrar conceptos a los estudiantes y que estos puedan concebirlos, comprenderlos y desarrollarlos mediante simulación.
6. *Emplear la evaluación para mejorar y valorar el aprendizaje de los estudiantes.* La evaluación debe ajustarse a las metas establecidas, orientarse a la comprensión de conceptos clave y no sólo valorar las habilidades, procedimientos y cálculos. Para esto, es recomendable utilizar la evaluación formativa.

2.2.1 METAS POR ALCANZAR DE LOS ESTUDIANTES

En este reporte se incluye una lista de metas a alcanzar por los estudiantes en el curso, para que puedan considerarse educados estadísticamente. Estas metas figuran lo que cada estudiante debe saber y comprender. Los autores comentan que para alcanzar este saber se necesita de algunas técnicas estadísticas, pero lo verdaderamente relevante radica en el conocimiento derivado del proceso que implica aprenderlas.

Para ellos, los estudiantes deberían entender y comprender los motivos por los cuales:

- Los datos superan a las anécdotas.
- La variabilidad es normal, previsible y cuantificable.
- El muestreo aleatorio admite ampliar los resultados obtenidos de una muestra a la población de estudio.
- Hallar diferencias estadísticas significativas no forzosamente implica que no existe relación con la población, principalmente en investigaciones donde el tamaño de la muestra es pequeño.

Además, deberían identificar:

- Las fuentes usuales que originan sesgo durante la obtención de los datos.
- La población sobre la cual se aplica los resultados de la inferencia estadística, dependiendo de cómo se recolectaron los datos.
- Que palabras como normal y azar poseen significados concretos en estadística, que pueden variar del uso común.

De la misma forma, los autores mencionan que los estudiantes deberían entender las etapas del proceso mediante el cual la estadística trabaja para responder a las preguntas formuladas, a saber:

- Cómo conseguir o producir datos.
- En la primera etapa del análisis de datos, cómo representar gráficamente los datos y, cómo reconocer cuando es suficiente para contestar la pregunta de interés.
- Cómo descifrar las representaciones gráficas y numéricas que nos permitan utilizar correctamente los procedimientos estadísticos para responder a la pregunta de interés.
- Cómo usar adecuadamente la estadística inferencial.
- Cómo informar los resultados del análisis estadístico.

También, los autores comentan que los estudiantes deberían comprender las ideas elementales concernientes a la inferencia estadística, incluyendo los conceptos sobre:

- Distribuciones muestrales y cómo usarlas para hacer inferencias estadísticas basadas en una muestra.
- Significancia estadística, nivel de significancia y el valor p .
- Intervalos de confianza, nivel de confianza y margen de error.

Adicionalmente el grupo universitario perteneciente al proyecto GAISE dice que los estudiantes deberían saber:

- Cómo explicar los resultados obtenidos en un determinado contexto.
- Opinar acerca de noticias y artículos que contengan información estadística, así como la identificación de faltantes y de errores en los métodos empleados para producir la información.
- Cuándo pedir ayuda a un experto en la materia (estadístico).

2.2.2 SUGERENCIAS

Como parte final de este reporte, los autores incluyen una lista de recomendaciones dirigida a los profesores para trabajar con cada uno de los seis puntos propuestos para enseñar estadística.

Con respecto del rubro *acentuar la cultura estadística y desarrollo del pensamiento estadístico*, los autores recomiendan a los profesores:

- Usar ejemplos para exponer los procesos involucrados que permitan dar solución a problemas estadísticos, así como también se expliquen las preguntas formuladas a partir de dichos problemas.
- Enseñar a los estudiantes mediante la tecnología la manera de manejar los datos, hacer inferencias y verificar las condiciones que se requieren para realizar los procedimientos.
- Desarrollar en los estudiantes el pensamiento estadístico, a través de la práctica, utilizando numerosos problemas y proyectos.

- Proporcionar a los estudiantes una buena práctica a partir de la selección de interrogantes y técnicas adecuadas, en lugar de determinar por ellos las técnicas que deben ocupar.
- Dar seguimiento y retroalimentar el desarrollo del pensamiento estadístico en los estudiantes.

Del aspecto llamado *utilizar datos reales*, se aconseja a los profesores:

- Indagar datos de sitios de internet, bases de datos, encuestas, anuarios, libros, instituciones, etcétera. Este tipo de datos pueden usarse por otros profesores al contar sobre ellos a los demás.
- Utilizar los datos para responder a cuestionamientos trascendentales y concebir nuevas preguntas.
- Cerciorarse de que las preguntas son de interés para los estudiantes.
- Si los datos utilizados por los estudiantes son de gran tamaño, éstos se encuentren disponibles electrónicamente.

Los autores sugieren, para trabajar efectivamente el punto tres denominado *enfaticar la comprensión conceptual más que el mero aprendizaje de procedimientos*, lo siguiente:

- Centrarse en el aprendizaje de conceptos clave, instruidos mediante algunas técnicas en vez de comprender superficialmente las ideas fundamentales mediante una cantidad significativa de técnicas.
- Recortar el contenido introductorio del curso para centrarse en el contenido fundamental.

Las sugerencias para *incentivar el aprendizaje activo dentro del salón de clases* son:

- Actividades basadas en el contexto de problemas reales.
- Combinar lecturas con práctica y debates.
- Otorgar retroalimentaciones constantes a los estudiantes sobre su rendimiento y aprendizaje.

- Anexar la evaluación como elemento de gran relevancia en las actividades a realizar.
- Planificar los problemas a abordar en clase para garantizar que el tiempo designado es suficiente para explicarlos y que los estudiantes puedan trabajar en ellos.
- Desarrollar actividades que promuevan el debate y pensamiento acerca de los datos y el problema.
- Aprovechar las clases formadas por una cantidad considerable de alumnos, dando cabida a la recolección de muestras de gran tamaño por parte de los estudiantes.

En cuanto al aspecto llamado *aplicar la tecnología para el desarrollo de la comprensión conceptual y el análisis de datos*, los autores exhortan a los profesores a:

- Conseguir conjuntos de datos numerosos.
- Producir y modificar gráficos estadísticos adecuados.
- Realizar simulaciones que ejemplifiquen los conceptos teóricos.
- Elaborar informes.
- Examinar diferentes cuestionamientos del tipo *¿qué sucede si...?*

Finalmente, los autores sugieren en el tema *emplear la evaluación para mejorar y valorar el aprendizaje de los estudiantes*, que los profesores consideren como tipos de evaluación los exámenes, tareas, proyectos, reportes escritos, presentaciones orales y además:

- Incorporar la evaluación como elemento sustancial del curso.
- Utilizar una diversidad de métodos evaluativos que permitan brindar una evaluación completa sobre el aprendizaje de los estudiantes.
- Apoyarse de la comprensión y análisis sobre artículos y gráficos presentes en los medios de información, para valorar la cultura estadística.

- Evaluar el pensamiento estadístico a través de tareas de carácter de investigación.

2.3 APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP)

2.3.1 ABP DESDE EL ENFOQUE DE SÁNCHEZ

Desde la perspectiva de Sánchez (2013), la elaboración de un proyecto para la enseñanza de la estadística se logra mediante una investigación cuyo objetivo es intentar dar respuesta a un cuestionamiento a través de la recolección y análisis de información, de acuerdo con las posibilidades que tengan los estudiantes según su grado académico. La condición que se necesita para saber si un cuestionamiento es apropiado, consiste en examinar si podrá generar un proceso investigativo:

1. Formulación de una pregunta.
2. Recolección de datos.
3. Análisis de datos.
4. Interpretación de los resultados.

Además, la pregunta debe cumplir las condiciones siguientes:

1. *El problema debe ser de interés.* Se pueden proponer preguntas que no tengan inconvenientes con los datos y que a la vez resulten aburridas o de poco interés para los estudiantes. Del mismo modo, la pregunta puede ser de interés solo para unos cuantos alumnos, para regular estos puntos, deberá responder también ¿por qué es importante contestarla?, lo cual motivará a aquellos que en un principio no les era atrayente.
2. *Se debe acceder fácilmente a los datos.* La información requerida para analizar y posteriormente dar respuesta a la pregunta, puede ser obtenida directamente por

los estudiantes, ya sea por encuestas, entrevistas o bases de datos de instituciones, como las que nos proporciona el INEGI.

3. *Los conceptos, técnicas y razonamientos derivados tienen que estar al nivel del alumnado.* El punto más complicado es considerar que los conceptos, técnicas y razonamientos estadísticos requeridos para los proyectos, se ajusten al nivel del alumno. Para combatir esto, una alternativa es verificar que la resolución del problema no sea tan sencilla pero tampoco resulte imposible de resolver para el estudiante. Debe cuidarse que el propósito final no sea aprender la técnica o razonamiento que solucione el problema, porque el verdadero objetivo es discutir y hacer una aportación sobre la situación que se aborda, y para ello se necesita de algunos conceptos, técnicas y razonamientos.

Otro aspecto importante es la selección del tema a investigar, por lo cual este autor propone que sea el profesor quien elabore una lista con los temas potenciales a desarrollar por los estudiantes, además de examinar los conocimientos involucrados y finalmente, indague la factibilidad para conseguir los datos necesarios y la posibilidad de que se puedan realizar en clase. A continuación, se muestran algunos ejemplos de posibles temas a investigar propuestos por el autor, donde él aclara que dependiendo de las características particulares de cada aula, estos pueden adaptarse o se pueden establecer otros diferentes.

- *¿Existe discriminación laboral respecto a la mujer?*
- *¿Qué posición tiene México en América Latina?*
- *¿Tiene ventaja el equipo de fútbol que juega en su campo?*

2.3.2 ABP DESDE EL ENFOQUE DE BATANERO Y DÍAZ

Ahora demos un vistazo a la propuesta de Batanero y Díaz (2011). Estas autoras consideran que el trabajo con proyectos debe cumplir las facetas propias de una investigación de carácter estadístico:

1. Planteamiento de un determinado problema.
2. Precisión sobre los datos a recolectar.
3. Recolección y análisis de datos.
4. Elaboración de conclusiones acerca del problema planteado.

También mencionan que se debe tener precaución al elegir los proyectos, incluyendo la característica de que éstos tienen que ser pragmáticos sin importar que se desprendan de un problema más complejo, deben ser abiertos y adecuados al nivel académico que posea el estudiante. Algunos temas para los proyectos pueden ser definidos por el docente y otros pueden ser seleccionados por los estudiantes.

La figura 2.1 muestra el proceso para elaborar un proyecto de investigación desde el enfoque de Batanero y Díaz.

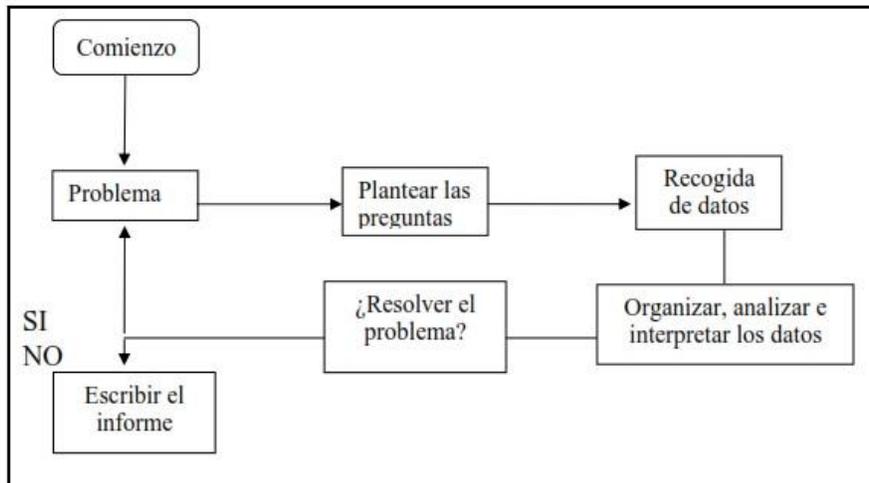


Figura 2.1. Proceso para elaborar un proyecto de investigación.

Fuente: Batanero y Díaz (2011).

Las autoras explican que el inicio de este proceso investigativo se origina con la exposición de un problema real que será resuelto mediante la estadística. Plantear el

problema no suele ser fácil, ya que usualmente los alumnos no lo enuncian con precisión. Por lo regular formulan preguntas poco delimitadas y es aquí donde el profesor les ayuda en la transición de tener un tema poco delimitado a precisarlo para que la pregunta pueda ser respondida, por ejemplo: del tema general *deportes* pasan a la pregunta concisa *¿qué factores influyeron para que los equipos de fútbol cuando jugaron en casa tuvieran un mayor rendimiento que cuando jugaron fuera de casa en la reciente temporada?*

Igualmente, Batanero y Díaz (2011) sugieren que para determinar la pregunta es aconsejable que se cuestione lo siguiente: ¿qué quiero resolver o probar?, ¿qué debo valorar?, ¿qué debo estudiar o examinar? Respecto a los datos deben preguntarse ¿cómo deben ser?, ¿cómo obtenerlos?, ¿qué haré con ellos?, ¿encontraré dificultades?, ¿cuáles?, ¿con ellos resolveré el problema planteado?, y ¿en qué me sirven los resultados obtenidos?

En relación con los datos, las autoras señalan que cuando éstos no son proporcionados por el docente, se tienen que considerar las diversas fuentes para recolectarlos (encuestas, bases de datos, simulación, etc.), así como las técnicas para lograrlo (observación, encuesta, entrevista, etc.), las escalas de medida de las variables (nominal, ordinal, etc.) y el tipo de variables (cualitativa, cuantitativa). También nos dicen que el trabajo con proyectos es excelente para aprender a utilizar software estadístico, que nos permitan analizar los datos de manera sencilla y así poder interpretar los resultados y obtener las respectivas conclusiones. Además, señalan la importancia de incentivar a los estudiantes a redactar un informe escrito, fomentando así la destreza de incluir información estadística que refuerce sus razonamientos, justificando que la elaboración de dicho informe será definitivamente provecho para su vida profesional. Respecto de la escritura del informe, comentan que los alumnos deben elaborarlo de forma precisa y coherente, en donde cada sección contenga las diferentes etapas del proceso investigativo: *problema, datos, análisis e interpretación*.

2.4 BENEFICIOS Y DESVENTAJAS DEL ABP

Conducir el aprendizaje a través de cualquier metodología, nos hace cuestionarnos cuáles son sus ventajas y sus desventajas, esto con la finalidad de analizar si es conveniente o no usar esa metodología. A continuación, enlistaremos los beneficios que se obtienen al utilizar el aprendizaje basado en proyectos:

- Realizar proyectos estadísticos es estimulante para los estudiantes (Batanero y Díaz, 2011).
- Los proyectos tornan importante a la estadística, mediante la significación de datos e interpretación de los mismos, provenientes de un determinado problema (Holmes, 1997, citado en Batanero y Díaz, 2011).
- Los proyectos fortifican la disposición del alumno para resolver el problema, más cuando es él quien lo elige (Holmes, 1997, citado en Batanero y Díaz, 2011).
- Los proyectos fortalecen la comprensión sobre los datos reales e incluyen nociones sobre conceptos que no se pueden manejar con datos dados, como lo son la variabilidad, sesgo, entre otros (Holmes, 1997, citado en Batanero y Díaz, 2011).
- Los proyectos comprueban la diversidad disciplinar de la estadística, pues no sólo concierne a temas matemáticos (Holmes, 1997, citado en Batanero y Díaz, 2011).
- Promueven la obtención de múltiples competencias elementales: competencia en comunicación lingüística, competencia matemática, competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital, competencia social y ciudadana, competencia para aprender a aprender y autonomía e iniciativa personal (Batanero y Díaz, 2011).
- Los proyectos plasman perfectamente los aspectos matemáticos de acuerdo a los estándares del National Council of Teachers of Mathematics: comprensión conceptual, comprensión procedimental, resolución de problemas, formulación y comunicación matemática, razonamiento matemático y actitud hacia las matemáticas (Batanero y Díaz, 2011).

- Estudios efectuados demuestran que el conocimiento adquirido al paso de un día, en un estudiante es del 50% para discusión en grupo y del 75% para experiencias prácticas, en comparación de las clases magistrales con un 5% (Sousa, 1999, citado en Rodríguez et al., 2010). Debido a que los proyectos fomentan las argumentaciones grupales y la aplicación de conocimientos, podemos decir con base en lo anterior que incrementan la adquisición de conocimientos.
- El aprendizaje basado en proyectos está centrado en el estudiante (Rodríguez et al., 2010).
- Entrena a los estudiantes para enfrentar las situaciones con las cuales pueden encontrarse en su vida laboral (Willard y Duffrin, 2003, citados en Rodríguez et al., 2010).
- Vincula los eventos vistos en clase con las experiencias de la vida real (Rodríguez et al., 2010).
- Incrementa el intercambio de información entre los miembros de cada equipo de trabajo y el resto del grupo (Murphy y Garzi, 2001, citados en Rodríguez et al., 2010).
- Los proyectos promueven la aplicación, análisis, síntesis y evaluación de información (Reitmeier, 2002, citado en Rodríguez et al., 2010).
- Trabajar con proyectos permite a los estudiantes reconocer sus aptitudes e incrementar su razonamiento en la resolución de problemas reales (Duffrin, 2003, citado en Rodríguez et al., 2010).
- Realza la participación y contribución entre los integrantes del equipo (Rodríguez et al., 2010).
- Los estudiantes recuerdan y profundizan lo aprendido por más tiempo (Mioduser y Betzer, 2007, citados en Rodríguez et al., 2010).
- Aumenta las capacidades transversales (trabajo en equipo, aprendizaje colaborativo, organización, comunicación, etc.). (Garrigós y Valero, 2012).

- Mejora la autoconfianza en la futura vida laboral del alumnado, gracias al trabajo autónomo que se requiere durante la realización del proyecto. (Garrigós y Valero, 2012).

Como podemos observar, son muchos los beneficios que se obtienen al trabajar con proyectos, los cuales fomentan el desarrollo de múltiples destrezas en los alumnos, sin embargo, la metodología también posee desventajas referidas al proceso involucrado durante su implementación como lo vimos en el planteamiento del problema. En resumen, las desventajas descritas en el capítulo se relacionan primordialmente con la escasa viabilidad de los proyectos, aunado a que el tiempo determinado para elaborarlos no es suficiente, siguiendo con la apatía de los estudiantes ante los temas propuestos por el docente, así como la falta de experiencia en trabajos colaborativos, donde se pide hacer presentaciones orales y reporte escrito. Además del exceso de trabajo que suele ser común ante una clara falta de organización por parte de los equipos de trabajo. Finalmente, encontramos la dificultad que enfrenta el profesor para dar un seguimiento continuo y oportuno a los proyectos, donde la evaluación y la retroalimentación juegan un papel fundamental en el proceso enseñanza-aprendizaje mediante el ABP.

2.5 EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS

2.5.1 EVALUACIÓN Y TIPOS DE EVALUACIÓN

La evaluación permite juzgar el cumplimiento y desempeño que poseen los estudiantes, así como el logro alcanzado en los aprendizajes previamente establecidos (SEP, 2013); es una herramienta útil, ya que nos da información sobre las fortalezas y debilidades que los estudiantes presentan para que podamos encaminar su conocimiento a los objetivos determinados. Leyva (2010) y Covacevich (2014) mencionan que es fundamental conocer el objetivo de la evaluación, pues a partir de esto se definirán las técnicas e instrumentos necesarios que permitan obtener información suficiente sobre

el nivel del aprendizaje adquirido por los estudiantes o de ser necesario, diseñar un nuevo instrumento. Leyva (2010) afirma que esta etapa implica cuestionarse:

- ¿Qué evaluar? Para responder a esta pregunta se deben de considerar los aspectos del aprendizaje que deseamos valorar.
- ¿Para qué evaluar? En esta parte, se define el propósito de la evaluación y por ende qué se pretende hacer con los resultados obtenidos. La determinación en el propósito de la evaluación conduce a otras etapas en la organización y desarrollo de la misma.

Una vez definido el objetivo de la evaluación, Covacevich (2014) afirma que es indispensable conocer el acoplamiento entre los objetivos de la evaluación y el instrumento (objetivo: propósito, contenido: qué mide y población: para quiénes está diseñado); esto es importante ya que se vincula con la utilidad de los resultados que obtendremos.

De acuerdo con la funcionalidad u objetivo de la evaluación podemos evaluar en diferentes momentos del proceso de aprendizaje: al inicio (diagnóstica), durante el proceso (formativa) o al final (sumativa) (Leyva, 2010).

Batanero y Díaz (2011) sugieren que no se pueden evaluar los proyectos con sólo exámenes, proponiendo una revisión más profunda para asegurar que alumno no sólo se encuentra aprobando la materia. También, dentro de las recomendaciones del proyecto GAISE, hallamos la sugerencia de hacer uso de la evaluación formativa. La evaluación formativa:

Cumple una función reguladora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje lo cual nos permite llevar a cabo ajustes y adaptaciones de manera progresiva durante el curso porque se centra más que en los resultados del aprendizaje en los procesos que se ponen en

juego para el logro de tales resultados. Sólo centrados en los procesos, podremos identificar áreas de oportunidad para poder ofrecer una retroalimentación apropiada a los estudiantes, de manera que ellos sepan qué es aquello que deben hacer o ajustar de su proceso para alcanzar los resultados esperados. (Leyva, 2010, p.6).

Asimismo, en la evaluación formativa se toman en cuenta los componentes que benefician o perjudican en diferente grado los aprendizajes esperados, otorgando un respectivo juicio de valor a ello. De la misma forma, se visualiza a los estudiantes como protagonistas dinámicos durante el proceso, donde el profesor desarrolla un papel de orientador dando cabida a la autoevaluación (propia) y coevaluación (entre compañeros) (SEP, 2013).

2.5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

La SEP (2013) define a las técnicas de evaluación como “*los procedimientos utilizados por el docente para obtener información acerca del aprendizaje de los alumnos*” (p.19)., señalando que cada una de las técnicas utilizadas ocupa instrumentos particulares de evaluación. Los instrumentos de evaluación son “*aquellas herramientas que nos permiten tener información específica acerca del proceso de enseñanza y de aprendizaje*” (SEP, 2013, p.18).

Covacevich (2014) explica que una manera de clasificar a los instrumentos de evaluación es por sus características técnicas, las cuales son: medidas directas o medidas indirectas del aprendizaje.

- ✓ Medidas directas: se examina un trabajo elaborado por los estudiantes, por ejemplo, los proyectos de investigación.
- ✓ Medidas indirectas: se originan a partir de las percepciones de los estudiantes.

Leyva (2010) sostiene que los instrumentos habituales empleados durante la evaluación formativa, que nos ayudan a monitorear continuamente el desempeño y ejecución de los alumnos son las listas de control o cotejo y las escalas de evaluación.

Las listas de control reconocen la carencia o existencia de comportamientos observables, brindando la oportunidad a quienes observan, que coincidan en el comportamiento juzgado, brindando mayor fiabilidad (Leyva, 2010). La desventaja es que no se tiene información sobre el nivel del comportamiento observado. (Sans, 2008).

Leyva (2010) propone considerar lo siguiente para elaborar este instrumento:

- Especificar un cumplimiento o conducta observable
- Enlistar las conductas esperadas para comprobar si se cumplen
- Incluir errores habituales
- Organizar las conductas en el orden en que éstas se presentan

Esta autora también comenta que las escalas de evaluación son similares a las listas de control, tienen la virtud de presentar el nivel en el que se observa un determinado comportamiento a través de una escala de medida. En cuanto a esto último, la autora indica que son tres los tipos de escalas usadas frecuentemente: numérica, gráfica y descriptiva o, combinaciones de éstas; destacando que la escala descriptiva es bastante beneficiosa para la evaluación formativa debido a que detalla con más referencia los aspectos a valorar. Además, Corral (2010) comenta que los instrumentos cuyas preguntas se responden mediante un número establecido de posibles respuestas, utilizan escalas dicotómicas (dos opciones de respuesta) o escalas policotómicas (más de dos opciones de respuesta), donde la escala para las policotómicas, puede ser elaborada por el investigador o ser de Likert (cinco opciones de respuesta).

Finalmente, Leyva (2010) menciona que los dos instrumentos son convenientes ya que el observador se enfoca en características concretas y, que, si se usan en un grupo de

alumnos, todos serán valorados bajo las mismas condiciones, brindando objetividad y fiabilidad.

2.5.3 CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

2.5.3.1 CONFIABILIDAD

La confiabilidad nos dice la estabilidad, mediante los puntajes de los resultados, que un instrumento de evaluación posee para aplicarlo (bajo condiciones similares) en distintos momentos, sin que dichos resultados obtenidos cambien a través del tiempo (Covacevich, 2014). Corral (2009) afirma que algunos instrumentos como las listas de cotejo, rúbricas, entrevistas, etc., no exigen estimar la confiabilidad, pero si su validez.

2.5.3.1.1 ALFA DE CRONBACH

El coeficiente de alfa se define como

$$\alpha = \frac{k \left(1 - \sum s_i^2 / \sum s_t^2 \right)}{k - 1}$$

Donde k es el número de ítems, s_i^2 la varianza de las calificaciones en el ítem i y $\sum s_t^2$ la varianza de las calificaciones totales del instrumento. Este coeficiente estima la confiabilidad de instrumentos con escalas policotómicas (Corral, 2010).

2.5.3.1.2 INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH

Los valores que puede tomar el coeficiente van entre 0 y 1. De acuerdo con Ruíz (2002, citado en Corral, 2009) la confiabilidad se considera muy baja si el valor va de 0.01 a 0.20, si va de 0.21 a 0.40 es baja, mientras que de 0.41 a 0.60 se considera moderada, de 0.61 a 0.80 alta y si su valor va de 0.81 a 1 es muy alta.

2.5.3.2 VALIDEZ

La validez de un instrumento de evaluación radica en que éste valore lo que dice valorar, existen tres tipos de validez: de contenido, predictiva o de criterio externo y de constructo (Corral, 2009).

La validez de contenido está referida al nivel en el que los ítems seleccionados representan a la característica que se desea valorar. La validez predictiva intenta precisar el desempeño futuro de una persona en cierta actividad y, por último, la validez de constructo pretende medir la eficacia con la que el instrumento valora en verdad una característica y con cuanta eficacia lo logra, a través de la conceptualización explícita de dicha característica, basada en una teoría.

2.5.3.2.1 ANÁLISIS FACTORIAL

El análisis factorial destaca como el método por excelencia para comprobar la validez de constructo, este procedimiento matemático tiene como finalidad encontrar la estructura subyacente en una matriz de datos, intentando modelar el fenómeno estudiado y a su vez, reducir su dimensión, ya que si se cumplen las hipótesis supuestas, la información de la matriz de datos puede representarse en un número menor de dimensiones latentes llamadas factores, las cuales podrían representar de manera concreta e interpretable a la estructura subyacente (Solis, 2014).

De acuerdo a Solis (2014), el análisis factorial refina la estructura del instrumento y constructo de la manera en que han sido concebidos, mediante: a) los factores, b) los ítems o variables que conforman cada factor y c) la interrelación de éstos ítems entre sí.

Esta autora señala que el análisis factorial se compone en dos partes: el análisis factorial exploratorio, el cual basándose en los datos, trata de encontrar la estructura subyacente que éstos tienen sin conocer el número de factores, mientras que el análisis factorial confirmatorio determina estos factores y los corrobora mediante contrastes de hipótesis.

La autora dice que si se observa un vector X de variables aleatorias, p -variado, de una población que tiene media μ y matriz de covarianzas Σ , en donde sin pérdida de generalidad, se supondrá que $E[X_i]=0$ y $\text{Var}(X_i) = 1$, para toda i , el modelo general del

análisis factorial supone que se tienen m factores subyacentes denominados f_1, f_2, \dots, f_m tales que:

$$X_i = \sum_{j=1}^m l_{ij} f_j + e_i, \quad \text{para } i= 1, 2, \dots, p.$$

Donde:

X_1, X_2, \dots, X_p son las variables aleatorias observables.

f_1, f_2, \dots, f_m son variables aleatorias no observables, denominados factores comunes.

e_1, e_2, \dots, e_m son los errores aleatorios no observables, denominados factores específicos.

l_{ij} (parámetros desconocidos) es la contribución o peso del factor común j en la variable i .

2.5.3.2.1.1 ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO

Los factores comunes no son observables de manera directa, ya que lo que se tiene de cada individuo son respuestas a una serie de preguntas. Cada pregunta o ítem tiene una contribución específica o peso diferente según sea su relación con cada factor; usualmente en cada factor hay ítems con contribuciones grandes y son, justamente éstos ítems los que definen al factor (Solis, 2014).

Esta autora menciona que el análisis factorial exploratorio muestra la tendencia de agrupamiento de los ítems o el grado de relación (correlación) de cada ítem con cada factor, donde los factores comunes (no observables directamente) son deducidos de las correlaciones entre las variables. Este análisis exploratorio nos dice el número de nuevas medidas o factores comunes, la correlación de cada ítem con cada factor (matriz factorial), las proporciones de varianzas que explica cada factor común y todos los factores. El procedimiento del análisis factorial exploratorio es el siguiente:

1. Establecer si es oportuno realizar análisis factorial.
2. Seleccionar el método para extraer los factores.

3. Rotar la solución para facilitar la interpretación. El método más usual en la práctica es la rotación *Varimax*.

2.5.3.2.1.1.1 ESTADÍSTICOS PARA CALCULAR LA PERTINENCIA DEL ANÁLISIS FACTORIAL

Solis (2014) establece que dentro de los criterios para verificar que se puede validar un instrumento utilizando el análisis factorial encontramos:

1. Determinante. El determinante de la matriz de correlación proporciona el grado de intercorrelaciones, si el determinante es bajo (cercano a cero sin ser cero) entonces las correlaciones son altas (Solis, 2014).
2. KMO. El coeficiente de correlación parcial valora la correlación real entre dos variables una vez que se han descartado los efectos lineales de otras variables, dichos efectos explican en el análisis factorial a los factores comunes. Así que el coeficiente de correlación parcial entre dos variables es equivalente al coeficiente de correlación entre los factores específicos de dos variables, en el análisis factorial los coeficientes de correlación teóricos entre cada par de factores específicos son nulos por hipótesis, por lo cual al ser equivalentes, los coeficientes de correlación parcial deben ser próximos a cero. La medida KMO se define como

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} a_{ij}^2}$$

Donde:

r_{ij} representa el coeficiente de correlación simple entre las variables i -ésima y j -ésima.

a_{ij} representa la correlación parcial entre las variables i -ésima y j -ésima.

Siendo el índice de medida $KMO > 0.60$ una adecuación de los datos a un modelo de análisis factorial.

2.5.3.2.1.1.2 MÉTODOS PARA HALLAR LOS FACTORES

Solis (2014) afirma que existen diferentes métodos para obtener los factores o dicho de otra manera, estimar las saturaciones. Entre los cuales encontramos:

1. Componentes principales. Este método calcula tantas componentes principales como variables originales, produciendo la varianza total. Cabe señalar que los factores comunes son hipotéticos ya que son estimados a partir de los datos, mientras que, los componentes son factores reales derivados directamente de la matriz de correlación.
2. Máxima Verosimilitud (ML por sus siglas en inglés). Este método supone la hipótesis de normalidad multivariante, puede emplearse con la matriz de correlaciones o con la matriz de covarianzas muestrales. La ventaja de este método radica en que las estimaciones resultantes no dependen de la escala con las que fueron medidas las variables.

2.5.3.2.1.2 ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO

El análisis factorial confirmatorio tiene como propósito comprobar un modelo de medida con base en los datos obtenidos en una muestra, donde teóricamente, se refleja las características de la población. El análisis parte de la idea en la que el investigador valora la hipótesis de que un determinado constructo se encuentra definido por un número de factores latentes. Ya que se ha determinado el constructo a través de sus factores, se escogen las variables observables que intentan mostrar dichos factores (asociados a un error de medida). Finalmente se determinan las relaciones hipotéticas entre los factores y las variables, en caso de no tener la hipótesis de partida relacionada a un constructo, se realiza el análisis factorial exploratorio, permitiendo analizar el significado de lo que se está midiendo. En la práctica generalmente se realiza primero el análisis factorial exploratorio y se corroboran los resultados con un análisis factorial confirmatorio. Mediante el uso de un software, por ejemplo R, se puede realizar el análisis confirmatorio, que proporciona diferentes índices de bondad de ajuste (CFI,

SRMR, RMSEA, entre otros), los cuales indican el grado en el cual la estructura definida del modelo teórico se ajusta a los datos muestrales.

El índice de bondad de ajuste comparativo o CFI compara el ajuste global del modelo propuesto con un modelo de referencia independiente que defiende que no existe relación entre las variables. El CFI se define como

$$CFI = \left| \frac{(x_{indep}^2 - gl_{indep}) - (x_{teorico}^2 - gl_{teorico})}{(x_{indep}^2 - gl_{indep})} \right|$$

Donde:

$x^2 = N * F_{ML}^0$ (N es el número de datos y F_{ML}^0 es el valor que toma la función de ajuste al realizar la estimación por máxima verosimilitud.

$g.l$ (grados de libertad de x^2) = $\frac{p(p+1)}{2} - k$ (p es el número de variables observadas y k el número de parámetros a estimar). Se considera que el valor mínimo de ajuste de bondad CFI debe ser igual a 0.90.

2.5.3.2.2 INTERPRETACIÓN EN LA PRÁCTICA DEL MODELO: ANÁLISIS FACTORIAL

Solis (2014) afirma que dado un conjunto de datos referentes a n sujetos que han sido estudiados con base a las variables X_1, X_2, \dots, X_p , el modelo factorial para la observación i -ésima ($i = 1, \dots, n$) se escribe:

$$\begin{aligned} x_{i1} &= l_{11} f_{i1} + \dots + l_{k1} f_{ik} + \dots + l_{m1} f_{im} + e_{i1} \\ &\vdots \\ x_{ij} &= l_{1j} f_{i1} + \dots + l_{kj} f_{ik} + \dots + l_{mj} f_{im} + e_{ij} \\ &\vdots \\ x_{ip} &= l_{1p} f_{i1} + \dots + l_{kp} f_{ik} + \dots + l_{mp} f_{im} + e_{ip} \end{aligned}$$

Donde:

x_{i1} es el valor de la variable j -ésima sobre el individuo i -ésimo.

f_{ik} es la puntuación obtenida por el individuo i -ésimo en el factor común k -ésimo, puntuaciones factoriales.

l_{kj} es el peso que el factor k -ésimo ejerce sobre el valor que cada individuo presenta en la variable j -ésima (cargas o saturaciones factoriales).

e_{ij} representa la parte de la variable j -ésima que no puede ser explicada por los factores comunes para el individuo i -ésimo. Es resultado de una suma de un error de medida (presente en toda medición) y un factor específico relacionado sólo con la variable j -ésima.

Así, la expresión matemática:

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^m l_{kj} f_{ik} + e_{ij}, \quad i= 1, \dots, n \text{ y } j= 1, \dots, p$$

determina que la respuesta del sujeto i -ésimo en la variable j -ésima es la suma ponderada de sus puntuaciones en los factores comunes más un factor que es específico de cada variable.

2.5.4 ASPECTOS A CONSIDERAR AL EVALUAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Batanero y Díaz (2011) afirman que se debe evaluar a los estudiantes sobre aquellos conocimientos y habilidades que se crean relevantes, garantizando que no sólo aprueban, estas autoras sugieren tomar en cuenta los siguientes aspectos para valorar los proyectos:

- ❖ *Pregunta de interés.* Se busca validar que la pregunta sea importante, precisa y bien presentada, incluyendo que pueda ser respondida por el alumno. En esta sección pueden considerarse la determinación de las variables y cómo se tiene pensado medirlas, la coherencia en los objetivos establecidos y de ser necesario las hipótesis.

- ❖ *Diseño de la investigación.* Debido a la diversidad que se puede dar al resolver un mismo problema, se debe evaluar si se explicó la manera en que se abordará el problema, teniendo en cuenta también, la población y muestra, la recolección de los datos y si con ellos se logrará dar respuesta al problema.
- ❖ *Análisis de datos.* Se tiene que juzgar si el análisis de la información es pertinente con respecto a las variables utilizadas y a la pregunta de investigación, asimismo, se debe valorar la correcta aplicación y el cumplimiento de las hipótesis de los métodos usados.
- ❖ *Conclusiones.* Éstas tienen que ser congruentes con el análisis efectuado, así como con las preguntas, objetivos e hipótesis establecidos.
- ❖ *Reflexiones sobre el proceso.* Anexar como parte de una investigación las experiencias experimentadas durante la realización de la misma, (limitaciones y sugerencias) resulta interesante.
- ❖ *Presentación de resultados.* Es importante incluir en la valoración, una exhibición escrita coherente, que cuente con un ordenamiento adecuado de las partes que la conforman.
- ❖ *Creatividad y originalidad.* Finalmente hay que considerar la capacidad de inventiva y particularidad de los alumnos.

2.6 REPORTE ACTUAL DEL PROYECTO GAISE

El proyecto *Directrices para la evaluación y la enseñanza en educación estadística* actualizó su informe sobre el aprendizaje de la estadística en el año 2016, donde se refuerzan aspectos establecidos en el informe original y, suministran nuevos aspectos a considerar. Empezaremos mencionando que los autores continúan respaldando las seis

recomendaciones propuestas en el reporte anterior, sin embargo, reordenaron las dos primeras sugerencias, las cuales están centradas en qué enseñar y las demás, en el cómo enseñar, ya que creen que de esta manera se precisan y comprenden mejor. A continuación, en la tabla 2.2, presentamos primeramente los cambios realizados a las seis recomendaciones:

Tabla 2.1. Comparación de las recomendaciones del proyecto GAISE en los años 2005 y 2016

RECOMENDACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA	
Reporte del año 2005	Reporte del año 2016
1. <i>Acentuar la cultura estadística y desarrollo del pensamiento estadístico.</i>	1. <i>Enseñar pensamiento estadístico:</i> a. Enseñar estadística como un proceso de investigación de resolución de problemas y toma de decisiones. b. Dar a los estudiantes experiencia a través del pensamiento multivariable.
2. <i>Utilizar datos reales.</i>	2. <i>Centrarse en la comprensión conceptual.</i>
3. <i>Enfatizar la comprensión conceptual más que el mero aprendizaje de procedimientos</i>	3. <i>Integrar el uso de datos reales con un contexto y propósito.</i>
4. <i>Incentivar el aprendizaje activo dentro del salón de clases.</i>	4. <i>Incentivar el aprendizaje activo.</i>
5. <i>Aplicar la tecnología para el desarrollo de la comprensión conceptual y el análisis de datos.</i>	5. <i>Aplicar la tecnología para la exploración de conceptos y el análisis de datos.</i>
6. <i>Utilizar las evaluaciones para mejorar y evaluar el aprendizaje del estudiante.</i>	6. <i>Utilizar las evaluaciones para mejorar y evaluar el aprendizaje del estudiante.</i>

Fuente: Elaboración propia (2016).

Los autores aconsejan a los docentes tomar en cuenta que usualmente en los cursos de estadística hay muchos temas que se necesitan ver, recalcando que pueden abarcar todo el temario sin profundizar en exceso en algunos tópicos, para ello remarcan la importancia de que los estudiantes aprendan a pensar científicamente y aplicar los conocimientos en sus respectivas disciplinas. En su informe, mencionan que los estudiantes deben ser capaces de comprender lo que se estudia, así como los resultados y, adicionalmente, ser críticos en sus roles tanto de profesionista como de ciudadano, respecto a las conclusiones obtenidas para relacionarlas adecuadamente al contexto de su área de especialización. En seguida, se muestran los tópicos sugeridos por estos autores a los docentes para que eviten hacer demasiado énfasis en ellos:

- *Probabilidad*: para la mayoría de los alumnos universitarios, el curso introductorio de estadística será el único que lleven en toda su formación académica, por lo cual se aconseja no demorar mucho tiempo en caso de que este tema deba verse, pues los objetivos y recomendaciones propuestas se pueden alcanzar inclusive omitiendo este tema.
- *Hacer diagramas a mano*: es necesario que los alumnos sepan leer e interpretar un diagrama, pero, hay que recordar que muchos de estos pueden hacerse en programas computacionales, por lo cual los autores recomiendan no profundizar en la elaboración de diagramas a mano y si, en cuestionarse aspectos desafiantes derivados de lo que nos dicen los diagramas acerca de los datos.
- *Estadística Básica*: histogramas, gráficos de pastel, medias, medianas, son conceptos que los estudiantes deben comprender, pero en los cuales los profesores no deben profundizar más de lo requerido pues actualmente en la mayoría de programas de estudios previos al nivel superior se enseñan estos conceptos.
- *Software estadístico*: el manejo de programas estadísticos avanzados no desarrollará el pensamiento estadístico en los estudiantes, por ello en este reporte se sugiere no ahondar en este aspecto.

En este informe los autores comentan la variedad existente en los cursos introductorios de estadística, de acuerdo con las necesidades profesionales de cada carrera, por lo cual comentan que no se puede definir un único curso introductorio de estadística, pero, consideran que sus recomendaciones se ajustan a las diversas necesidades que cada carrera requiere, es más, pueden aplicarse en cursos posteriores, más avanzados, donde se incluyan la práctica, el cálculo y teoría estadísticas.

Para finalizar este capítulo, es importante recalcar los esfuerzos hechos por distintos educadores, quienes han compartido un objetivo común: lograr que el aprendizaje de la estadística sea significativo para los estudiantes. El ABP es una alternativa recomendada para lograr dicho objetivo, por lo que, auxiliarse de instrumentos de evaluación que permitan brindar retroalimentaciones continuas, como parte de una evaluación formativa, para encaminar el conocimiento y cumplir con los aprendizajes esperados, es de suma importancia y utilidad para los profesores.

CAPÍTULO 3

Marco Metodológico

Previamente en el planteamiento del problema explicamos la necesidad de hacer modificaciones a la metodología del ABP conocida, para continuar aprovechando los beneficios que ésta nos brinda como analizamos en el marco conceptual. Buscando afrontar no sólo las dificultades que otras personas han encontrado al utilizar el ABP, sino que también las nuestras (como ya hemos mencionado anteriormente), en este capítulo se describen todas las mejoras efectuadas a la metodología de principio a fin.

3.1 FASES DE LA METODOLOGÍA

3.1.1 CONTENIDO TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA

El temario de la asignatura de Estadística I, a cubrir durante el semestre se encuentra disponible en el plan de estudios de la FCFM, dicho contenido temático es el que se muestra en la figura 3.1:

Unidad 1	• Estadística Descriptiva
Unidad 2	• Muestreo y Distribuciones Muestrales
Unidad 3	• Estimación paramétrica puntual
Unidad 4	• Estimación por intervalo
Unidad 5*	• Prueba de Hipótesis

Figura 3.1. Temario correspondiente a la asignatura de Estadística I.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Cabe mencionar que la unidad 5 no forma parte oficial del contenido temático, aunque ya se incluye en el trabajo del profesor cada que imparte el curso de Estadística I, pues se considera esencial para completar los objetivos de un primer curso de estadística.

3.1.2 DIVISIÓN DE LA METODOLOGÍA POR ETAPAS: FASES DEL ABP

Es importante señalar que hemos propuesto implementar la metodología por etapas que permitan llevar un seguimiento más oportuno y factible durante el curso. Cada etapa será explicada con detalle en las secciones posteriores, siendo éstas las que se muestran en la figura 3.2:



Figura 3.2. Fases de la metodología.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN COMO PRINCIPAL MEJORA DEL ABP

Administrar adecuadamente los tiempos que admitan unificar la elaboración de los proyectos mediante las fases propuestas y, a su vez, enseñar el contenido temático es

crucial en este trabajo de investigación, por lo cual, en la figura 3.3 se muestra la vinculación entre ellos:

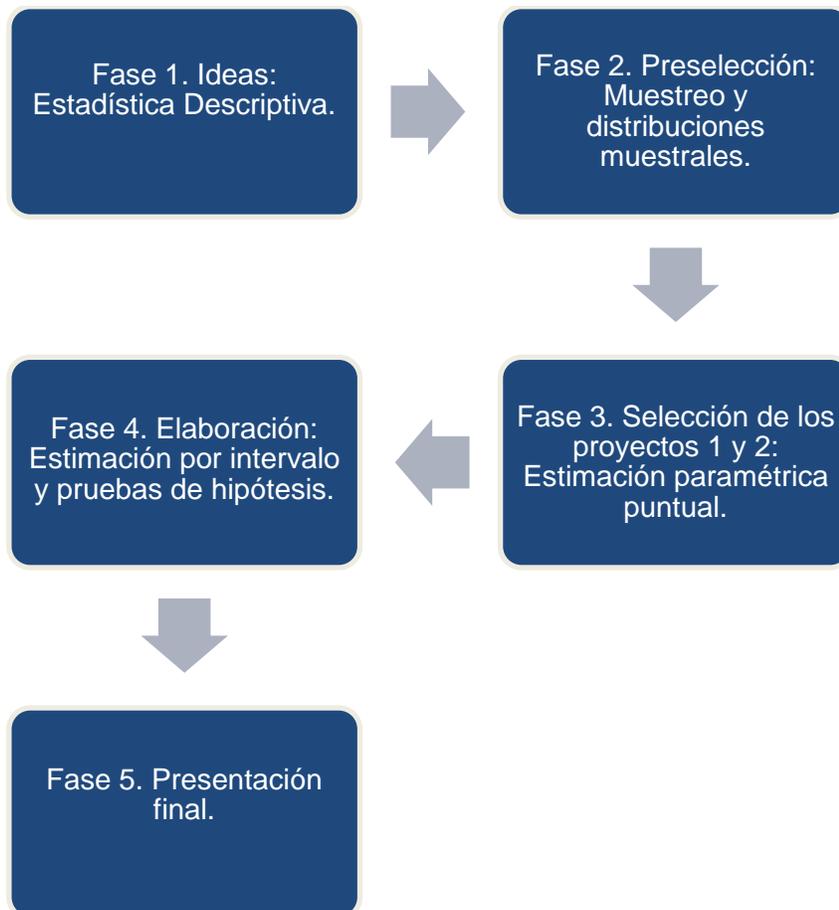


Figura 3.3. Vinculación entre el contenido temático y las fases de la metodología.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Esta vinculación ha sido pensada y propuesta para cursos cuyos temas sean similares a los del plan de estudios de la FCFM, cuya duración sea semestral y se den cinco horas de clases por semana.

La principal y consistente propuesta de mejora en la metodología del ABP radica en usar instrumentos de evaluación a partir de la fase 2, de modo que estos instrumentos valoren el desarrollo del producto, así como el contenido estadístico, y, a partir de la

fase 4, el desempeño de los estudiantes. A continuación, explicaremos en que consiste cada una de las fases propuestas del ABP, así como el propósito y descripción de cada instrumento utilizado en las respectivas etapas.

3.2.1 FASE 1: IDEAS

El propósito de esta fase es que los estudiantes aprendan en qué consiste un proyecto de investigación estadístico, para que eventualmente en la siguiente etapa, planteen un problema real no complejo y de interés para ellos, en lugar de ser el profesor quien se los asigne, ya que consideramos esencial sean ellos quienes tomen la iniciativa de indagar sobre aquello que les resulta de interés investigar. Para lograrlo, al inicio del curso se les describe a los estudiantes las partes que conforman un proyecto de investigación, es decir, la introducción, planteamiento del problema, preguntas de investigación, objetivos, justificación, etc. También, mediante los ejemplos presentes en libros y artículos tales como: *Estadística con proyectos* (Batanero y Díaz, 2011), *Elementos de estadística y su didáctica a nivel bachillerato* (Sánchez, 2013), *El sentido estadístico y su desarrollo* (Batanero et al., 2013), así como ejemplos de propuestas de proyectos convocados por Conacyt, SEP, etc., e incluso con trabajos elaborados por otros estudiantes en cursos anteriores, para que tengan un primer acercamiento al uso de la estadística en un proyecto de investigación. El siguiente paso es dejar que los estudiantes piensen y presenten ante el grupo alguna situación de su entorno cotidiano que permita plantear un problema real a resolver involucrando el uso de la estadística. Asimismo, respecto al contenido temático, se comienza a instruir a los estudiantes con la unidad 1 llamada estadística descriptiva, donde tienen que aprender como representar y organizar un conjunto de datos que brindan información específica sobre la población en estudio, para esto trabajan en clase ejercicios relacionados con la teoría, así como también se deja tarea de repaso que debe ser expuesta en el pizarrón durante la clase, reforzando lo aprendido y continuando con la construcción de su aprendizaje mediante los ejercicios presentados por parte de sus compañeros y los propios.

Esta fase está planeada para llevarse a cabo en un lapso máximo de dos semanas.

3.2.2 FASE 2: PRESELECCIÓN

En esta fase se busca que los estudiantes finalmente planteen un problema real de su interés ante el grupo, para preseleccionar solamente a los cuatro mejores anteproyectos de investigación y, en la siguiente fase seleccionar a los dos proyectos definitivos. El motivo de preseleccionar exclusivamente cuatro radica en la dificultad de brindar un seguimiento adecuado a un número considerable de proyectos. Con esto en mente, cada uno de los estudiantes presenta ante el grupo un anteproyecto, acerca de un problema real no complejo ni tan simple, ubicado en su entorno social, que les gustaría desarrollar durante el curso, a sabiendas de que se someterá cada propuesta a dos evaluaciones donde se definirán los proyectos a desarrollarse por todo el grupo durante el resto del semestre.

Respecto al contenido temático, en esta fase se inicia la unidad 2 denominada muestreo y distribuciones muestrales, donde aprenderán sobre la distribución normal, el teorema del límite central y otras distribuciones como la distribución t, distribución Gamma y la distribución Chi-cuadrada, que les servirá en un futuro para calcular los estadísticos asociados a los parámetros que deseen investigar (media, varianza, desviación estándar y proporción poblacional). Nuevamente se trabajan ejercicios en clase y se continúan exponiendo otros como tarea, con la intención de que los estudiantes empiecen a relacionar lo visto en clase con lo que se desea investigar.

Se recomienda un periodo de dos semanas para que ellos presenten sus propuestas, cabe mencionar que en esta fase se hace uso del primer instrumento de evaluación, del cual hablaremos a continuación.

De lo presentado en las exposiciones, se retroalimenta a los estudiantes cuyas propuestas han resultado preseleccionadas, sugiriendo a través de ideas específicas que mejoren sus propuestas, así como los aspectos donde sus puntajes fueron bajos y

refuercen los demás para volver a presentar dichas propuestas que finalmente definan los proyectos a realizar.

3.2.2.1 PRIMER INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El primer instrumento de evaluación se diseñó tomando en cuenta el contenido temático que se debe de ver en esta fase junto con la solicitud que se le hace a cada estudiante para presentar un anteproyecto. Este instrumento utiliza una escala propia, que es resultado de combinar una escala descriptiva, que detalla para cada aspecto a evaluar las características específicas que se esperan observar, con la escala Likert (omitiendo los valores intermedios de ésta), donde los valores que toma van del 5=Muy bien, 3=Bien y 1=Mal, elegidos de esta manera para que cada evaluador otorgue una calificación más razonada de lo que observa de cada aspecto y que por cuestiones subjetivas no termine dando una valoración sesgada.

El objetivo del primer instrumento de evaluación es preseleccionar a las cuatro propuestas mejor valoradas expuestas por los estudiantes, el cual consta de un total de diez ítems que cubren lo que recomienda el ABP como primer paso a dar:

1. Formato de la presentación (portada, ortografía, imágenes nítidas y letra uniforme).
2. Introducción.
3. Planteamiento del problema.
4. Preguntas de investigación.
5. Uso de la estadística.
6. Justificación.
7. Bibliografía.
8. Tiempo establecido para presentar la propuesta.
9. Dominio del tema.
10. Creatividad.

Los ítems de mayor importancia que se deben considerar para la preselección son: planteamiento del problema (ítem 3), preguntas de investigación (ítem 4), uso de la estadística (ítem 5) y justificación (ítem 6); estos ítems los consideramos primordiales debido a que el resto de ellos, pueden mejorarse gradualmente sin mermar significativamente la esencia del proyecto.

Para valorar la parte estadística, este instrumento cuenta de un único ítem para ello, el cual evalúa si la propuesta expuesta *muestra la obtención de información que se podrá tratar mediante técnicas y métodos estadísticos*; el motivo por el cual sólo el ítem 5 valora la parte estadística se debe a que son los estudiantes quienes plantean el problema a investigar, por lo cual deben comenzar a buscar información relacionada con la problemática de su interés para elaborar un anteproyecto, y posteriormente puedan introducir variables de interés que puedan tratarse mediante técnicas estadísticas.

3.2.2.1.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL PRIMER INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO para comprobar si efectivamente se podía usar este procedimiento para estimar la validez de constructo del instrumento, como se aprecia en la figura 3.4.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.859
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	295.547
	gl	45
	Sig.	.000

Figura 3.4 Prueba de KMO para el primer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del índice de medida KMO es .859, lo cual nos dice que es pertinente realizar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el software SPSS, el cual dio como resultado un modelo con dos factores con una varianza total explicada del 50.101% como se ilustra en las figuras 3.5 y 3.6.

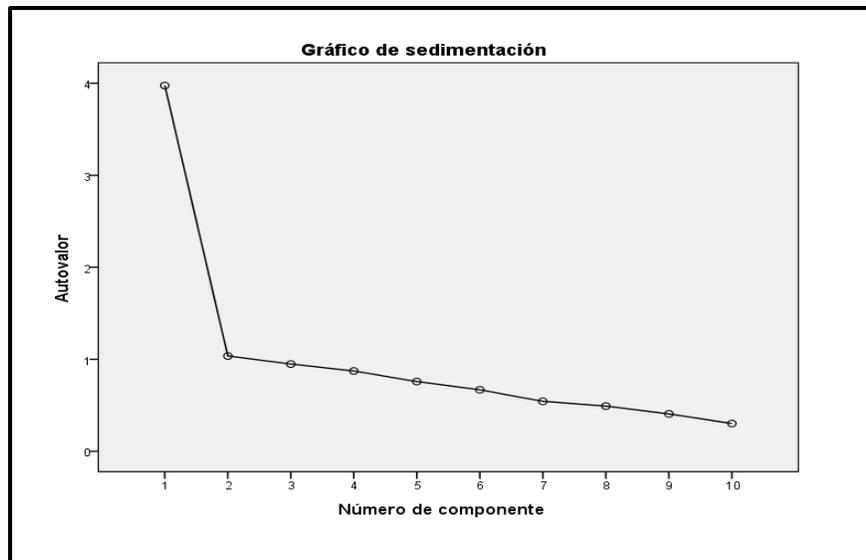


Figura 3.5 Gráfico de sedimentación para el primer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de ...	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	3.974	39.744	39.744	3.974	39.744
2	1.036	10.357	50.101	1.036	10.357
3	.948	9.481	59.582		
4	.873	8.730	68.312		
5	.758	7.579	75.891		
6	.668	6.683	82.574		
7	.543	5.430	88.004		
8	.491	4.913	92.917		
9	.407	4.067	96.984		
10	.302	3.016	100.000		

Figura 3.6 Autovalores para el primer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó primero el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 33.9% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.403$), por lo tanto, el modelo de un solo factor se ajusta como se observa en la figura 3.7. Para corroborar los resultados del análisis exploratorio, se hizo el análisis factorial confirmatorio en R-Commander, obteniendo el índice CFI=0.98, por lo cual se concluye que el modelo de un factor se ajusta adecuadamente a los datos.

```

Factor1
item1 0.221
item2 0.766
item3 0.765
item4 0.668
item5 0.599
item6 0.648
item7 0.316
item8 0.425
item9 0.540
item10 0.609

Factor1
SS loadings 3.389
Proportion Var 0.339

Test of the hypothesis that 1 factor is sufficient.
The chi square statistic is 36.4 on 35 degrees of freedom.
The p-value is 0.403

```

Figura 3.7 Resultados del análisis exploratorio que considera un solo factor para el primer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.8), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 82%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.822	10

Figura 3.8 Confiabilidad del primer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.3 FASE 3: SELECCIÓN

El objetivo de esta fase consiste en seleccionar a dos de las cuatro propuestas preseleccionadas en la etapa anterior. Inmediatamente después de seleccionadas, la idea es formar equipos de trabajo antagónicos, cuyos líderes son los estudiantes de las propuestas preseleccionadas en la segunda fase. El propósito de formar equipos antagónicos consiste en que dos equipos realicen uno de los proyectos seleccionados y los otros dos, el segundo proyecto seleccionado; de esta forma los alumnos pueden abordar de distintas maneras una misma problemática. Además, a partir de este momento se comienzan a fortalecer algunos rubros del plan de estudios, por ejemplo, que el alumno sea reflexivo.

Así, esta fase se divide en dos etapas: en la primera se seleccionan los proyectos y, la segunda consiste en que los equipos formados expongan de manera formal ante el grupo el enfoque que han decidido realizar para sus proyectos. En cada etapa se utiliza un instrumento de evaluación.

3.2.3.1 ETAPA 1: SELECCIÓN

De la retroalimentación otorgada a los estudiantes en la fase previa, se les da una semana para que hagan las modificaciones que consideren adecuadas en sus propuestas, con la intención de ser nuevamente evaluadas por el grupo y el profesor, para seleccionarse a las dos propuestas finales, las cuales serán desarrolladas por los equipos formados, durante el resto de curso.

Mientras, en el salón de clases, se continúa avanzando con el contenido teórico de estadística (aproximadamente se va concluyendo la unidad 2, e iniciando la unidad 3), así como trabajando problemas relacionados a tal contenido, con la intención de seguir construyendo el aprendizaje.

Para seleccionar las propuestas se hace uso de un instrumento de evaluación, del cual, como retroalimentación, tienen que fortificar todos los aspectos evaluados, en particular

aquellos cuyos puntajes no resulten tan altos, con la finalidad de enriquecer el trabajo y exponer una vez más ante el grupo el enfoque que le han dado a sus proyectos.

3.2.3.1.1 SEGUNDO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El diseño de este instrumento se enfocó en la formalización de los anteproyectos preseleccionados, considerando aspectos que se habían evaluado en la fase anterior y que tendrían que haberse fortalecido, adicionalmente también se consideraron nuevos aspectos que permitieran seleccionar a los dos mejores trabajos. Nuevamente la escala en este instrumento es una adaptación de una escala descriptiva en combinación con la escala Likert (omitiendo los valores intermedios de ésta), cuyos valores corren a partir de 5=Muy bien, 3=Bien y 1= Mal, con el propósito de que las respuestas proporcionadas por los evaluadores brinden información útil y lo más objetiva posible.

Para valorar la primera etapa de esta fase se utiliza este instrumento, el cual tiene como propósito seleccionar a las dos propuestas definitivas. El instrumento se encuentra formado por once ítems:

1. Relación título-contenido
2. Introducción
3. Planteamiento del problema
4. Preguntas de investigación
5. Objetivos
6. Obtención de datos
7. Suficiencia de datos
8. Variables
9. Justificación
10. Bibliografía
11. Viabilidad

Los ítems 6, 7 y 8 son los encargados de valorar la parte estadística, como los estudiantes han estudiado las dos primeras unidades (estadística descriptiva, muestreo y distribuciones muestrales), ya saben que la estadística descriptiva “se dedica a calcular e interpretar los parámetros sobre una población de datos que junto con tablas, gráficos y diagramas le permiten dar una descripción de la población de datos” (Sanabria, 2011, p.20), por lo cual los ítems 6 y 8 buscan valorar si las propuestas preseleccionadas muestran que se pueden obtener variables y datos que serán tratados mediante técnicas estadísticas.

De lo aprendido en la unidad 2, los estudiantes saben que para hallar un estadístico que permita aproximar el valor de un determinado parámetro de interés o simplemente comparar el estadístico con un parámetro ya conocido, se necesita a partir de una muestra representativa de la población, conocer la distribución muestral; así el ítem 7 busca garantizar que los datos que se obtendrán serán suficientes para realizar la investigación, permitiendo en fases posteriores efectuar los cálculos requeridos para hallar los estadísticos de la correspondiente distribución muestral. Finalmente, el ítem 8 valora si se han definido algunas de las variables de interés para su análisis posterior.

3.2.3.1.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL SEGUNDO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO para comprobar si efectivamente se podía usar este procedimiento para estimar la validez del instrumento, como se aprecia en la figura 3.9.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.707
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	91.667
	gl	55
	Sig.	.001

Figura 3.9 Prueba de KMO para el segundo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del índice de medida KMO es .707, lo cual nos dice que es pertinente realizar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el software SPSS, el cual dio como resultado un modelo de cuatro factores con una varianza total explicada del 74.581% como se ilustra en las figuras 3.10 y 3.11.

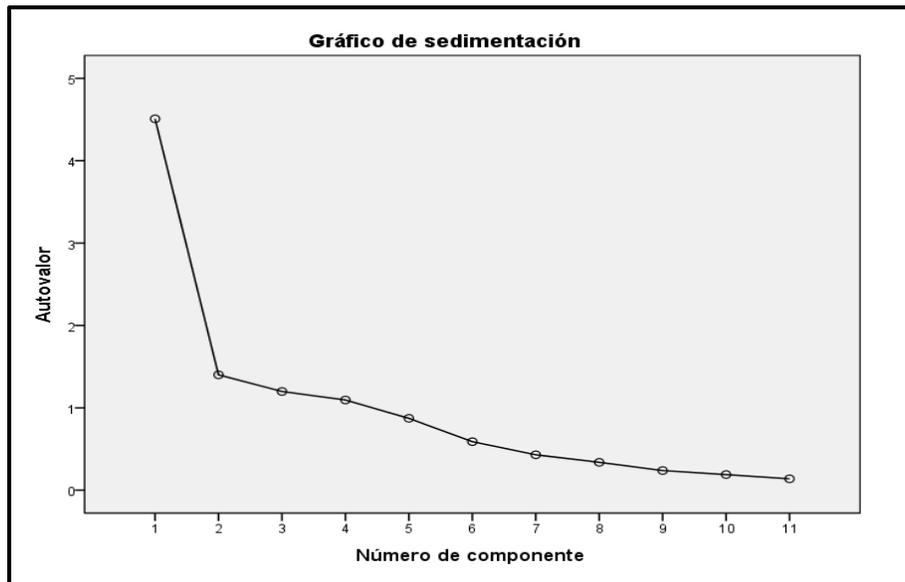


Figura 3.10 Gráfico de sedimentación para el segundo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de ...	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	4.509	40.988	40.988	4.509	40.988
2	1.401	12.735	53.723	1.401	12.735
3	1.199	10.901	64.623	1.199	10.901
4	1.095	9.958	74.581	1.095	9.958
5	.873	7.934	82.515		
6	.589	5.359	87.874		
7	.430	3.908	91.782		
8	.338	3.076	94.857		
9	.238	2.167	97.024		
10	.189	1.720	98.745		
11	.138	1.255	100.000		

Figura 3.11 Autovalores para el segundo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó primero el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 35.6% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.647$), por lo tanto el modelo de un solo factor se ajusta como se observa en la figura 3.12.

```
Salida
item1  0.488
item2  0.549
item3  0.698
item4  0.637
item5  0.489
item6  0.633
item7  0.762
item8  -0.235
item9  0.563
item10 0.706
item11 0.627

                Factor1
SS loadings    3.918
Proportion Var 0.356

Test of the hypothesis that 1 factor is sufficient.
The chi square statistic is 39.92 on 44 degrees of freedom.
The p-value is 0.647
```

Figura 3.12 Resultados del análisis exploratorio que considera un solo factor para el segundo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Sin embargo, para corroborar, se hizo el análisis factorial confirmatorio en R-Commander (ver figura 3.13), obteniendo el índice CFI=0.85, por tanto, el modelo de un factor se encuentra a 5 centésimas de ajustarse adecuadamente a los datos.

```
Model Chisquare = 52.94461  Df = 44 Pr(>Chisq) = 0.1671159
RMSEA index = 0.09838861  90% CI: (NA, NA)
Bentler CFI = 0.8549544
SRMR = 0.1142445
AIC = 96.94461
BIC = -83.06125
```

3.13 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera un solo factor para el segundo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.14), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 77%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.770	11

Figura 3.14 Confiabilidad del segundo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.3.2 ETAPA 2: PRESENTACIÓN POR EQUIPOS

Recordemos que después de seleccionar los proyectos, se forman equipos antagónicos, con el objetivo de que comiencen a trabajar conjuntamente para hacer una presentación en la cual darán a conocer al resto de sus compañeros el rumbo que tomarán sus respectivos proyectos y se pueda dar paso a la siguiente fase, en la cual desarrollarán sus investigaciones.

Una vez formados los equipos de trabajo antagónicos, se les pide para su presentación como equipo, consideren los aspectos que ya se habían evaluado, pero también se les solicita reforzar y fundamentar su investigación mediante su marco teórico y, además, que planifiquen y anexen su *cronograma de actividades* con el propósito de facilitar la organización en el desarrollo de sus trabajos y también facilitar las exposiciones de los próximos avances de los proyectos.

A diferencia de las fases anteriores, en esta etapa las presentaciones dejan de ser individuales para convertirse en grupales. Para exponer sus proyectos, se sugiere realizarlas en dos semanas para que se organicen, familiaricen y tomen las acciones que consideren adecuadas permitiéndoles encausar sus investigaciones.

En cuanto al contenido temático, para cuando ellos presenten los proyectos se debe estar por terminar la unidad 3, en donde ya se han trabajado conceptos como: a partir de una muestra obtener el estimador puntual de los principales parámetros que se cubren en el curso (media, varianza, proporción). En clase se siguen trabajando problemas y ejercicios de manera individual y grupal.

Para valorar el proyecto que finalmente realizarán y defenderán por equipo se hace uso de un tercer instrumento de evaluación, el cual se describe a continuación.

3.2.3.2.1 TERCER INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El diseño de este instrumento se pensó considerando que ya se han formado los equipos de trabajo, y se presentará de manera formal el proyecto que realizarán hasta alcanzar la finalización del mismo, en donde se medirá que el trabajo contenga elementos propios de un proyecto de investigación (incluyendo marco teórico y cronograma de actividades). La escala en este instrumento continúa derivándose de la combinación de una escala descriptiva con la escala Likert (omitiendo los valores intermedios de ésta), tomando los valores 5=Muy bien, 3=Bien y 1= Mal, buscando que la información obtenida de las respuestas de los evaluadores sea clara y objetiva.

En esta etapa se busca orientarlos para que inicien su trabajo de manera apropiada. El instrumento está constituido por doce ítems:

1. Relación título-contenido
2. Introducción
3. Planteamiento del problema
4. Preguntas de investigación
5. Objetivos
6. Obtención de datos
7. Variables
8. Justificación

9. Marco teórico
10. Cronograma de actividades
11. Bibliografía
12. Claridad

En esta fase los estudiantes ya tienen las herramientas necesarias para indagar acerca de más aspectos estadísticos, y para ello se eligen dos ítems para valorar la parte estadística, esto debido a la vinculación entre el contenido temático con la realización del proyecto, esta última no sólo refleja la aplicación de conocimientos estadísticos, sino que también una serie de elementos que conforman propiamente a un proyecto de investigación. Los ítems 6 y 7 evalúan la parte estadística, con ellos se corrobora formalmente de dónde se van a obtener los datos y qué rasgos de la población de interés se estudiarán. Como retroalimentación, consideramos oportuno hacer énfasis en los aspectos donde los resultados conseguidos del instrumento arrojen puntajes bajos.

3.2.3.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL TERCER INSTRUMENTO

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el determinante de la matriz de correlación, como se observa en la figura 3.15.

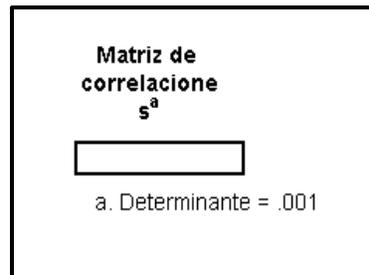


Figura 3.15 Determinante de la matriz de correlación para el tercer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del determinante de la matriz es 0.01, el cual es relativamente bajo, lo cual nos dice que es pertinente realizar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el

software SPSS, el cual dio como resultado un modelo de cuatro factores con una varianza total explicada del 74.193% como se ilustra en las figuras 3.16 y 3.17.

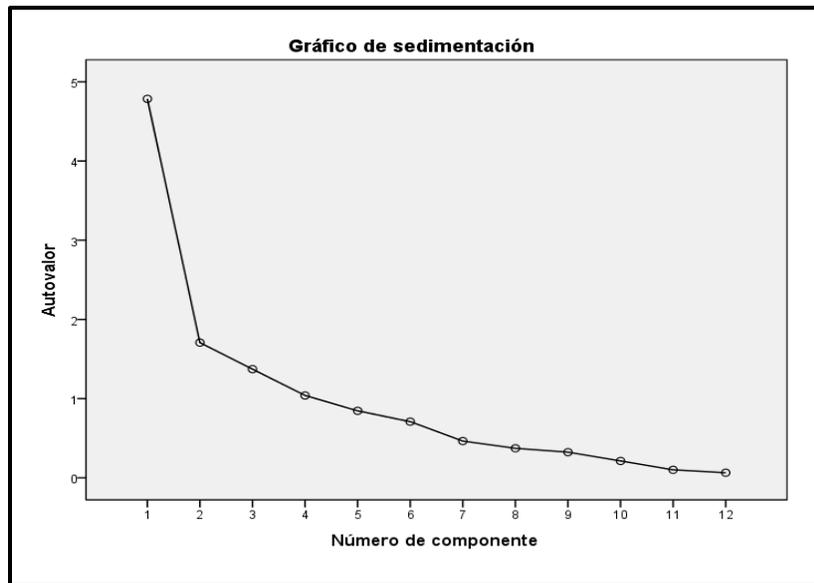


Figura 3.16 Gráfico de sedimentación para el tercer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de ...	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	4.785	39.872	39.872	4.785	39.872
2	1.707	14.225	54.097	1.707	14.225
3	1.372	11.432	65.529	1.372	11.432
4	1.040	8.664	74.193	1.040	8.664
5	.846	7.053	81.246		
6	.709	5.909	87.155		
7	.465	3.876	91.031		
8	.373	3.107	94.138		
9	.324	2.699	96.837		
10	.213	1.777	98.614		
11	.101	.844	99.458		
12	.065	.542	100.000		

Figura 3.17 Autovalores para el tercer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó primero el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 34.8% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.381$), por lo tanto el modelo de un solo factor se ajusta como se observa en la figura 3.18.

```

Salida
item2  0.416
item3  0.440
item4  0.789
item5  0.825
item6  0.772
item7  0.361
item8  0.564
item9  0.732
item10 0.350
item11 0.746
item12 0.395

                Factor1
SS loadings      4.174
Proportion Var   0.348

Test of the hypothesis that 1 factor is sufficient.
The chi square statistic is 56.52 on 54 degrees of freedom.
The p-value is 0.381

```

Figura 3.18 Resultados del análisis exploratorio que considera un solo factor para el tercer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Sin embargo, para corroborar, se hizo el análisis factorial confirmatorio en R-Commander (ver figura 3.19), obteniendo el índice CFI=0.71, por tanto, el modelo de un factor se encuentra a 19 centésimas de ajustarse adecuadamente a los datos.

```

Model Chi-square = 77.95183  Df = 54 Pr(>ChiSq) = 0.0181355
RMSEA index = 0.1489215  90% CI: (NA, NA)
Bentler CFI = 0.715023
SRMR = 0.1320371
AIC = 125.9518
BIC = -86.45239

```

Figura 3.19 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera un solo factor para el tercer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Después se analizó el modelo que considera dos factores, en donde utilizando R-Commander, los factores extraídos con el método ML y rotación varimax explican el 47.3% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.824$), por lo tanto el modelo de dos factores se ajusta, pero al realizar el análisis factorial confirmatorio, se obtuvo que el índice CFI=0.89, lo cual quiere decir que el modelo que considera dos factores se encuentra a 1 centésima de ajustarse adecuadamente a los datos.

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.20), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 85%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.855	12

Figura 3.20 Confiabilidad del tercer instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.4 FASE 4: ELABORACIÓN

El propósito de esta fase es desarrollar los proyectos que cada equipo tiene a su cargo. Para ello, deberán tomar en cuenta aspectos característicos de un proyecto de investigación, como lo es el marco teórico, el marco metodológico, el cumplimiento de las actividades a realizar de acuerdo con su cronograma de actividades, etc. Pero también, es en esta fase donde destaca la aplicación de los conocimientos estadísticos involucrados, integrándose a los trabajos de investigación.

Se aconseja a los equipos distribuyan responsabilidades para cumplir con las tareas programadas en sus cronogramas de actividades. Siendo el desempeño grupal parte esencial en esta fase, y es el motivo por el cual en esta fase se evalúa no sólo el trabajo individual sino colectivo, además de la elaboración de los proyectos.

Esta fase la dividimos en etapas, las cuales serán presentadas en forma de avances que permitan valorar el desarrollo de los proyectos y, que concuerden con la teoría vista en clase. Para esto, en cada avance hacemos uso de dos instrumentos de evaluación, donde el primero está conformado por dos dimensiones, la primera evalúa el desarrollo del producto y la segunda, el desempeño de cada integrante. Mientras que el segundo instrumento evalúa el trabajo interno de cada equipo, por lo cual se entrega a cada integrante después de la presentación de su avance, este instrumento que es el mismo en cada uno de los tres avances, puede consultarse en el Anexo. Para esta fase se sugiere que transcurran tres semanas entre cada avance para que los alumnos expongan sus trabajos.

Durante esta fase se deben ver las unidades 4 y 5, denominadas estimación por intervalo y pruebas de hipótesis respectivamente. Nuevamente, se trabajan ejercicios en clase, se dejan tareas para entregar, se exponen ejercicios de manera individual y por equipo.

Respecto de la retroalimentación de cada avance, esta estará centrada en los aspectos que se muestren débiles y que puedan mejorarse para que logren concluir satisfactoriamente los proyectos de investigación.

3.2.4.1 ETAPA 1: PRIMER AVANCE

El propósito de esta etapa consiste en que los alumnos elaboren y presenten un primer avance, relacionado con su cronograma de actividades, el contenido temático abordado en clase, pero, en el cual al menos se aprecie cómo se obtendrán los datos a analizar, cuáles parámetros usarán el planteamiento de alguna hipótesis a comprobar.

Para este avance se brindan tres semanas, en las cuales se debe de trabajar en clase la unidad 4 llamada estimación por intervalo, donde se estudian los intervalos de confianza para un promedio, para una población, para una proporción y para una varianza, además de la estimación con dos poblaciones (diferencia entre dos promedios

y entre dos proporciones). En esta etapa se hace uso del cuarto instrumento de evaluación.

La retroalimentación para este primer avance tiene que centrarse además de los aspectos que estén bajos en puntaje, en la correcta identificación de los parámetros fundamentales que darán respuesta a las preguntas de investigación en cada uno de los proyectos, también, en definir las características de interés a estudiar de sus poblaciones y, el planteamiento de una hipótesis de investigación, para que puedan dar inicio al proceso de recolección de información, procesamiento de la misma y el cálculo de los estadísticos correspondientes. En seguida se habla acerca del instrumento utilizado en esta etapa.

3.2.4.1.1 CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Este instrumento tiene como objetivo valorar la producción de los proyectos, mediante un primer avance, de acuerdo con los cronogramas de actividades presentados en la fase anterior y al contenido temático cubierto durante clases.

Este instrumento consta de dos dimensiones, la primera valora el desarrollo de los proyectos a través de los ítems:

1. Marco teórico
2. Marco metodológico
3. Obtención de datos
4. Parámetros
5. Hipótesis
6. Cumplimiento de actividades
7. Claridad
8. Bibliografía

Esta dimensión posee una escala fruto de la fusión de una escala descriptiva con la escala Likert (omitiendo los valores intermedios de ésta), cuyos valores son 5=Muy bien, 3=Bien y 1= Mal, buscando nuevamente que la información obtenida de las respuestas de los evaluadores sea clara y objetiva. De los ítems que constituyen esta dimensión, el número 4 y 5 valoran la parte estadística, buscando valorar mediante el ítem 4 que los alumnos definan los parámetros que desean encontrar mediante un estadístico para luego usarlos en el planteamiento de una hipótesis (ítem 5) que en la siguiente etapa conduzca al planteamiento de una prueba de hipótesis; el ítem 3 ya no se considera elemento para evaluarla debido a que pertenece al marco metodológico, sin embargo, se anexa para constatar la claridad sobre cómo se obtendrá la información a analizar.

La segunda dimensión evalúa el desempeño individual de cada integrante durante la exposición y consta de los siguientes ítems:

- 9. Conocimiento general
- 10. Contribución
- 11. Vocabulario
- 12. Participación

Con ayuda de estos ítems se desea que el evaluador emita un juicio objetivo sobre los aspectos observados para cada integrante de los equipos, donde valore mediante una escala que toma como valores al 5, 3 y 1, donde 5 es la asignación numérica más alta favorable para el desempeño del integrante evaluado. Estos ítems valoran si se muestra conocimiento del tema expuesto, si la aportación hecha por el integrante fue relevante, si el integrante utiliza un vocabulario matemático, estadístico y disciplinario adecuado y, si participó para resolver dudas y hacer aportaciones a su trabajo.

3.2.4.1.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

3.2.4.1.2.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO para comprobar si efectivamente se podía usar este procedimiento para estimar la validez del instrumento, como se aprecia en la figura 3.21.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.630
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	45.362
	gl	28
	Sig.	.020

Figura 3.21 Prueba de KMO para la primera dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del índice de medida KMO es .630, lo cual nos dice que es pertinente realizar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el software SPSS, el cual dio como resultado un modelo de tres factores con una varianza total explicada del 73.637% como se ilustra en las figuras 3.22 y 3.23.

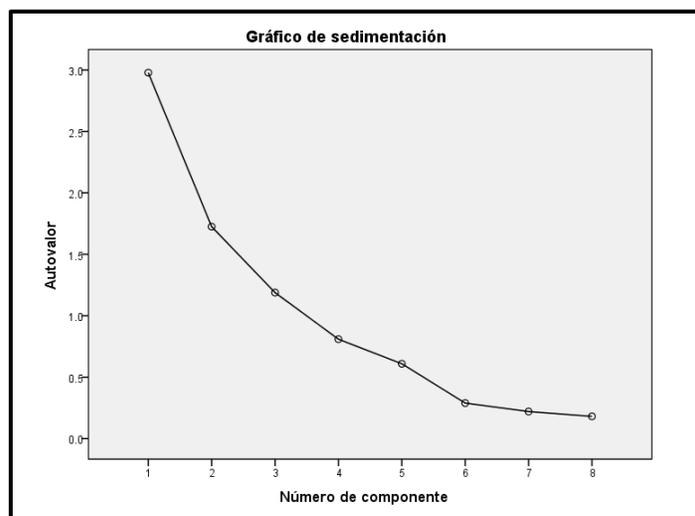


Figura 3.22 Gráfico de sedimentación para la primera dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de ...	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	2.978	37.226	37.226	2.978	37.226
2	1.725	21.559	58.785	1.725	21.559
3	1.188	14.852	73.637	1.188	14.852
4	.809	10.114	83.751		
5	.609	7.614	91.365		
6	.289	3.616	94.981		
7	.220	2.754	97.736		
8	.181	2.264	100.000		

Figura 3.23 Autovalores para la primera dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó primero el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 31.3% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.507$), por lo tanto el modelo de un solo factor se ajusta, sin embargo, al efectuar el análisis factorial confirmatorio, el índice CFI=0.81, por tanto, el modelo de un factor se encuentra a 0.09 centésimas de ajustarse adecuadamente a los datos como se observa en la figura 3.24.

```

Model Chisquare = 25.48114 Df = 20 Pr(>Chisq) = 0.1836397
RMSEA index = 0.1269685 90% CI: (NA, NA)
Bentler CFI = 0.8117913
Bentler RNI = 0.8117913
SRMR = 0.1515677
AIC = 57.48114
BIC = -32.32629

```

Figura 3.24 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera un solo factor para la primera dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Después se analizó el modelo que considera dos factores, en donde utilizando R-Commander, los factores extraídos con el método ML y rotación varimax explican el 49.8% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.941$) (ver figura 3.25), por lo tanto el modelo de dos factores se ajusta y, al realizar el análisis factorial confirmatorio, se obtuvo que el índice CFI=0.93, lo cual quiere decir que el modelo que considera dos factores se ajusta adecuadamente a los datos como se observa en la figura 3.26.

```

Factor1 Factor2
I1 0.764
I2 -0.110 0.351
I3 0.103
I4 0.249 0.966
I5 0.907 0.165
I6 0.690 0.470
I7 0.311 0.415
I8 0.500 -0.440

Factor1 Factor2
SS loadings 2.304 1.681
Proportion Var 0.288 0.210
Cumulative Var 0.288 0.498

Test of the hypothesis that 2 factors are sufficient.
The chi square statistic is 6.15 on 13 degrees of freedom.
The p-value is 0.941

```

Figura 3.25 Resultados del análisis exploratorio que considera dos factores para la primera dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

```

Model Chi-square = 20.93147   Df = 19 Pr(>ChiSq) = 0.3405998
RMSEA index = 0.07732908   90% CI: (NA, 0.2316768)
Bentler CFI = 0.9336781
Bentler RNI = 0.9336781
SRMR = 0.1367264
AIC = 54.93147
BIC = -33.98559

```

Figura 3.26 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera dos factores para la primera dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.27), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 71%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.713	8

Figura 3.27 Confiabilidad de la primera dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.4.1.2.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA SEGUNDA DIMENSIÓN DEL CUARTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO para comprobar si efectivamente se podía usar este procedimiento para estimar la validez del instrumento, como se aprecia en la figura 3.21.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.694
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	80.050
	gl	6
	Sig.	.000

Figura 3.28 Prueba de KMO para la segunda dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del índice de medida KMO es .694, lo cual nos dice que es pertinente realizar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el software SPSS, el cual dio como resultado un modelo de un solo factor con una varianza total explicada del 73.637% como se ilustra en las figuras 3.29 y 3.30.

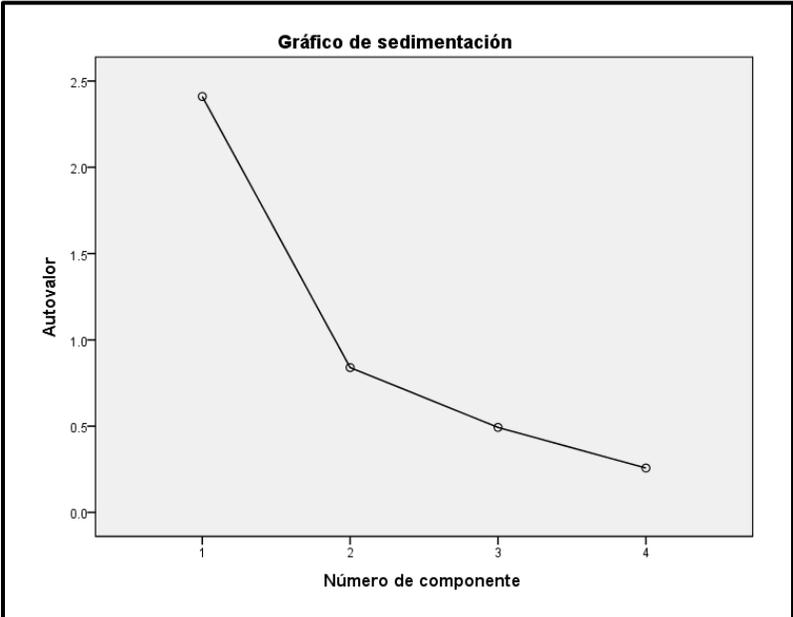


Figura 3.29 Gráfico de sedimentación para la segunda dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Varianza total explicada					
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de ...	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	2.411	60.263	60.263	2.411	60.263
2	.839	20.987	81.250		
3	.493	12.318	93.569		
4	.257	6.431	100.000		

Figura 3.30 Autovalores para la segunda dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 60.263% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.118$), por lo tanto el modelo de un solo factor se ajusta a los datos (ver figura 3.31).

```

Loadings:
  Factor1
I9  0.620
I10 0.932
I11 0.769
I12 0.390

                Factor1
SS loadings      1.997
Proportion Var   0.499

Test of the hypothesis that 1 factor is sufficient.
The chi square statistic is 4.27 on 2 degrees of freedom.
The p-value is 0.118

```

Figura 3.32 Resultados del análisis factorial exploratorio que considera un solo factor para la segunda dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Para corroborar, se realizó el análisis factorial confirmatorio, obteniendo el índice CFI=0.96, por tanto, el modelo de un factor se ajusta adecuadamente a los datos como se observa en la figura 3.33.

```

Model Chi-square = 4.480316 Df = 2 Pr(>ChiSq) = 0.1064417
RMSEA index = 0.1425849 90% CI: (NA, 0.3238797)
Bentler CFI = 0.9677871
SRMR = 0.0575109
AIC = 20.48032
BIC = -3.773953

```

Figura 3.33 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera un solo factor para la segunda dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.34), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 77%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.772	4

Figura 3.34 Confiabilidad de la segunda dimensión del cuarto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.4.2 ETAPA 2: SEGUNDO AVANCE

Esta etapa tiene como finalidad dar continuidad al progreso de los proyectos respecto de la aplicación de los conocimientos estadísticos, nuevamente se da un lapso de tres semanas para que los estudiantes expongan su segundo avance ante el grupo. Durante esta etapa, se ve la unidad 5 llamada prueba de hipótesis, por lo cual los proyectos deben mostrar claridad en los parámetros a estudiar, en la identificación de los estadísticos a calcular de la información recolectada y en el planteamiento de una prueba de hipótesis a comprobar.

En clases, se trabajan arduamente ejercicios donde el contexto tiene relevancia, con la intención de que los estudiantes se familiaricen y no se les dificulte aplicar los conocimientos estadísticos en sus investigaciones.

En esta etapa se les pide a los estudiantes comenten las experiencias vividas durante la realización de los proyectos, buscando conocer las limitaciones a las cuales se enfrentan y también, los aprendizajes adquiridos mediante el ABP, con la finalidad de que, en próximos cursos de Estadística I, sus compañeros tengan un panorama acerca de los beneficios que les aporta aprender con esta metodología, así como las posibles dificultades a las que se podrán enfrentar. Cabe mencionar que las experiencias no son evaluadas.

3.2.4.2.1 QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El objetivo de este instrumento es evaluar el segundo avance de los proyectos, relacionando aspectos que ya se han evaluado en la etapa anterior (buscando corroborar que ya han quedado claros) con las actividades en los cronogramas, así como con el temario visto en clase. Este instrumento consta de dos dimensiones, la primera valora el desarrollo de los proyectos a través de los ítems:

1. Parámetros
2. Estadísticos
3. Planteamiento de la prueba de hipótesis
4. Cumplimiento de actividades
5. Claridad

Esta primera dimensión tiene una escala propia, resultado de vincular una escala descriptiva con la escala Likert (omitiendo los valores intermedios de ésta), cuyos valores son 5=Muy bien, 3=Bien y 1= Mal, esperando que la información recabada de las respuestas de los evaluadores sea clara y objetiva. Los ítems 1, 2 y 3 valoran la parte estadística, siendo el ítem 1 el encargado de reafirmar qué parámetros van a calcularse a través de los estadísticos adecuados (ítem 2) de la muestra, para así plantear los valores numéricos obtenidos en una prueba de hipótesis (ítem 3).

La segunda dimensión al igual que en el instrumento previo, evalúa el desempeño individual de cada integrante durante la exposición, poseyendo una escala que toma como valores al 5, 3 y 1, donde 5 es la asignación numérica más alta favorable para el desempeño del integrante evaluado y está formada por los siguientes ítems:

6. Conocimiento en aportación
7. Contribución
8. Vocabulario
9. Participación

3.2.4.2.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

3.2.4.2.2.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO para comprobar si efectivamente se podía usar este procedimiento para estimar la validez del instrumento, obteniendo el índice KMO=0.498, lo cual indica que no se pueda utilizar este método, sin embargo, se realizó el análisis exploratorio en R-Commander extrayendo un factor con el método ML y rotación varimax, como la prueba χ^2 de bondad de ajuste no fue significativa ($p=0.205$), se realizó el análisis factorial confirmatorio, en el cual se obtuvo que el índice CFI=0.60 se encuentra a 30 centésimas de ajustarse adecuadamente a los datos como se observa en la figura 3.35.

```
Model Chi-square = 8.998417 Df = 5 Pr(>ChiSq) = 0.1091273
RMSEA index = 0.2235626 90% CI: (NA, 0.4545234)
Bentler CFI = 0.6006089
SRMR = 0.1322228
AIC = 28.99842
BIC = -5.167649
```

Figura 3.35 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera un solo factor para la primera dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.36), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 65%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.653	5

Figura 3.36 Confiabilidad de la primera dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.4.2.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA SEGUNDA DIMENSIÓN DEL QUINTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO para comprobar si efectivamente se podía usar este procedimiento para estimar la validez del instrumento, como se aprecia en la figura 3.37.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.721
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	44.839
	gl	6
	Sig.	.000

Figura 3.37 Prueba de KMO para la segunda dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del índice de medida KMO es .721, lo cual nos dice que es pertinente realizar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el software SPSS, el cual dio como resultado un modelo de un solo factor con una varianza total explicada del 56.306% como se ilustra en las figuras 3.38 y 3.39.

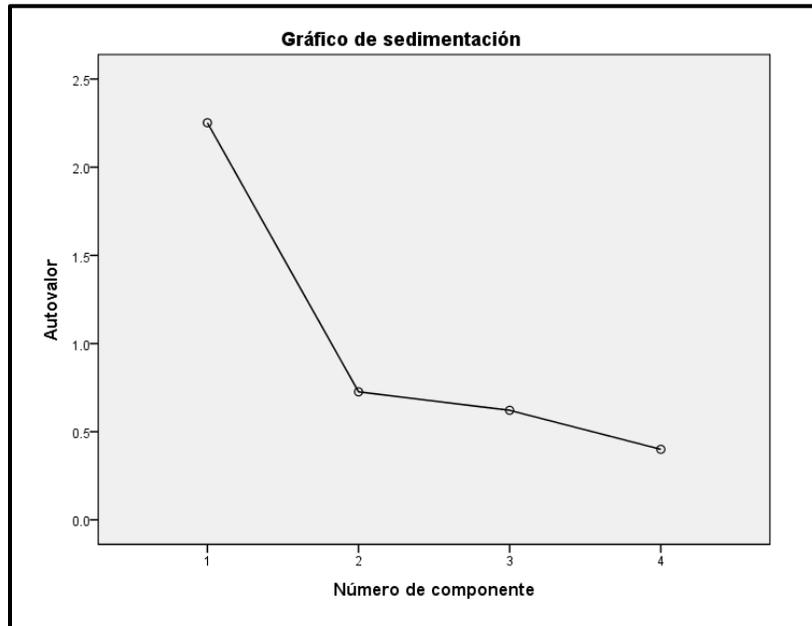


Figura 3.38 Gráfico de sedimentación para la segunda dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de ...	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	2.252	56.306	56.306	2.252	56.306
2	.726	18.157	74.463		
3	.621	15.535	89.998		
4	.400	10.002	100.000		

Figura 3.39 Autovalores para la segunda dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 43.2% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.569$), por lo tanto el modelo de un solo factor se ajusta a los datos (ver figura 3.40).

```

Factor1
item1 0.586
item2 0.543
item3 0.852
item4 0.604

SS loadings    Factor1
Proportion Var 1.729
                0.432

Test of the hypothesis that 1 factor is sufficient.
The chi square statistic is 1.13 on 2 degrees of freedom.
The p-value is 0.569

```

Figura 3.32 Resultados del análisis factorial exploratorio que considera un solo factor para la segunda dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Para corroborar, se realizó el análisis factorial confirmatorio, obteniendo el índice CFI=1, por tanto, el modelo de un factor se ajusta adecuadamente a los datos como se observa en la figura 3.33.

```

Model Chi-square = 1.19106   Df = 2   Pr(>ChiSq) = 0.5512703
RMSEA index = 0           90% CI: (NA, 0.2361039)
Bentler CFI = 1
SRMR = 0.02943732
AIC = 17.19106
BIC = -6.749524

```

Figura 3.33 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera un solo factor para la segunda dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.34), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 74%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.741	4

Figura 3.34 Confiabilidad de la segunda dimensión del quinto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.4.3 ETAPA 3: TERCER AVANCE

El propósito de esta etapa radica en atender el procedimiento respecto al análisis estadístico, previo a la presentación final y, exceptuando las conclusiones. Se recomienda que este último avance se exponga en dos semanas, siendo valorada esta etapa por un sexto instrumento de evaluación. En esta parte del proceso ya se ha concluido el temario, sin embargo, en clases se continúa estudiando las aplicaciones de los conceptos de la unidad 5 y se resuelven dudas relacionadas con el análisis estadístico de los proyectos.

En esta etapa, se entrega a los estudiantes una encuesta para conocer su opinión acerca de esta metodología de aprendizaje, esperando seguir mejorando las cuestiones que no sólo el profesor considera necesarias, sino también, tomando en cuenta la de los estudiantes, ya que ellos son parte fundamental en este proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.2.4.3.1 SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El objetivo de este instrumento consiste en valorar el análisis estadístico de las investigaciones, mediante dos dimensiones, donde al igual que en los otros dos instrumentos empleados durante esta fase, se cuenta con dos dimensiones, donde la primera evalúa la elaboración de los proyectos a través de los ítems:

1. Parámetros
2. Estadísticos
3. Planteamiento de la prueba de hipótesis
4. Procedimiento para solucionar la prueba de hipótesis
5. Cumplimiento de actividades
6. Claridad

Esta dimensión tiene una escala propia, efecto de relacionar una escala descriptiva con la escala Likert (omitiendo los valores intermedios de ésta), cuyos valores son 5=Muy

bien, 3=Bien y 1= Mal, esperando que la información recaudada de las respuestas de los evaluadores sea clara y objetiva. Los ítems 1, 2, 3 y 4 valoran la parte estadística, nuevamente se evalúan los parámetros a determinar mediante estadísticos que se usarán para plantear una prueba de hipótesis, donde un nuevo ítem (ítem 4) juzga si el procedimiento para llegar a la solución es correcto. Se insiste en ratificar aspectos que se valoraron en la etapa anterior (ítem 1-3), debido a que son clave, considerando que se ha concluido el temario de la asignatura y en la siguiente fase la solución debe ser definitiva, dando cabida a los resultados y conclusiones derivadas de este proceso indispensable del proyecto.

La segunda dimensión evalúa el desempeño individual de cada integrante durante la exposición, tiene una escala que toma como valores al 5, 3 y 1, donde 5 es la asignación numérica más alta favorable para el desempeño del integrante evaluado y está formada por los siguientes ítems:

7. Conocimiento general
8. Conocimiento en aportación
9. Contribución
10. Vocabulario
11. Participación

En este instrumento se anexó un ítem (ítem 7), en comparación a los instrumentos anteriores que valoraron también el desempeño individual, pues, aunque un integrante muestre conocimiento en su contribución en el avance, puede no demostrarlo de manera global, usualmente dominan bien lo que han hecho pero es importante dominen todo para demostrar que se ha aprendido de manera significativa y no sólo parcialmente.

3.2.4.3.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

3.2.4.3.2.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO para comprobar si efectivamente se podía usar este procedimiento para estimar la validez del instrumento, como se aprecia en la figura 3.35.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.813
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	44.374
	gl	15
	Sig.	.000

Figura 3.35 Prueba de KMO para la primera dimensión del sexto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del índice de medida KMO es .813, lo cual nos dice que es pertinente realizar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el software SPSS, el cual dio como resultado un modelo de dos factores (ver figura 3.36) con una varianza total explicada del 89.446%.

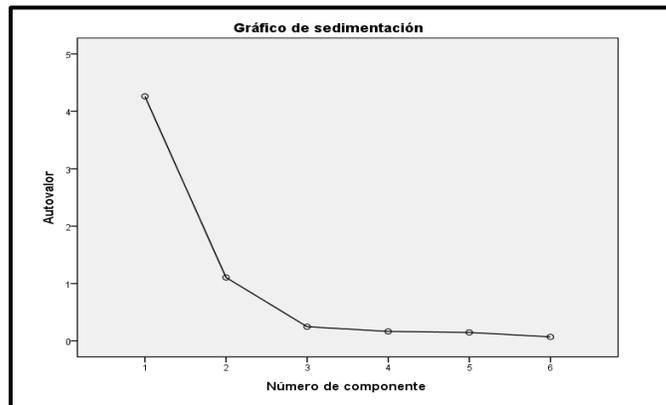


Figura 3.36 Gráfico de sedimentación para la primera dimensión del sexto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó primero el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 65.4% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual no es significativa ($p=0.171$), por lo tanto, el modelo de un solo factor se ajusta, y, al efectuar el análisis factorial confirmatorio, el índice CFI=0.77, concluyendo que el modelo de un factor se encuentra a 13 centésimas de ajustarse adecuadamente a los datos. Debido a lo anterior, se efectuó el análisis factorial confirmatorio para el modelo que considera los dos factores, obteniendo el índice CFI=0.96, lo cual quiere decir que el modelo que considera dos factores se ajusta adecuadamente a los datos como se observa en la figura 3.37.

```

Model Chisquare = 9.608398   Df = 8   Pr(>Chisq) = 0.2935934
RMSEA index = 0.141792   90% CI: (NA, NA)
Bentler CFI = 0.9657187
SRMR = 0.1203289
AIC = 35.6084
BIC = -9.574764

```

Figura 3.37 Resultados del análisis factorial confirmatorio que considera dos factores para la primera dimensión del sexto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.38), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 71%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.909	6

Figura 3.38 Confiabilidad de la primera dimensión del sexto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3.2.4.3.2.2 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA SEGUNDA DIMENSIÓN DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Los ítems correspondientes a esta dimensión son los mismos que los del quinto instrumento de evaluación (para la dimensión desempeño), por lo cual, considerando que en el apartado 3.2.4.2.2 se estimaron la validez y confiabilidad, daremos por hecho que dichas estimaciones se preservan.

3.2.4.3.3 ENCUESTA

La encuesta para conocer la opinión de los estudiantes sobre la metodología del ABP consta de seis preguntas, las tres primeras se responden mediante un sí o no y se solicita expliquen el porqué de la respuesta, siendo las mismas las siguientes:

1. ¿Te ha gustado la realización de proyectos como parte de la enseñanza de la asignatura de Estadística I?
2. ¿Consideras que se ha fortalecido tu aprendizaje con esta propuesta didáctica?
3. ¿Preferirías la manera convencional de aprender y evaluar?

Mientras que las otras tres preguntas son abiertas:

4. ¿Qué dificultades has encontrado en esta propuesta didáctica?
5. ¿Qué fortalezas para tu aprendizaje consideras has obtenido con la realización de los proyectos?
6. ¿Qué sugerencias le harías a esta metodología de aprendizaje?

3.2.5 FASE 5: PRESENTACIÓN FINAL

Esta fase tiene como finalidad que los estudiantes muestren su investigación ya terminada, pero principalmente los resultados que obtuvieron y sus conclusiones, derivados del análisis efectuado a sus respectivos trabajos, culminando así la elaboración de los proyectos.

Debido a que en esta fase las clases han concluido, se determina que las dudas, sugerencias, comentarios y asesorías se den por equipo y ya no en el aula, pues siguiendo el calendario de la facultad, sólo se otorgan 3 semanas para aplicación de exámenes finales y, en este caso, dos semanas se usan para que los alumnos terminen los proyectos y la última para la presentación final y la entrega de un informe escrito de los mismos, en el cual desarrollan habilidades de redacción y lenguaje; por lo cual esta fase está planeada para un lapso de tres semanas.

Para la presentación final se solicita a los equipos expongan sus proyectos de principio a fin y, que redacten un informe escrito del mismo, con las características que un proyecto de investigación tiene y que en la primera fase llamada ideas se les enseñó.

La valoración de las presentaciones se da mediante un último instrumento de evaluación, el cual se describe a continuación.

3.2.5.1 SÉPTIMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El instrumento de evaluación que valoró esta sección tiene por objetivo juzgar el proyecto completo y también, el desempeño de los equipos. Se encuentra formado por dos dimensiones, donde la escala es una adaptación de la escala Likert de cuatro valores: 4=Muy bien, 3=Bien, 2=Mal y 1=Muy mal, esta escala está diseñada con el propósito de que el evaluador defina objetivamente considerando el indicador para cada aspecto, si el proyecto en su totalidad se ha realizado de manera satisfactoria o si tiene mucho por mejorar, los obliga a decidir sin términos medios una opción.

Los ítems de la primera dimensión que valoran el proyecto son:

1. Presentación
2. Introducción
3. Planteamiento del problema
4. Pregunta de investigación
5. Justificación

6. Marco teórico
7. Marco metodológico
8. Método estadístico
9. Planteamiento de la prueba de hipótesis
10. Solución de la prueba de hipótesis
11. Conclusión
12. Bibliografía
13. Claridad
14. Objetivo

Los ítems encargados de valorar el aprendizaje de la estadística son el 8, 9 y 10, en estos ítems se ven reflejados los conocimientos adquiridos en el curso, porque para determinar el método estadístico apropiado, plantear y solucionar una prueba de hipótesis y, mostrar los resultados, los estudiantes aplican los aprendizajes de la estadística descriptiva (unidad 1) que les permite representar mediante gráficos el comportamiento de una población, también aplican el muestreo y distribuciones muestrales (unidad 2) para determinar la distribución de probabilidad que admita analizar mediante la información obtenida de la muestra, el comportamiento de la misma, asimismo la estimación paramétrica puntual (unidad 3) y por intervalo (unidad 4) permiten estimar los estadísticos asociados al parámetro o para un determinado intervalo, donde se espera que un parámetro desconocido estará con cierto grado de error. Finalmente, las pruebas de hipótesis (unidad 5) plantean a partir de una afirmación acerca de un parámetro, dos hipótesis contrarias (nula y alternativa), donde se busca aceptar o rechazar alguna de ellas.

La segunda dimensión esta subdivida en dos dimensiones, donde la primera evalúa el desempeño de los líderes de los equipos y la segunda, el desempeño del resto de los integrantes. Los ítems que conforman la primera dimensión son:

15. Conocimiento general

- 16. Conocimiento en aportación
- 17. Contribución
- 18. Vocabulario
- 19. Dirección y organización
- 20. Rol
- 21. Participación

Se espera que el líder realice una función más minuciosa dentro de los equipos, ya que son los encargados de organizar y representar a todo el equipo, lo cual no significa que sus actitudes consientan un buen liderazgo, pero en caso de que así sea, también es importante reconocer su labor, por ello se evalúan de manera independiente en la presentación final.

Mientras que los ítems que valoran el desempeño del resto de los integrantes de los equipos son cinco:

- 22. Conocimiento general
- 23. Conocimiento en aportación
- 24. Contribución
- 25. Vocabulario
- 26. Participación

3.2.5.1.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL SÉPTIMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

3.2.5.1.1.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA PRIMERA DIMENSIÓN DEL SEXTO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó el método del análisis factorial descrito en el capítulo anterior para validar el instrumento. Por lo cual, primero se calculó en el software SPSS, el estadístico KMO y el determinante de la matriz de correlación para comprobar si efectivamente se podía

usar este procedimiento para estimar la validez del instrumento, como se aprecia en la figura 3.39.

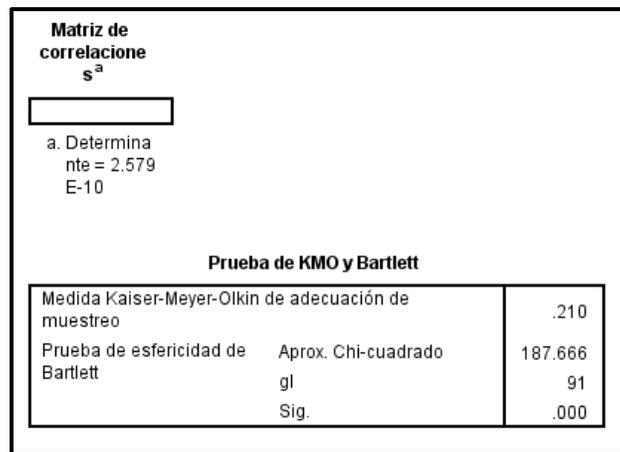


Figura 3.39 Prueba de KMO y determinante de la matriz de correlación para la primera dimensión del séptimo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El valor del índice de medida KMO es .210, lo cual nos dice que no es pertinente realizar el análisis factorial, pero de acuerdo al valor del determinante, que es muy próximo a cero, tenemos que si podemos usar el análisis factorial. Siguiendo con el procedimiento, se elige el método de componentes principales para extraer los factores utilizando el software SPSS, el cual dio como resultado un modelo de cuatro factores (ver figura 3.40) con una varianza total explicada del 78.172%.

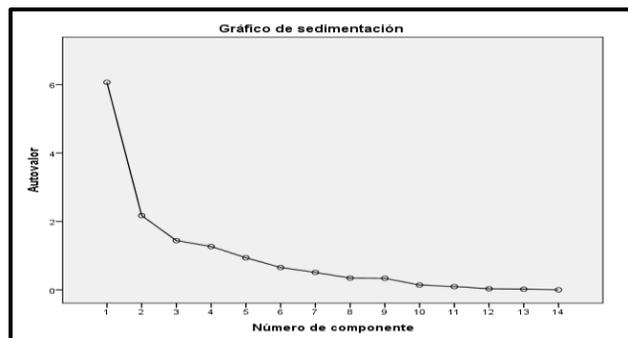


Figura 3.40 Gráfico de sedimentación para la primera dimensión del séptimo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Continuando con la exploración y utilizando el paquete R-Commander, se analizó primero el modelo que considera un solo factor. El factor extraído con el método ML y rotación varimax explica el 39.7% de la varianza total y, además, el paquete muestra la prueba χ^2 de bondad de ajuste, la cual es significativa ($p=0.000745$), por lo tanto, el modelo de un solo factor no se ajusta (ver figura 3.41). Después se analizaron los modelos que consideran dos, tres y cuatro factores, los cuales tampoco se ajustaron a los datos.

```

item4  0.744
item5  0.112
item6  0.733
item7  0.774
item8  0.334
item9  0.932
item10 0.935
item11 0.689
item12
item13 0.260
item14 0.813

                Factor1
SS loadings      5.558
Proportion Var   0.397

Test of the hypothesis that 1 factor is sufficient.
The chi square statistic is 122.55 on 77 degrees of freedom.
The p-value is 0.000745

```

Figura 3.41 Resultados del análisis factorial exploratorio que considera un factor para la primera dimensión del sexto instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La confiabilidad se estimó usando el software SPSS (ver figura 3.42), con el método del coeficiente alfa de Cronbach, el cual dio como resultado una confiabilidad del 85%.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.858	14

Figura 3.42 Confiabilidad de la primera dimensión del séptimo instrumento de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Finalmente, para concluir este capítulo, es importante mencionar que la nota final que cada estudiante obtiene es fruto de su participación en clase, de las tareas para entregar, de los ejercicios expuestos en el pizarrón, de su trabajo en equipo, de su

proyecto y de su desempeño dentro de su equipo, tal y como se estableció en el plan de trabajo presentado por el profesor del curso.

CAPÍTULO 4

Resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en la FCFM, derivados de implementar la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos para la enseñanza de la asignatura de Estadística I, propuesta en el marco metodológico. Cabe señalar lo importante que es vivir la experiencia de utilizar la metodología y no quede sólo como una sugerencia proporcionada por algunos educadores estadísticos. A través de la práctica en cursos de Estadística I impartidos por el Dr. José Dionicio Zacarías Flores, tuve la oportunidad de conocer las dificultades a las cuales se ha enfrentado él como profesor, así como también la experiencia como estudiante inscrita en el curso y, más recientemente, de participar como observadora, presenciando y documentando el proceso del ABP como se propone y se ha expuesto en este trabajo.

4.1 RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA DEL ABP IMPLEMENTADA

4.1.1 FASE 1: IDEAS

En esta fase se ejemplifica el alcance de la estadística en los proyectos de investigación, revelando las aplicaciones de ésta en múltiples disciplinas, a través de diferentes problemáticas de nuestro entorno social, en seguida se muestran algunos ejemplos acerca de temáticas, que se les presentan a los estudiantes:

- ❖ ¿Por qué la BUAP cambió su imagen institucional?
- ❖ La conservación del venado cola blanca en Puebla.
- ❖ El cáncer de mama y la influencia de las campañas preventivas en la cd. de Puebla.
- ❖ El impacto de la ampliación de horario escolar en la mejora del aprendizaje (SEP, 2013).

- ❖ Las tecnologías de la información en la enseñanza de las matemáticas (SEP, 2013).

De esta manera los estudiantes reconocen el uso de la estadística en diferentes disciplinas, además de enfatizar la importancia de poder acceder a la población objetivo para recolectar información necesaria, que dé respuesta mediante un análisis estadístico, al problema previamente planteado.

Se observa a los estudiantes motivados, dando inicio a una lluvia de ideas, donde, aunque no se les ha solicitado de manera formal presenten alguna problemática, tratan de plantearse alguna, compartiendo ante el grupo el interés que los lleva a tratar de solucionar e indagar sobre ellas, siendo la experiencia propia o de algún ser querido que ha atravesado por esa circunstancia en particular, la razón primordial de su interés. Algunas de las ideas que comunican se encuentran relacionadas a:

- Enfermedades
- Educación
- Economía
- Trabajo

4.1.2 FASE 2: PRESELECCIÓN

Esta fase se caracteriza por la diversidad en las propuestas expuestas por los estudiantes, donde exhiben un problema real “no complejo” y de interés, mediante un anteproyecto de investigación. Algunas propuestas planteadas por los estudiantes son:

- Síndrome de las articulaciones en el uso de dispositivos electrónicos
- El rezago estudiantil en la FCFM
- ¿Cuál es el principal contaminante en la ciudad de Puebla?
- Alimentación de los universitarios
- Tiempo de vida de un jugador de alto rendimiento

- Plomo en productos de origen animal
- Delincuencia a estudiantes
- El dólar y su impacto en México
- Comprensión textual de problemas matemáticos

Como se observa, las ideas expuestas por los estudiantes son variadas y atañen a diferentes disciplinas, por ello, surge la necesidad de trabajar sólo algunas, preseleccionando las cuatro que estén mejor bosquejadas y sean viables de realizar en el tiempo establecido.

Generalmente las propuestas exhiben planteamientos generales del problema que no muestran el panorama actual, preguntas de investigación bastante abiertas, dificultad para acceder a datos para su análisis posterior y confusión de la justificación con el planteamiento del problema, olvidando que el propósito de una justificación consiste en conocer los beneficios y/o aportaciones de realizar la investigación (ver figura 4.1).

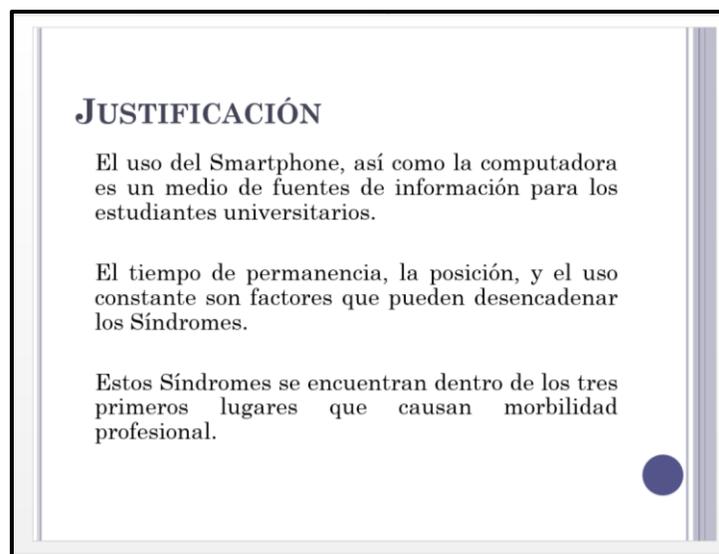


Figura 4.1. Justificación del anteproyecto *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

De los resultados obtenidos en el primer instrumento de evaluación, así como de lo observado en las presentaciones, se pide a los autores de las propuestas preseleccionadas fortalezcan todos y cada uno de los aspectos que fueron evaluados, pero centrando mayor atención a la delimitación de las preguntas de investigación, también, se pide formulen objetivos que traten de dar respuesta a dichos cuestionamientos, determinen la población de estudio y especifiquen de dónde obtendrán los datos para su análisis posterior.

En la figura 4.2, se observa mejoría en la justificación del anteproyecto *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos*, como resultado de la retroalimentación otorgada a los anteproyectos preseleccionados.

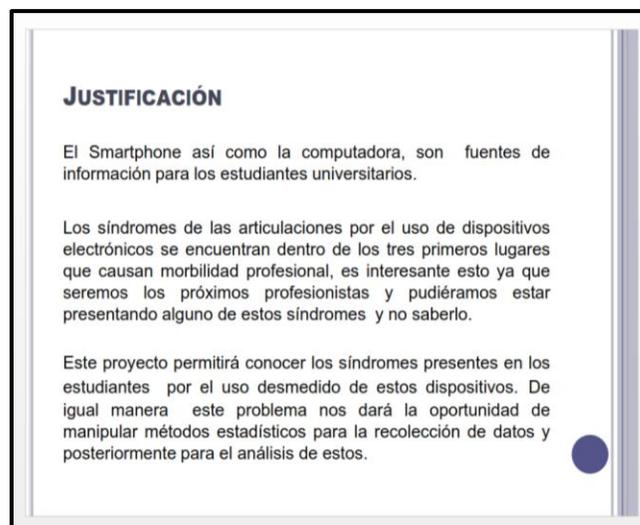


Figura 4.2. Justificación después de la retroalimentación brindada al anteproyecto *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

En cuanto a la actitud de los estudiantes, se ve el entusiasmo y empeño que cada uno de ellos tiene, ya que independientemente del resultado obtenido, se esfuerzan por hacer una buena presentación que pueda permitirles la preselección de sus propuestas, mostrando que las elaboran no sólo por cumplir, sino para que sus compañeros y

profesor conozcan su idea y compartan la misma pasión por indagar ese cuestionamiento.

A continuación, en la tabla 4.1, se expone en porcentaje, el promedio de los puntajes obtenidos en el primer instrumento de evaluación de dos anteproyectos, en los ítems que conforman el total y en el ítem que evalúa la parte estadística.

Tabla 4.1. *Promedios de los puntajes obtenidos en el primer instrumento de evaluación de dos anteproyectos*

Anteproyecto	Parte estadística (ÍTEM 5)	Parte relevante (ÍTEMS 3-6)	Total (ÍTEMS 1-10)
Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos	100	95.8333333	91.1666667
Productos de origen animal	73.3333333	63.3333334	67.0833333

Fuente: Elaboración propia (2016).

Mediante estos mismos anteproyectos, en las tablas 4.2 y 4.3, mostraremos cómo el estudiante plantea el problema, formula su pregunta de investigación (ver figura 4.3) y muestra el uso de la estadística en sus anteproyectos.

Tabla 4.2. *Planteamiento del problema, preguntas de investigación y uso de la estadística del anteproyecto “Síndrome en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos”*

SINDROME EN LAS ARTICULACIONES POR EL USO EXCESIVO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS		
Planteamiento del Problema	Pregunta(s) de investigación	Uso de la estadística
<p>Actualmente se observa mayor incidencia del túnel del carpo (...) el síndrome del túnel carpiano es la neuropatía más común en la mano. Su mayor incidencia se da en mujeres de mediana y avanzada edad. La incidencia en Estados Unidos ha sido estimada de 1 a 3 por cada 1000(...) entre 40 y 60 años y relacionada con la ocupación.</p> <p>La postura de flexión del cuello prolongada o repetitiva mientras se utiliza un teléfono inteligente o computadora, es conocida como uno de los factores de riesgo para los síntomas de dolor en el cuello (...) existen estadísticas que demuestran que las personas que pasan más de ocho horas diarias delante de una PC tienen un tercio más de posibilidades de sufrir estos problemas (...)</p>	<p>¿El uso excesivo del teclado de la computadora, la tableta electrónica y el Smartphone son factores que inciden en la aparición de los Síndromes en las articulaciones en profesores y estudiantes universitarios?</p>	<p>Diseño y aplicación de encuestas a profesores y estudiantes de la BUAP, campus C.U.</p>

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 4.3. *Planteamiento del problema, preguntas de investigación y uso de la estadística del anteproyecto "Productos de origen animal"*

PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL		
Planteamiento del Problema	Pregunta(s) de investigación	Uso de la estadística
<p>La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), busca un nuevo enfoque para garantizar que los alimentos consumidos estén libres de riesgos causados por (...) contaminantes indeseables (...) No hay estudios realizados en San Martín Texmelucan y de acuerdo a los sistemas de producción y a las condiciones ambientales de nuestro entorno, es importante realizar estos estudios, detectables únicamente mediante análisis de laboratorio (...) valorando los posibles riesgos a la acumulación de este metal en ganado bovino (...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué se puede hacer con 42 muestras para hacer inferencia en Tecamachalco? • De no poder hacer mucho, ¿cuántas se necesitan? • Basado en las muestras, ¿cómo determinar la tasa de plomo que consume una persona? 	<p>Análisis de 42 muestras.</p>

Fuente: Elaboración propia (2016).

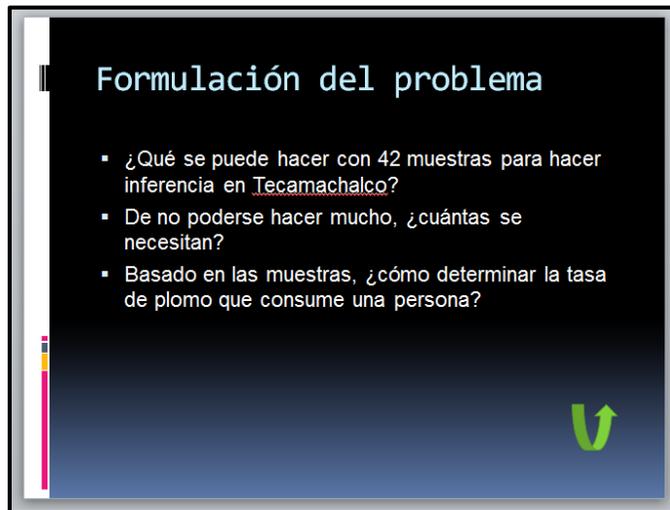


Figura 4.3. Preguntas de investigación del anteproyecto *Productos de origen animal*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

A pesar de que ambas propuestas son interesantes y estuvieron documentadas por fuentes bibliográficas confiables, se nota que la primera de ellas debía acotar su pregunta de investigación, determinando con exactitud las facultades donde se pretendía realizar la investigación y, la otra propuesta, dejaba dudas con respecto a en dónde se realizaría el estudio: San Martín Texmelucan o Tecamachalco. Asimismo, ésta última presentaría dificultades para tomar las muestras del ganado bovino y más aún, para analizarlas en laboratorios que detectaran plomo en ellas.

En general, esta fase muestra como resultado la falta de experiencia de los alumnos en la elaboración de proyectos de investigación, en donde ante la evidencia de esto, se preseleccionan a las cuatro propuestas más viables y cuyos elementos que la integren sean más sólidos (planteamiento del problema, justificación, preguntas de investigación).

4.1.3 FASE 3: SELECCIÓN

En la primera etapa de esta fase como ya se dijo, se espera que las propuestas preseleccionadas presenten preguntas de investigación más delimitadas y relacionadas

con el planteamiento del problema, también que el objetivo sea claro y pueda dar respuesta a la pregunta de investigación formulada, además de que se precise de dónde se obtendrá la información a analizar estadísticamente y si ésta será suficiente para realizar el análisis y, finalmente se espera que tengan una idea de qué variables van a estudiar sin que afecte la viabilidad de realizar el proyecto en el tiempo establecido. Después de aplicar el instrumento involucrado en esta etapa, se seleccionan dos anteproyectos y se forman los equipos de trabajo antagónicos.

Mientras que, en la segunda etapa de esta fase, los equipos tienen que determinar finalmente cómo obtendrán los datos a analizar (técnica de recolección de datos), las variables de interés, anexar un marco teórico y un cronograma de actividades factible.

4.1.3.1 ETAPA 1: SELECCIÓN

A pesar de la retroalimentación de la fase anterior y de lo que se espera en esta etapa, los resultados siguen reflejando la dificultad de los estudiantes respecto con la delimitación de las preguntas de investigación y, en consecuencia, también con la formulación de objetivos que puedan dar respuesta a la pregunta, así como dificultad referida con la precisión de la procedencia de los datos y con la determinación de las variables de interés.

La retroalimentación otorgada en esta etapa consiste primordialmente en explicar el alcance de la delimitación de un tema para que los demás aspectos se clarifiquen (objetivos, procedencia de los datos, variables) , por ejemplo, si tratáramos de investigar algunos factores que influyen en la esperanza de vida de un deportista, se les explica que habría que definir qué tipo de deportista: nadador, futbolista, boxeador, etcétera; además establecer algunos factores de interés: consumo de alcohol, estado civil, seguimiento de dietas, edad, entrenamiento, etc., igualmente se les enseña que se puede delimitar más todavía, por ejemplo, ahora queremos saber: ¿cómo el entrenamiento en boxeadores de México, de sexo masculino, aumenta su esperanza de vida?

En seguida en las tablas 4.4 y 4.5, se ejemplifica un contraste de los resultados, mediante dos propuestas, donde una obtuvo puntajes bajos en comparación con la otra, al ser evaluadas en dichos aspectos.

Tabla 4.4. *Porcentaje de los promedios de dos anteproyectos preseleccionados*

Anteproyecto	Parte estadística (ÍTEMS 6-8)	Total (ÍTEMS 1-11)
Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos	98.0952381	90.3896104
El dólar y su impacto en México	67.6190476	74.8051948

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 4.5. *Preguntas de investigación, objetivos y procedencia de datos de dos anteproyectos preseleccionados*

Anteproyecto	Preguntas de investigación	Objetivo	Procedencia de los datos

<p>El dólar y su impacto en México</p>	<p>¿Qué factores influyen en la inflación del dólar y de qué manera nos afecta?</p> <p>¿Cómo afecta la inflación del dólar a nuestra economía?</p> <p>¿La economía de México ha permanecido estable en comparación a otras?</p>	<p>Determinar diferentes factores que influyen en la inflación del dólar.</p> <p>Determinar la influencia de esos factores en el sector económico mexicano.</p> <p>Comparar la economía mexicana con la de otros países.</p>	<p>Internet.</p>
<p>Síndrome en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos</p>	<p>¿El uso excesivo del teclado de la computadora, la tableta electrónica y el Smartphone son factores que inciden en la aparición de los Síndromes de las articulaciones en estudiantes universitarios?</p>	<p>Identificar si se presentan síntomas de algún síndrome a causa del uso de dispositivos electrónicos, en estudiantes de C.U., así como, analizar, interpretar y cuantificar los datos obtenidos.</p>	<p>Encuestas a estudiantes del área de ciencias exactas.</p>

Fuente: Elaboración propia (2016).

Como podemos ver, el anteproyecto *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos* delimitó más su pregunta de investigación y por ende su población de estudio: de analizar estudiantes y profesores, decidieron que fueran solo los estudiantes del área de ciencias exactas. Mientras que el anteproyecto del *dólar y su impacto en México*, a pesar de que estudiarían los efectos de la inflación en el sector mexicano, no especificaron si referente a la industria, el turismo, producción agropecuaria, etc. Además de que, por cuestiones de tiempo, era mejor analizar una entidad mexicana y no a todo el país.

Finalmente, se observa que, al formar los equipos de trabajo, los estudiantes dan más importancia a que su equipo este integrado por conocidos, por lo cual se les sugiere dar más peso a la responsabilidad y compromiso que cada estudiante tenga con su aprendizaje para cumplir las metas propuestas y no considerar como factor clave la relación sentimental, ya que se han registrado complicaciones posteriormente, por falta de responsabilidad, durante la elaboración de los proyectos.

4.1.3.2 ETAPA 2: PRESENTACIÓN POR EQUIPOS

Como resultado de la evaluación en esta etapa a través del tercer instrumento utilizado y las observaciones durante las exposiciones, concluimos que, presentar una justificación apropiada, una bibliografía confiable, un marco teórico que fundamenta la investigación y un cronograma de actividades razonable, no son cuestiones de preocupación, sólo requieren fortalecerlas (y de ser necesario modificarlas) de acuerdo al planteamiento del problema, objetivos y preguntas de investigación. Sin embargo, pese a que un proyecto ha sido seleccionado, se aprecia que las preguntas de investigación necesitan delimitarse aún más para tener claridad sobre cuál es la población de estudio objetivo, determinar qué características analizar de ella (variables) y cómo obtener la información necesaria para realizar la investigación (técnicas de recolección). A continuación en la tabla 4.6, se expone un ejemplo que muestra lo descrito previamente:

Tabla 4.6. *Pregunta de investigación, objetivo y técnica de recolección de datos de un proyecto antagónico*

Proyecto antagónico	Pregunta de investigación	Objetivo	Técnica de recolección de datos
Contaminación del aire en la ciudad de Puebla	¿El nivel de contaminación de los principales contaminantes en el aire de la ciudad de Puebla es alarmante?	Determinar el nivel de contaminación de los principales contaminantes en el aire de la ciudad de Puebla.	Encuestas a ciudadanos.

Fuente: Elaboración propia (2016).

En este caso, la pregunta de investigación debía ser más específica, por lo cual se sugirió al equipo establecer qué contaminantes en el aire podrían ser causantes de alarma, para los habitantes de la ciudad de Puebla, así el nivel de contaminación se hallaría con respecto a dichos contaminantes y con esto, establecerían las variables a estudiar; otra recomendación al equipo fue obtener su información mediante bases de datos de organizaciones especializadas en el medio ambiente, como SEMARNAT y no a través de encuestas (ver figura 4.4), ya que la opinión de las personas no podría determinar el nivel de contaminación relacionado a los contaminantes expuestos en su marco teórico (monóxido de carbono, ozono, bióxido de nitrógeno, entre otros).

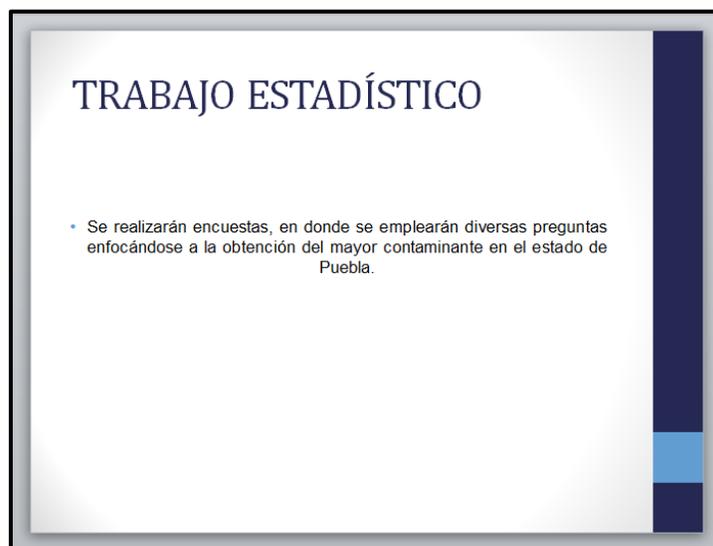


Figura 4.4. Técnica de recolección de datos del proyecto antagónico *Contaminación del aire en la ciudad de Puebla*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

La Tabla 4.7 muestra el porcentaje del promedio que obtuvo el proyecto antagónico *“Contaminación del aire en la ciudad de Puebla”*

Tabla 4.7. *Porcentaje del promedio obtenido en el tercer instrumento para el proyecto “Contaminación del aire en la ciudad de Puebla”*

Parte estadística (ÍTEMS 6-7)	Total (ÍTEMS 1-12)
65.7142857	74.025974

Fuente: Elaboración propia (2016).

En esta etapa es muy importante orientar a los equipos para que delimiten bien las preguntas de investigación, precisen la técnica de recolección de datos y establezcan variables de estudio, por lo que, como retroalimentación, se habla con cada equipo para que consideren: qué quieren probar, qué deben observar, qué datos necesitan, cómo

los obtendrán, qué harán con ellos, serán suficientes para resolver el problema y definan las características cuantitativas y/o cualitativas a estudiar de su población.

4.1.4 FASE 4: ELABORACIÓN

En cada uno de los tres avances que conforman esta fase, se pretende que cada equipo:

- ✓ Primer avance: elabore un marco metodológico, en el cual defina la población de estudio y determine el tamaño de la muestra, precise los parámetros involucrados (pidiéndoles tratar de utilizar la media) y plantee una hipótesis de investigación basada en los parámetros.
- ✓ Segundo avance: precise definitivamente los parámetros involucrados, identifiquen los estadísticos a calcular de la información recolectada y planteen una prueba de hipótesis de investigación que relacione los estadísticos identificados. Además, conocer sus experiencias a lo largo de la elaboración de los proyectos.
- ✓ Tercer avance: En esta etapa se deseaba que todos los aspectos estadísticos anteriores estuvieran claros y, queríamos ver parte del procedimiento para resolver la prueba de hipótesis. También queríamos saber su opinión acerca de esta metodología de aprendizaje, a través de una encuesta.

4.1.4.1 ETAPA 1: PRIMER AVANCE

En esta etapa notamos que a los equipos cuyos líderes no habían propuesto originalmente la idea, se les dificulta precisar los parámetros de su interés y por esta misma razón no pueden esbozar una hipótesis de investigación basada en dichos parámetros, lo cual se refleja en las puntuaciones que sus compañeros les otorgan, como se puede apreciar en la figura 4.5. En cambio, los equipos cuyos líderes son pioneros de la idea, definen sus parámetros y esbozan al menos una hipótesis que los

considera, obteniendo valoraciones más altas por parte de sus compañeros de clase (ver figura 4.6).

Definió todos los parámetros a analizar	Definió algún parámetro a analizar pero no en su totalidad(en caso de ser más de uno)	No definió algún parámetro a analizar	1
Esbozó su hipótesis de investigación en base a el(los) parámetro(s) mencionado(s) anteriormente	Esbozó su hipótesis de investigación en base a algún parámetro mencionado anteriormente (pero no en su totalidad, en caso de ser más de uno)	No esbozó su hipótesis de investigación o no menciona algún parámetro a analizar	1

Figura 4.5. Puntaje otorgado al proyecto antagónico El STC y el TNS en la comunidad universitaria de la BUAP, en los ítems 4 y 5 por un compañero de clase.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Definió todos los parámetros a analizar	Definió algún parámetro a analizar pero no en su totalidad(en caso de ser más de uno)	No definió algún parámetro a analizar	3
Esbozó su hipótesis de investigación en base a el(los) parámetro(s) mencionado(s) anteriormente	Esbozó su hipótesis de investigación en base a algún parámetro mencionado anteriormente (pero no en su totalidad, en caso de ser más de uno)	No esbozó su hipótesis de investigación o no menciona algún parámetro a analizar	3

Figura 4.6. Puntaje otorgado al proyecto El *principal contaminante del aire en Puebla y sus efectos en la salud*, en los ítems 4 y 5 por un compañero de clase.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Una explicación a la carencia de hipótesis de investigación, radica en la necesidad de los equipos por trabajar en la retroalimentación anterior, delimitando las preguntas de investigación, como se observa en la figura 4.7, lo cual modifica las actividades programadas en los cronogramas. A pesar de eso, queda claro para todos los equipos la técnica adecuada para la recolección de la información (ver figura 4.8), así como la población objetivo (ver figura 4.9) y el tamaño de la muestra (ver figura 4.10).

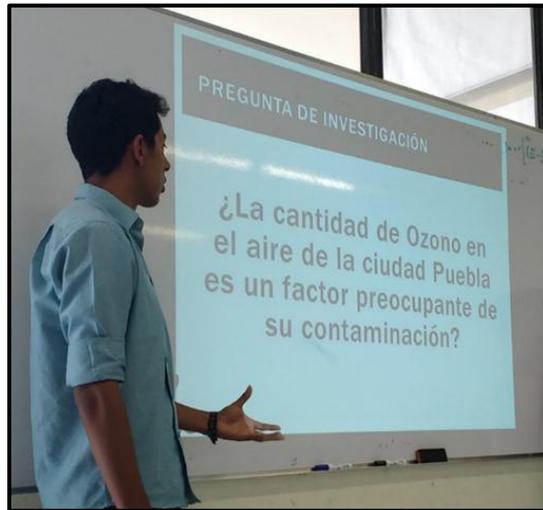


Figura 4.7. Delimitación de la pregunta de investigación del proyecto antagónico *Contaminación del aire en la ciudad de Puebla*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

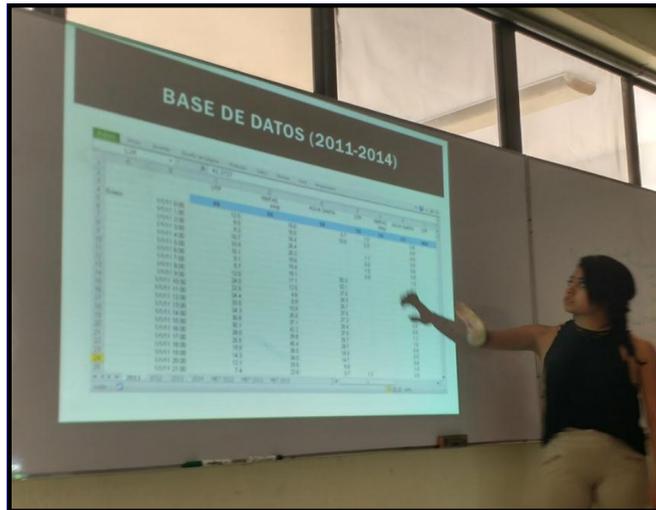


Figura 4.8. Técnica para la recolección de datos del proyecto antagónico *Contaminación del aire en la ciudad de Puebla*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

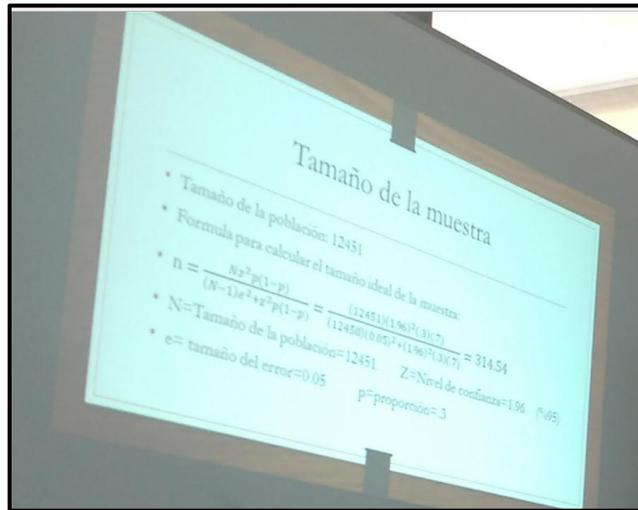


Figura 4.9. Tamaño de la muestra del proyecto antagónico *El STC y el NTS en la comunidad universitaria de la BUAP*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

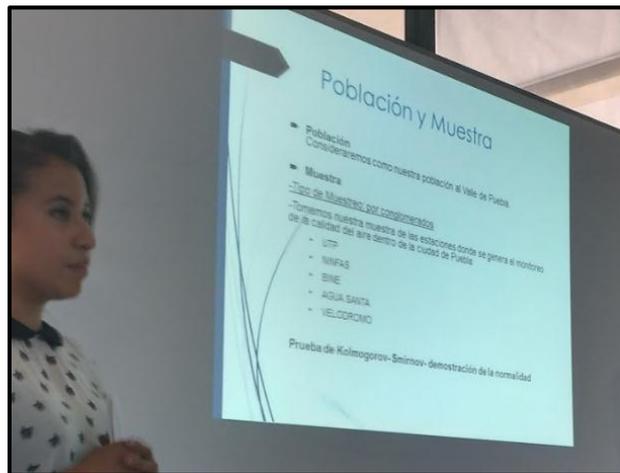


Figura 4.10. Población y muestra del proyecto *El principal contaminante del aire en Puebla y sus efectos en la salud*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

A continuación, mostramos una comparación del ítem que valora la obtención de la información en el instrumento anterior y el instrumento utilizado en este avance, de dos

proyectos antagónicos, para ilustrar la claridad en este avance en relación a la técnica de recolección de datos que usarían.

Tabla 4.8. *Porcentaje del promedio obtenido en el ítem: obtención de datos*

Proyecto antagónico	Tercer instrumento	Cuarto instrumento
El STC y el TNS en la comunidad universitaria de la BUAP	86.6666667	88.5714286
Contaminación del aire en la ciudad de Puebla	68	86.6666667

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 4.9. *Técnica de recolección de datos de dos proyectos antagónicos*

Proyecto antagónico	Técnica de recolección de datos
El STC y el TNS en la comunidad universitaria de la BUAP	Encuesta y Observación
Contaminación del aire en la ciudad de Puebla	Base de datos de SEMARNAT

Fuente: Elaboración propia (2016).

La retroalimentación para este primer avance consiste básicamente, en orientarlos a identificar los parámetros fundamentales que darán respuesta a las preguntas de investigación (aunque se hace hincapié en tratar de utilizar la media para facilitar el análisis), apoyándonos tanto en su planteamiento del problema (que habían presentado anteriormente) como en la información de sus marcos teóricos y sus preguntas de investigación, una vez planteen hipótesis, tienen que recolectar la información, para comenzar a procesarla y calcular los estadísticos correspondientes. Además, después

de revisar la información proporcionada por la segunda dimensión del instrumento empleado en este avance, tenemos la oportunidad de darles a conocer cómo es visto el desempeño de cada uno de ellos por el grupo, para que lo tomen en cuenta y tengan la oportunidad de fortalecerse como expositores. Igualmente, se le informa a cada equipo, su desempeño individual de acuerdo a la opinión de sus propios compañeros de equipo, con la intención de que continúen retroalimentando el trabajo colaborativo. En las figuras 4.11 y 4.12, vemos respectivamente, cómo es visto el desempeño de un alumno por parte de un compañero observador (evaluación externa) y por un integrante de su propio equipo (evaluación interna).

Nombre Integrante 3:	Cristian
Demostró conocimiento del tema expuesto en general	3
Demostró conocimiento en la parte del avance que expuso	2
¿Qué tan significativa fue su aportación para el avance presentado?	3
Utilizó un vocabulario adecuado y mantuvo el interés de la audiencia	1
Participó positivamente para resolver dudas y/o aportar comentarios que retroalimenten su proyecto	

Figura 4.11. Evaluación externa de un estudiante.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Integrante 3:	Cristian Perez Islas
Aportó ideas para mejorar el trabajo del equipo	3
Intervino en las discusiones del equipo de manera oportuna y positiva	1
Fue responsable con las tareas que le fueron asignadas	1
Qué calificación le das al desempeño del integrante 3	1
Observaciones:	No trabaja y no se compromete con el trabajo.

Figura 4.12. Evaluación interna de un estudiante.

Fuente: Elaboración propia (2016).

En esta etapa los estudiantes descubren la fortaleza y utilidad del trabajo cooperativo, con la asignación de tareas para cumplir las metas establecidas, más con aquellas que se encuentran relacionadas a la recolección, depuración y análisis de datos.

Debido a que generalmente, en este momento todos los equipos se encuentran en el proceso de comenzar a recolectar la información, algunos requieren apoyo de personas capacitadas para la elaboración e incluso la aplicación correcta de encuestas, también permisos para que se les proporcionen datos de diferentes dependencias, razón por la cual, en caso de ser necesario, se emiten oficios emitidos por la facultad donde se explica que el motivo para solicitar el apoyo tiene fines académicos y que los resultados obtenidos les serán proporcionados en caso de que así lo deseen.

4.1.4.2 ETAPA 2: SEGUNDO AVANCE

En este avance se espera que los estudiantes tengan identificados los parámetros, reconozcan los estadísticos que estimarán de sus muestras y, finalmente planteen una prueba de hipótesis en relación a los parámetros.

Usualmente vemos que los equipos han identificado los parámetros fundamentales para el desarrollo de la investigación, como se muestra en la figura 4.13, sin embargo, como aún se encuentran organizando la información, no han calculado los estadísticos necesarios para contrastarlos con los valores de los parámetros y, por ende, ni siquiera los mencionan en el avance, lo que lleva a que tengan puntajes bajos en el ítem que evalúa esto en el quinto instrumento.

El **promedio aritmético poblacional** es un indicador muy importante, por lo tanto, frecuentemente se desea probar si dicho promedio ha permanecido igual, ha aumentado o ha disminuido. A través de la prueba de hipótesis se determina si la media poblacional es significativamente mayor o menor que algún valor supuesto.

Figura 4.13. Identificación del parámetro fundamental del proyecto Síndrome en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Respecto al planteamiento de la prueba de hipótesis, generalmente se nota confusión para establecer adecuadamente las hipótesis nula y alternativa (ver figuras 4.14 y 4.15), suelen escribirlas con palabras, no especifican el valor del parámetro θ , incluso cuando conocen el valor específico $\theta = \theta_0$ (en las investigaciones acerca del problema, presentadas en fases anteriores, dichos valores se conocen).

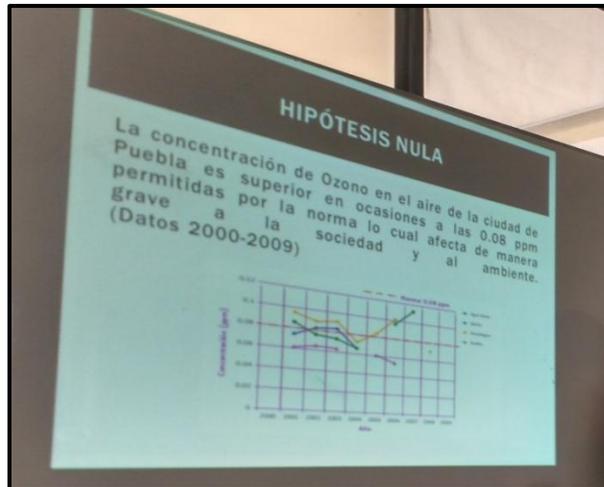


Figura 4.14. Hipótesis nula del proyecto antagónico *Contaminación del aire en la ciudad de Puebla*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

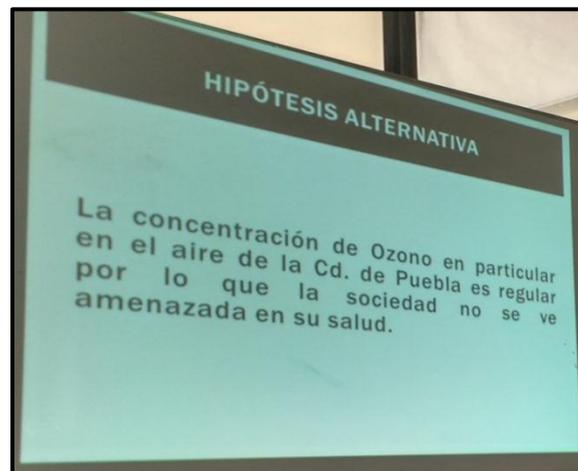


Figura 4.15. Hipótesis alternativa del proyecto antagónico *Contaminación del aire en la ciudad de Puebla*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Como retroalimentación, se opta por resolver situaciones similares en clase, donde no se pide sustituir indiscriminadamente los valores dados en fórmulas para resolverlas, sino que se dan contextos multidisciplinares que solicitan plantear la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, de acuerdo a lo que se quiere conocer. Lo cual ayuda para la presentación de su último y próximo avance, antes de la exposición final del trabajo.

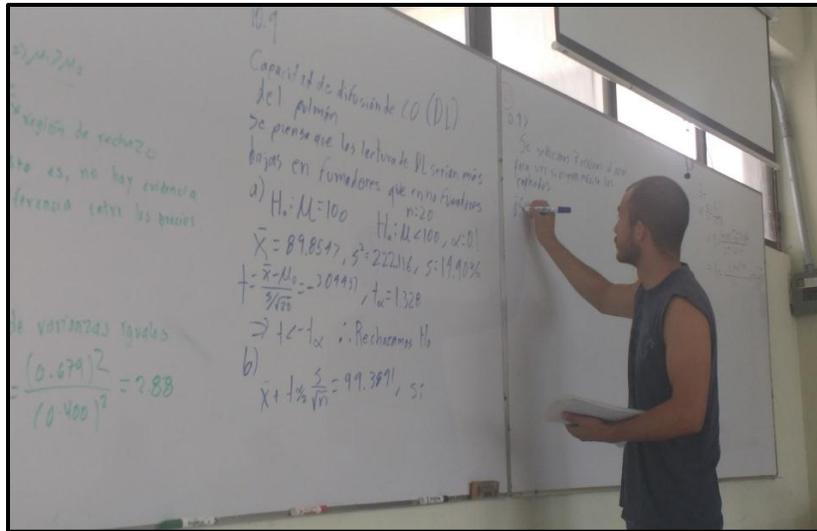


Figura 4.16. Resolución de ejercicios hechos en clase, sobre pruebas de hipótesis.

Fuente: Elaboración propia (2016).

4.1.4.3 ETAPA 3: TERCER AVANCE

En dicho avance se espera que los equipos muestren el planteamiento de su prueba de hipótesis (como retroalimentación del avance anterior) y también, muestren el procedimiento completo o parcial para solucionarla. Además, en esta etapa los estadísticos a comparar con los parámetros preestablecidos deben de haberse calculado, por lo cual, también se indaga sobre éstos.

Como resultado de este avance, se nota mejoría en relación a la determinación de los parámetros involucrados en el proyecto, a la identificación y cálculo de los estadísticos (ver figura 4.17), así como al planteamiento de la prueba de hipótesis (ver figura 4.18). Sin embargo, el procedimiento para obtener la solución no suele figurar aún, lo cual

deriva en puntajes bajos respecto al ítem que evalúa el procedimiento para solucionar la prueba de hipótesis. También, como vemos en las figuras 4.19 y 4.20, los equipos nos cuentan sus experiencias: aprendizajes y limitaciones a lo largo del desarrollo de los respectivos proyectos de investigación.

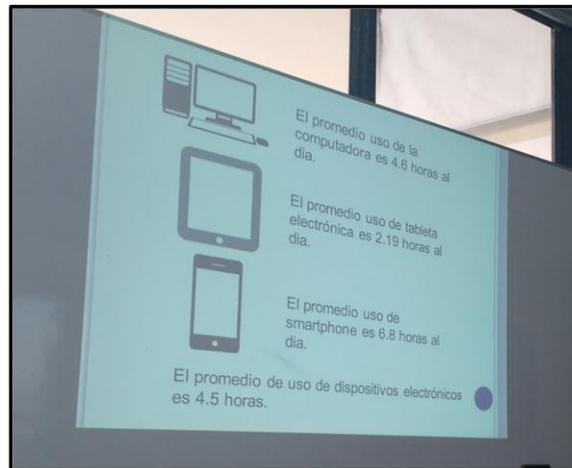


Figura 4.17. Estadísticos calculados para la FCC del proyecto *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

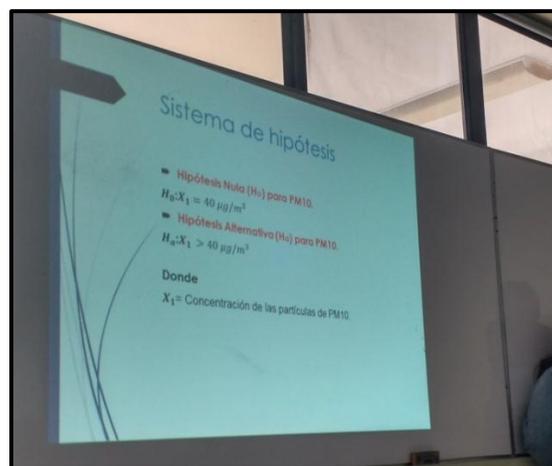


Figura 4.18. Prueba de hipótesis del proyecto *El principal contaminante en Puebla y sus efectos en la salud*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

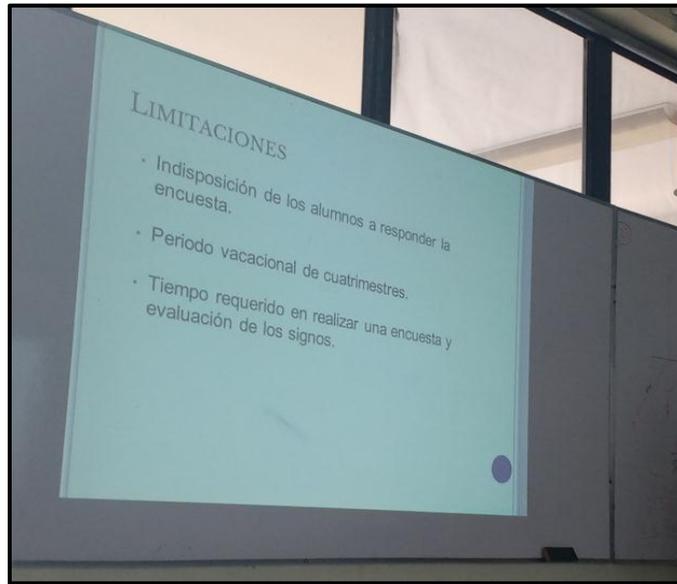


Figura 4.19. Limitaciones del equipo que elaboró el proyecto *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

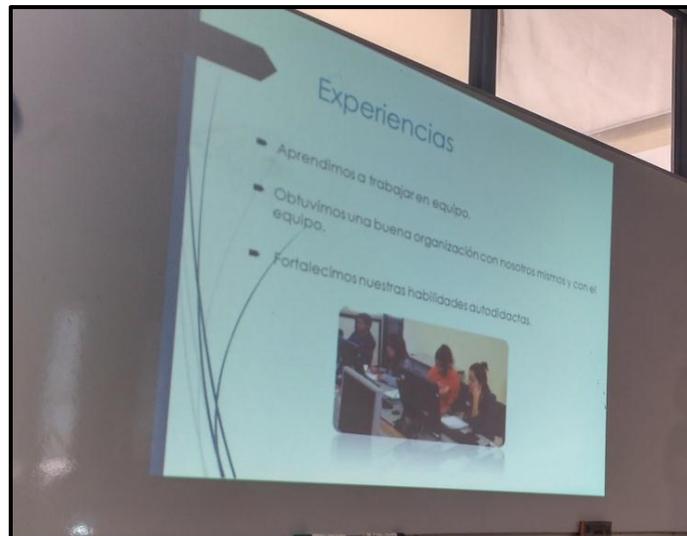


Figura 4.20. Aprendizajes del equipo que elaboró el proyecto *El principal contaminante en Puebla y sus efectos en la salud*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

A continuación, se muestra el porcentaje de los promedios que obtuvieron dos equipos en el ítem que valora el cálculo de los estadísticos involucrados y el planteamiento de la prueba de hipótesis.

Tabla 4.10. *Porcentaje de los promedios obtenidos en el ítem 2: cálculo de los estadísticos y en el ítem 3: planteamiento de la prueba de hipótesis*

Proyecto	Ítem2	Ítem3
Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos	70	60
El principal contaminante en Puebla y sus efectos en la salud	80	90

Fuente: Elaboración propia (2016).

El equipo cuyo proyecto lleva por nombre *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos* obtuvo puntajes bajos, debido a que aún se encontraban procesando la información recolectada, por lo cual solo habían calculado los estadísticos correspondientes a una de las tres facultades de su población de estudio, como se observa en la figura 4.21.

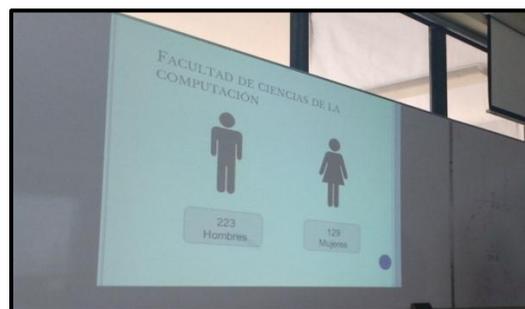


Figura 4.21. Muestra para la FCC del proyecto *Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

El equipo que elaboró el proyecto denominado *El principal contaminante en Puebla y sus efectos en la salud* obtuvo puntajes altos ya que no sólo plantearon sus pruebas de hipótesis, sino que, como muestra la figura 4.22, el equipo hizo una prueba de normalidad para su muestra, para así después proceder a hallar evidencia que admitiera aceptar o rechazar su hipótesis nula H_0 .

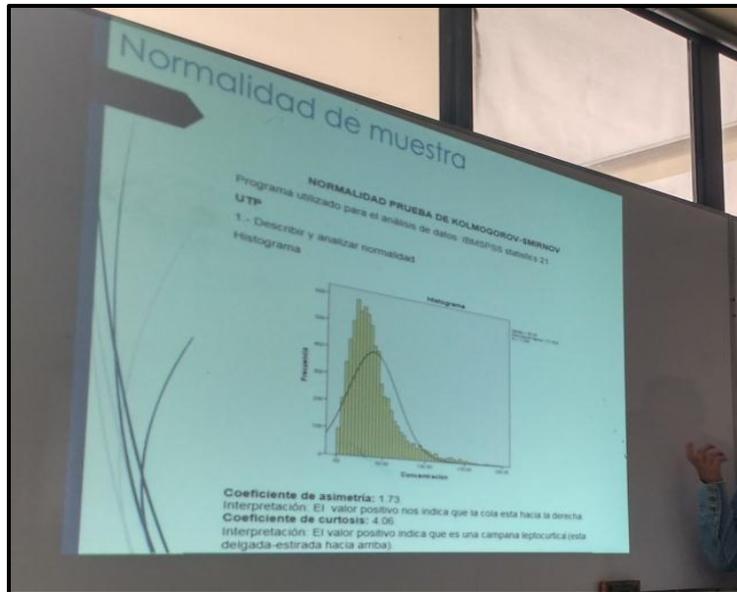


Figura 4.22. Análisis de normalidad de la muestra del proyecto *El principal contaminante en Puebla y sus efectos en la salud*.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Por último, en este avance, de la encuesta para saber su opinión respecto a la metodología del ABP, el 84.61% dijo que le había gustado la realización de un proyecto de investigación como parte del aprendizaje de la asignatura, mientras que el 15.38% dijo que no le había gustado. El 100% respondió que la propuesta didáctica del ABP había fortalecido su aprendizaje, también se les preguntó si hubieran preferido la manera tradicional de enseñar: teoría y examen, a lo que el 76% respondió que no y el 23.07% dijo que sí. Trabajar en equipo, mejorar la expresión oral, aplicar los conceptos vistos en clase, fueron las respuestas más frecuentes, proporcionadas por los alumnos

al preguntarles qué fortalezas para su aprendizaje consideraban habían obtenido con la realización de los proyectos. Además, les preguntamos qué dificultades encontraron en la propuesta didáctica, a lo que respondieron: organización del equipo, tiempo dedicado al proyecto y obtención de la información. Finalmente les pedimos nos dieran sugerencias para mejorar la metodología del ABP, ellos nos sugirieron: usar algunas clases exclusivamente para el desarrollo de los proyectos y más sesiones privadas para darle un mayor seguimiento a los proyectos. Las siguientes figuras muestran algunas respuestas proporcionadas por los alumnos en la encuesta.

1. ¿Te ha gustado la realización de proyectos como parte de la enseñanza de la asignatura de Estadística I? Sí No ¿Por qué?
De esta forma aprendí como usar la estadística en casos de la vida cotidiana.

Figura 4.23. Respuesta de un estudiante a la pregunta 1 de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia (2016).

2. ¿Consideras que se ha fortalecido tu aprendizaje con esta propuesta didáctica? Sí No ¿Por qué?
pues así entiendo mejor el concepto al aplicarlo

Figura 4.24. Respuesta de un estudiante a la pregunta 2 de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia (2016).

3. ¿Preferirías la manera convencional de aprender y evaluar (teoría pura y exámenes)? Sí No ¿Por qué?
Porque ~~en~~ en el proyecto estoy viendo la estadística, y en otros cursos solo ven ejercicios, los cuáles a veces no se llegan a entender. (Por ejemplo el muestreo).

Figura 4.25. Respuesta de un estudiante a la pregunta 3 de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia (2016).

4. ¿Qué dificultades has encontrado en esta propuesta didáctica?

La organización del equipo y la obtención de la información o datos que se necesitan.

Figura 4.26. Respuesta de un estudiante a la pregunta 4 de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia (2016).

5. ¿Qué fortalezas para tu aprendizaje consideras has obtenido con la realización de los proyectos?

Aprender a trabajar en equipo, expresarme públicamente y usar estadística.

Figura 4.27. Respuesta de un estudiante a la pregunta 5 de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia (2016).

6. ¿Qué sugerencias le harías a esta metodología de aprendizaje?

Que en el salón de clases se trajeran los datos recabados para que le preguntamos al profesor.

Figura 4.28. Respuesta de un estudiante a la pregunta 6 de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia (2016).

4.1.5 FASE 5: PRESENTACIÓN FINAL

En esta fase no sólo se deben mostrar los resultados y conclusiones obtenidas de los análisis hechos, sino también una revisión completa de los proyectos, donde se retomen los aspectos que habían presentado en fases anteriores. Además, se entregan los reportes escritos, donde después de presentar sus proyectos, se pide como adicional, mostrar ante el grupo el contenido de los informes de manera breve a sus compañeros de clase.

En general, se nota que los equipos cuyos líderes eran quienes habían propuesto originalmente la idea, obtienen un puntaje más alto en los ítems que valoran la

aplicación de los conocimientos estadísticos en sus proyectos y también, que el trabajo estadístico realizado por todos los equipos es más sólido que los otros aspectos que valoraron el producto (presentación, introducción, planteamiento del problema, pregunta de investigación, justificación, marco teórico, marco metodológico, conclusión, bibliografía, claridad y objetivo). Para ejemplificar lo anterior, se muestran los promedios obtenidos por cuatro equipos, dos equipos con la propuesta original y dos con la propuesta antagónica, en la parte estadística y el total en la dimensión que evalúa el producto.

Tabla 4.11. *Porcentaje de los promedios obtenidos en la primera dimensión del sexto instrumento*

Proyecto	Parte estadística (ÍTEMS 8-10)	Total (ÍTEMS 1-14)
Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos.	85.4166667	79.6875
El STC y el NTS en la comunidad universitaria de la BUAP	83.3333333	80.9659091
El principal contaminante en Puebla y sus efectos en la salud	93.0555556	85.9848485
Contaminación del aire en la ciudad de Puebla	75	74.512987

Fuente: Elaboración propia (2016).

En seguida, se muestran las conclusiones como resultado del análisis estadístico, de los cuatro proyectos mencionados anteriormente.

Tabla 4.12. Conclusiones de los proyectos

Proyecto	Conclusiones
<p>Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos.</p>	<p>De acuerdo a los resultados obtenidos, la Sintomatología de los Síndromes que se estudiaron están presentes en los jóvenes. Además, los resultados nos indican que la Sintomatología de cada Síndrome es mayor de la que se esperaba, teniendo como una de las principales causas el uso desproporcionado de los dispositivos electrónicos.</p>
<p>El STC y el NTS en la comunidad universitaria de la BUAP</p>	<p>En lo concerniente al STC, se concluye que los mismos hábitos como fumar y tomar influyen en el desarrollo, así como estar mucho tiempo en la computadora o el uso excesivo del celular, mientras que las lesiones que se pensaba en un principio que podrían influir en el desarrollo del STC; sin embargo, los resultados fueron diferentes por lo que concluimos que las lesiones no tienen ninguna relación con el STC.</p>
<p>El principal contaminante en Puebla y sus efectos en la salud</p>	<p>La tendencia de la calidad del aire en la ZMVP, en el año 2014, medida por las cuatro estaciones de monitoreo, Tecnológico, Velódromo, BINE y Agua Santa, indica que en general se ha rebasado el límite de concentración de PM10 y PM2.5 con respecto a la Norma Oficial Mexicana, ocasionando</p>

	<p>un alarmante para la sociedad poblana para tomar conciencia del gran impacto que tiene este resultado hacia la salud y es necesario comenzar a reducir el uso de objetos que ocasionan las emisiones de estos contaminantes.</p>
<p>Contaminación del aire en la ciudad de Puebla</p>	<p>En la Regresión Lineal se pronosticó que para el año 2014, las partículas del Ozono iban a sufrir un decremento con respecto a los años anteriores, lo cual resultó ser mínimo en comparación con los datos reales de ese año obtenidos por parte de SEMARNAT.</p> <p>Por lo que se infiere que diversos factores influyeron en la calidad del aire de la Cd. de Puebla, haciendo que las partículas de Ozono aumentaran e hicieran que nuestro pronóstico fuera errado, esto nos dice que realmente la contaminación por ozono en el aire de la ciudad de Puebla ha incrementado en vez de reducirse como era lo esperado por la regresión lineal.</p>

Fuente: Elaboración propia (2016).

Finalmente, se programa una cita con cada alumno para darles a conocer su desempeño durante el curso, incluyendo las participaciones que expusieron como tarea, las tareas escritas entregadas, la opinión general respecto a su desempeño por

parte de sus compañeros, de su equipo, la propia y la del profesor. En base a todo esto, se les asigna la nota final.

4.2 TRASCENDENCIA DE ALGUNOS PROYECTOS DESARROLLADOS EN CLASE

Cabe destacar que algunos proyectos desarrollados en clase, han causado un fuerte impacto en los alumnos, al grado de convertirse en trabajos de tesis, así como para participar con éstos en diferentes eventos académicos. Algunos ejemplos:

- ❖ Tesis: Un modelo matemático de dinámica poblacional para el venado cola blanca en el parque estatal Flor del Bosque. Presentada por Gilberto Pérez González. Se puede consultar el trabajo en la página web <http://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/GilbertoPerezGonzalez.pdf>
- ❖ Tesis: Modelos epidemiológicos del muérdago. Presentada por Laura Cruzado Lima. Se puede consultar el trabajo en la página web <http://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/LauraCruzadoLima.pdf>
- ❖ Participación en el XLIX congreso de la Sociedad Matemática Mexicana, modalidad cartel: Cervicalgia en el uso de Dispositivos Electrónicos en la FCC, FIQ y FCFM. Se puede ver el programa del evento en la página web http://www.smm.org.mx/files/Programa_XLIX_CongresoSMM.pdf

Para finalizar, es importante mencionar que este trabajo de tesis ha resultado de interés, habiendo presentado partes de él en los siguientes eventos académicos:

- Instrumentos de valoración para proyectos de investigación en la enseñanza de la estadística en el **Segundo Encuentro Colombiano de Educación Estocástica**, realizado del 10 al 12 de agosto de 2016 en Bogotá, Colombia.

- Instrumentos de valoración para proyectos de investigación en la enseñanza de la estadística en el **Congreso Internacional de Educación: Evaluación**, realizado del 29 de septiembre al 01 de octubre de 2016 en Tlaxcala, México.
- Mejoras a la metodología de aprendizaje basado en proyectos, para la enseñanza de la estadística en el **Congreso Mesoamericano de Investigación UNACH 2016**, realizado del 5 al 7 de octubre de 2016 en Tuxtla Gutiérrez, México.
- Diseño de un instrumento de valoración para anteproyectos de investigación en la enseñanza de la estadística, recibió una propuesta para una posible publicación como libro impreso por parte de Carlos Dutra, colaborador de la **editorial Publicia** (ver figura 31).
- Enseñanza de la estadística con la integración de dos ideas didácticas: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y Actividades Reveladoras del Pensamiento (MEA), recibió una propuesta para una posible publicación como libro impreso por parte de Cristina Pinzari, colaboradora de la **editorial Académica Española** (ver figura 32).

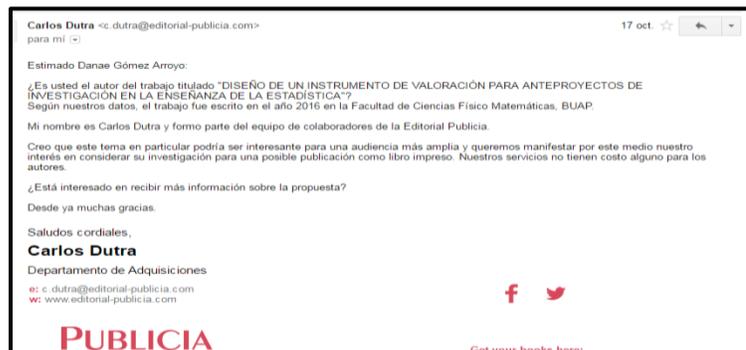


Figura 4.29. Propuesta para una posible publicación como libro impreso por parte de la editorial Publicia.

Fuente: Elaboración propia (2016).



Figura 4.30. Propuesta para una posible publicación como libro impreso por parte de la editorial Académica Española.

Fuente: Elaboración propia (2016).

CAPÍTULO 5.

Conclusiones

La metodología del ABP otorga una gran experiencia tanto al docente como al alumno, pues no sólo brinda una manera distinta de aprender, sino que fortalece actitudes, valores y habilidades en los futuros egresados, además ofrece crecimiento profesional y satisfacción en el docente que cumple con la labor de transmitir un conocimiento significativo en el alumnado, enfrentando el reto que implica conducir el conocimiento para aplicar lo aprendido en el desarrollo de un proyecto de investigación, que dé respuesta a un problema de nuestro entorno cotidiano utilizando la estadística.

Esta metodología de aprendizaje resulta para los estudiantes dinámica y diferente, ya que están acostumbrados al trabajo individual, a sólo aprobar exámenes para demostrar que han adquirido conocimiento, olvidando que también es importante emplear un lenguaje matemático adecuado que permita comunicar efectivamente resultados de análisis realizados, de manera verbal y escrita.

Asimismo, incentivar al estudiante para que plantee y resuelva un problema relacionado con su entorno, que no sea complejo, desarrolla en él su capacidad de análisis y reflexión, las cuales le ayudarán como profesionalista a enfrentar los desafíos laborales, que le proporcionarán experiencia y, que podrán beneficiar a diversos sectores de la sociedad. Asimismo, podrán interactuar en el mundo de la información, ya que como vimos con anterioridad, un ciudadano activo requiere ser culto estadísticamente.

La metodología les enseña que la teoría vista en clase se aplica en la vida real, mediante un problema que ellos han elegido, donde deberán buscar entre sus saberes para darle respuesta; además de reconocer la importancia del trabajo en equipo, asumiendo roles que garanticen alcanzar un objetivo común.

Todos estos aspectos son aportaciones que la asignatura con ayuda del ABP en conjunto, otorgan al perfil de egreso de los alumnos, como ya mencionamos previamente en el planteamiento del problema. Por esto mismo qué mejor que a esta valiosa metodología se le pueda hacer una contribución que enriquezca la propuesta original y se pueda enseñar efectivamente una estadística basada en proyectos, dicha contribución está centrada principalmente en los instrumentos de evaluación, como se observa en la figura 5.1

Instrumento	Valor del estadístico utilizado		Se pudo efectuar análisis factorial	Número de factores extraídos por componentes principales en SPSS	Número de factores explorados mediante máxima verosimilitud en R	El modelo se ajusta a los datos en el análisis exploratorio	Valor del índice CFI en el análisis	Confiabilidad
	KMO	Determinante de la matriz						
Primero	0.859		si	2	1	si	0.98	82%
Segundo	0.707		si	4	1	si	0.85	77%
Tercero		0.001	si	4	1	si	0.71	85%
					2	si	0.89	
Cuarto	0.63		si	3	1	si		
					2	si		
Quinto	0.498		no					65%
Sexto	0.813		si	2	1	si	0.77	90%
					2	si	0.96	
Séptimo		2.58E-10	si	4	1	no		85%
					2	no		
					3	no		
					4	no		

Figura 5.1 Resumen del análisis factorial efectuado a los siete instrumentos de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Es importante mencionar que la realización de los proyectos llega a tener tal impacto, que éstos pueden trascender y no sólo formar parte de una herramienta didáctica en el curso, convirtiéndose de manera formal en trabajos de tesis, así como en trabajos que admitan la participación en múltiples eventos académicos.

Se concluye este trabajo enunciando las mejoras que se proponen para el uso de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, las cuales dan respuesta a los objetivos planteados en el primer capítulo.

- Se plantea que el docente dedique cierto tiempo para explicar lo que se entiende por Aprendizaje Basado en Proyectos, asimismo para presentar posibles ejemplos a realizar, buscando sean problemas extraídos de nuestro entorno

cotidiano, que ellos puedan comprender de acuerdo a su nivel de estudios (http://cape.fcfm.buap.mx/jzacarias/proy_estad.pdf).

- Se toma en cuenta la relevancia de estimular al estudiante, dándoles la oportunidad de ser ellos quienes planteen una problemática real no compleja y que sea atrayente para ellos.
- Seleccionar un número pequeño de proyectos para su elaboración, ya que darles el seguimiento adecuado amerita de tiempo, dedicación y aprendizaje multidisciplinario, por parte del profesor y de los mismos estudiantes.
- Formar equipos de trabajo para cultivar habilidades transversales en los estudiantes: trabajo colectivo, organización, comunicación, etc.
- Trabajar en clase ejercicios donde el contexto sea relevante, lo cual les ayudará a familiarizarse con la vinculación entre un problema real y los conceptos necesarios para resolver el problema, siendo más sencillo aplicar los conocimientos a sus proyectos.
- Dar seguimiento al trabajo individual de cada integrante de los equipos, mediante entrevistas personales y encuestas, para determinar el desempeño real de cada alumno.
- Fomentar el uso del lenguaje matemático y estadístico, tanto en forma verbal (exposición de ejercicios y avances del proyecto) como escrita (ejercicios, tareas, informe final del proyecto).
- El diseño, desarrollo y aplicación de **instrumentos de evaluación** que tengan como propósito medir el avance tanto de conocimientos estadísticos, como del proyecto de investigación que se propuso efectuar. Una alternativa sería utilizar

los instrumentos desarrollados en este trabajo, siempre y cuando haya semejanza en el contenido curricular del curso y de tipo semestral como en esta facultad se ofrece, de no ser así pueden adaptarse a su contenido curricular. Aquí es importante el papel del profesor, dando la retroalimentación que se requiera para que el proyecto siga su desarrollo. Ajustando de manera apropiada la aplicación de tales instrumentos de evaluación al número de semanas que se dispone para concluir el curso. En caso de requerirse, se recomienda el acudir a expertos en el área de la disciplina en la que se está trabajando el proyecto, para tener una mejor visión de cómo podría orientarse el desarrollo del mismo. Es importante no olvidar el quehacer académico que se debe realizar en el salón de clases, de trabajar problemas y ejercicios relacionados a cada uno de los temas que se van cubriendo de estadística.

- Otro punto que, aunque puede ser opcional, es el invitar a especialistas o profesores que previamente hayan realizado algún proyecto de investigación de tipo cuantitativo, para conocer la experiencia adquirida por parte del investigador, principalmente en el uso de parámetros estadísticos, así como de las técnicas estadísticas que fueron utilizadas. También puede invitarse a especialistas en evaluación y en técnicas de validación de encuestas.
- Finalmente se recomienda que, durante el transcurso de los avances, éstos se presenten de dos formas: la presentación ante el grupo por medio de diapositivas, y la presentación ante el profesor por medio de la parte escrita de manera formal, tal y como se escribe un trabajo de investigación.

5.1 TRABAJO A FUTURO

Este trabajo puede seguirse mejorando, por lo que se enuncian algunas alternativas de lo que pudiera realizarse:

- Mejorar el diseño de cada uno de los instrumentos creados, en especial aquellos que al ser validados no se ajustaron a los datos en un solo factor, así como aquellos que no se ajustaron a los factores establecidos por el método de componentes principales (séptimo instrumento) o a los cuales no pudo realizarse el análisis factorial (quinto instrumento de evaluación).
- Aplicar al inicio del curso un examen diagnóstico, para comprobar los conocimientos de los estudiantes acerca de qué es y cómo se realiza un proyecto de investigación, así como conocer si ha tenido alguna experiencia en la elaboración de alguno y, finalmente, si reconoce la utilidad de la estadística en general.
- Incluir capacitación del uso de software estadístico como una herramienta para el análisis de datos.
- Digitalización de los instrumentos de evaluación y uso de los mismos, facilitando la recolección de la información obtenida.

BIBLIOGRAFÍA

Batanero, C. y Díaz, C. (2004). En J. Patricio Royo (Ed.), *Aspectos didácticos de las matemáticas*, 125-164. Zaragoza: ICE. Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/ICE.pdf>

Batanero, C. y Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>

Batanero, C. y Díaz, C. Contreras, J., Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, 83, 7-18. Recuperado de http://www.sinewton.org/numeros/numeros/83/Monografico_01.pdf

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP. (2016). *Licenciaturas*. Recuperado de <http://www.admision.buap.mx/oferta-academica/licenciatura>

Corral, Y. (2009). Validez y Confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Ciencias de la Educación*, 19 (33), 228-247. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>

Corral, Y. (2010). Diseño de cuestionarios para recolección de datos. *Ciencias de la Educación*, 20 (36), 152-168. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n36/art08.pdf>

Covacevich, C. (2014). Como seleccionar un instrumento para evaluar aprendizajes estudiantiles. (Nota Técnica del BID; 738). Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6758/C%C3%B3mo-seleccionar-un-instrumento-para-evaluar-aprendizajes-estudiantiles.pdf?sequence=1>

Dirección General del Bachillerato, DGB. (2016). *Programas de Estudio*. Recuperado de <http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/programas-de-estudio.php>

Dirección General de Desarrollo Curricular, Dirección General de Formación Continua de Maestros en Servicio. (2011). *Programas de estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Primaria. Tercer grado*. D. F., México: SEP

Dirección General de Desarrollo Curricular. (2012). *Plan de estudios 2011. Educación Básica*. D. F., México: SEP

Dirección Nacional de Bibliotecas. (2016). *Guía para citar textos y referencias bibliográficas según Norma de la American Psychological Association (APA) 6° edición*. Manuscrito Inédito, Dirección Nacional de Bibliotecas, Santiago, Chile. Recuperado de [http://www.inacap.cl/tportal/portales/tp57e6c9860l351/uploadImg/File/Gui%CC%81a%20para%20citar%20textos%20y%20referencias%20bibliogra%CC%81ficas%20INACAP_APA_sexta%20ed\(2\).pdf](http://www.inacap.cl/tportal/portales/tp57e6c9860l351/uploadImg/File/Gui%CC%81a%20para%20citar%20textos%20y%20referencias%20bibliogra%CC%81ficas%20INACAP_APA_sexta%20ed(2).pdf)

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, FCFM. (2012). *PLAN DE ESTUDIOS (PE): Licenciatura en Matemáticas Aplicadas*. Recuperado de <http://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/licMatAp/2009/asignaturas/Estadistical.pdf>

Fidias, G. (1999). *El proyecto de investigación: Guía para su elaboración*. Recuperado de <http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/proyecto-investigacion.pdf>
GAISE College Report ASA Revision Committee. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education college report*. Recuperado de http://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/2005GaiseCollege_Full.pdf

GAISE College Report ASA Revision Committee. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education college report 2016*. Recuperado de http://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege_Full.pdf

Gal, I. (2002). Adult's Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review*, 70 (1), 1-5. Recuperado de <http://iase-web.org/documents/intstatreview/02.Gal.pdf>

Gallardo, K. (2009). *La Nueva Taxonomía de Marzano y Kendall: una alternativa para enriquecer el trabajo educativo desde su planeación*. Recursos del Primer Congreso Educativo Formando Formadores "Hay Talento 2009". Recuperado de http://www.cca.org.mx/profesores/congreso_recursos/descargas/kathy_marzano.pdf

Garrigós, J. y Valero, M. (2012). Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia. *Revista de Docencia Universitaria*, 10 (3), 125-151. Recuperado de <http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/view/484/pdf>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, INEE. (2016). *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes*. Recuperado de <http://www.inee.edu.mx/index.php/planea>

Leyva, Y. (2010). *Evaluación del aprendizaje: una guía práctica para profesores*. Index of /curso2012/pdf. Recuperado de http://www.ses.unam.mx/curso2012/pdf/Guia_evaluacion_aprendizaje2010.pdf

Pfannkuch, M. y Wild, C. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67, 3, 223-265. Recuperado de <http://iase-web.org/documents/intstatreview/99.Wild.Pfannkuch.pdf>

Sanabria, G. (2011). *Comprendiendo la Estadística Inferencial*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Sánchez, E. (2013). *Elementos de estadística y su didáctica a nivel bachillerato*. Recuperado de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/elementos_de_estadistica_y_su_didactica_a_nivel_bachillerato_baja.pdf

Sans, A. (2008). *La evaluación de los aprendizajes: construcción de instrumentos*. Barcelona, España: Ice y Octaedro. Recuperado de <http://www.ub.edu/ice/sites/default/files/docs/qdu/2cuaderno.pdf>

Secretaría de Educación Pública. (2013a). *La evaluación en la escuela*. Recuperado de http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/herramientas_evaluar/C4WEB.pdf

Secretaría de Educación Pública. (2013b). *Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo*. Recuperado de http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/herramientas_evaluar/C4WEB.pdf

Secretaría del Medio Ambiente, SEDEMA. (2016). *Calidad del aire*. Recuperado de <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27aqBhnmOkZA==%27>

Servicio Meteorológico Nacional, SMN. (2016). *Consulta el Pronóstico de tu ciudad (BETA)*. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/pronostico-ciudad>

Valero, M. y García, J. (2011). *Cómo empezar fácil con PBL. Actas de las XVII jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. Recuperado de <http://jenui2011.us.es/files/Actas-Conferencia.pdf>

Solis, N. (2014). *Confiabilidad y validez de constructo de instrumentos de medición*. (Tesis de maestría inédita). Facultad de Ciencias Físico Matemáticas BUAP, Puebla, México.

Vargas, E., Luna, J. y Rodríguez, E. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educación y Educadores*, 13 (1), 13-25. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83416264002>

Zapata, L. (2011). Algunas reflexiones acerca del conocimiento pedagógico disciplinar del profesor de estadística. *Didac*, 56-57, 9-14. Recuperado de http://revistas.iberro.mx/didac/uploads/volumenes/3/pdf/Didac_56-57.pdf

ANEXOS.

Anexo I. Instrumentos de evaluación

I. Instrumentos de evaluación

1 PRIMER INSTRUMENTO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS						
Instrucciones: Tacha la casilla que más represente el comportamiento observado por el expositor. Además, si así cree conveniente, en la columna observaciones puede dejar algún comentario.						
Nombre del Alumno:		Nombre del Proyecto:			Evaluador:	
Fecha:	Muy Bien (5)	Bien (3)	Mal (1)	Observaciones		
1	Formato de la presentación:	Presenta portada, letra uniforme, buena ortografía e imágenes nítidas	Presenta portada, buena ortografía e imágenes nítidas	Presenta portada y/o algún aspecto adicional (letra uniforme, buena ortografía e imágenes nítidas)		
2	Introducción:	La reseña ubica con claridad el tema por investigar	La reseña ubica con claridad en su mayoría, el tema por investigar	La reseña no ubica con claridad el tema por investigar		
3	Planteamiento del problema:	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que permita su comprensión y explique su situación actual	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que permita su comprensión, pero no explica su situación actual	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que no permite su comprensión		
4	Preguntas de investigación:	Las preguntas están delimitadas y son adecuadas	Las preguntas son adecuadas	Las preguntas no son adecuadas		

5	Uso de la estadística:	Muestra la obtención de información sustancial para realizar la investigación, que puede ser tratada por métodos estadísticos	Muestra la obtención de información necesaria para realizar la investigación, que puede ser tratada por métodos estadísticos	Muestra muy poca o nula obtención de información para realizar la investigación, que puede ser tratada por métodos estadísticos	
6	Justificación:	Explica las razones por las que se propone el estudio y sus posibles aportaciones y beneficios a la sociedad	Explica las razones por las que se propone el estudio	No explica las razones por las que se propone el estudio	
7	Bibliografía:	Las referencias bibliográficas son confiables en su totalidad	Las referencias bibliográficas son en su mayoría confiables	Las referencias bibliográficas son poco confiables	
8	Tiempo de la presentación:	Esbozo su idea en el tiempo propuesto	Le sobraron o faltaron 5 minutos para terminar de esbozar su idea en el tiempo propuesto	No pudo esbozar su idea en el tiempo propuesto	
9	Dominio del tema:	Tiene conocimiento total del tema	Tiene conocimiento casi total del tema	Tiene poco conocimiento del tema	
10	Creatividad:	La idea es creativa	La idea puede ser más creativa	La idea no es creativa	
Total					

2 SEGUNDO INSTRUMENTO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS					
Instrucciones: Tacha la casilla que más represente el comportamiento observado por el expositor. Además, si así cree conveniente, en la columna observaciones puede dejar algún comentario.					
Nombre del Alumno:		Nombre del Proyecto:		Evaluador:	
Fecha:	Muy Bien (5)	Bien (3)	Mal (1)	Observaciones	
1	Relación título-contenido:	El título propuesto tiene absoluta relación con el contenido presentado	El título propuesto tiene bastante relación con el contenido presentado	El título propuesto no tiene relación con el contenido presentado	
2	Introducción:	La reseña ubica con claridad el tema por investigar	La reseña ubica con claridad en su mayoría, el tema por investigar	La reseña no ubica con claridad el tema por investigar	
3	Planteamiento del problema:	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que permita su comprensión y explique su situación actual	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que permita su comprensión, pero no explica su situación actual	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que no permite su comprensión	
4	Preguntas de investigación:	Las preguntas de investigación están delimitadas y tienen relación con el planteamiento del problema	Las preguntas de investigación podrían delimitarse más, pero tienen relación con el planteamiento del problema	Las preguntas de investigación no están delimitadas ni tienen relación con el planteamiento del problema	
5	Objetivo:	El objetivo dará respuesta a todas las preguntas de investigación	El objetivo dará respuesta por lo menos a la pregunta principal de investigación	El objetivo no dará respuesta a ninguna de las preguntas de investigación	

6	Obtención de datos:	Precisa de dónde obtendrá los datos a analizar	Menciona de dónde posiblemente obtendrá los datos a analizar	No menciona de dónde obtendrá los datos a analizar	
7	Suficiencia de datos:	Los datos que obtenga, serán ideales para llevar a cabo la investigación	Los datos que obtenga, serán suficientes para llevar a cabo la investigación	Los datos que obtenga, serán insuficientes para llevar a cabo la investigación	
8	VARIABLES:	Menciona las variables a estudiar	Menciona las posibles variables a estudiar	No menciona ninguna variable a estudiar	
9	Justificación	Explica las razones por las que se propone el estudio y sus posibles aportaciones y beneficios a la sociedad	Explica las razones por las que se propone el estudio	No explica las razones por las que se propone el estudio	
10	Bibliografía	Las referencias bibliográficas son confiables en su totalidad	Las referencias bibliográficas son en su mayoría confiables	Las referencias bibliográficas son poco confiables	
11	Viabilidad	La realización del proyecto parece bastante viable	La realización del proyecto parece viable	La realización del proyecto parece poco viable	
Total					

3 TERCER INSTRUMENTO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS					
Instrucciones: Tacha la casilla que más represente el comportamiento observado por el expositor. Además, si así cree conveniente, en la columna observaciones puede dejar algún comentario.					
Nombre del Líder:			Nombre del Proyecto:		Evaluador:
Fecha:	Muy Bien (5)	Bien (3)	Mal (1)	Observaciones	
1	Relación título-contenido:	El título propuesto tiene absoluta relación con el contenido presentado	El título propuesto tiene bastante relación con el contenido presentado	El título propuesto no tiene relación con el contenido presentado	
2	Introducción:	La reseña ubica con claridad el tema por investigar	La reseña ubica con claridad en su mayoría, el tema por investigar	La reseña no ubica con claridad el tema por investigar	
3	Planteamiento del problema:	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que permita su comprensión y explique su situación actual	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que permita su comprensión, pero no explica su situación actual	Describe el problema por investigar ubicándolo en un contexto que no permite su comprensión	
4	Preguntas de investigación:	Están delimitadas y tienen relación con el planteamiento del problema	Podrían delimitarse más, pero tienen relación con el planteamiento del problema	No están delimitadas ni tienen relación con el planteamiento del problema	
5	Objetivo:	El objetivo dará respuesta a todas las preguntas de investigación	El objetivo dará respuesta por lo menos a la pregunta principal de investigación	El objetivo no dará respuesta a ninguna de las preguntas de investigación	
6	Obtención de datos:	Precisa cómo obtendrá los datos a analizar	Menciona cómo posiblemente obtendrá los datos a analizar	No menciona cómo obtendrá los datos a analizar	

7	Variabes:	Menciona las variables a estudiar	Menciona las posibles variables a estudiar	No menciona ninguna variable a estudiar	
8	Justificación:	Explica las razones por las que se propone el estudio y sus posibles aportaciones y beneficios a la sociedad	Explica las razones por las que se propone el estudio	No explica las razones por las que se propone el estudio	
9	Marco teórico:	Presenta investigaciones previas (en su mayoría recientes) relacionadas con el problema y le da sustento teórico a la investigación	Le da sustento teórico a la investigación, pero presenta pocas investigaciones previas (recientes)	No le da sustento a la investigación	
10	Cronograma de actividades:	Muestra las actividades a realizar e indica fechas viables previstas en que se ejecutarán dichas actividades	Muestra las actividades a realizar, pero no indica fechas viables previstas en que se ejecutarán dichas actividades	Carece de cronograma de actividades	
11	Bibliografía:	Las referencias bibliográficas son confiables en su totalidad	Las referencias bibliográficas son en su mayoría confiables	Las referencias bibliográficas son poco confiables	
12	Claridad:	Durante la presentación hubo claridad y organización en cada una de las secciones	Durante la presentación del proyecto hubo claridad	Durante la presentación del proyecto no hubo claridad ni organización en cada una de las secciones	

Total				
-------	--	--	--	--

4 CUARTO INSTRUMENTO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS					
Instrucciones: Tacha la casilla que más represente el comportamiento observado por el expositor. Además, si así cree conveniente, en la columna observaciones puede dejar algún comentario.					
Nombre del Líder:		Nombre del Proyecto:		Evaluador:	
Fecha:	Muy Bien (5)	Bien (3)	Mal (1)	Observaciones	
1	Marco teórico:	Presenta investigaciones previas (en su mayoría recientes) relacionadas con el problema y le da sustento teórico a la investigación	Le da sustento teórico a la investigación, pero presenta pocas investigaciones previas (recientes)	No le da sustento a la investigación	
2	Marco metodológico:	Explica el tipo y diseño de investigación, determina la población y muestra a estudiar y también, menciona las técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	Determina la población y muestra a estudiar y también, menciona las técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	No permite comprender los procesos que hará para realizar la investigación	
3	Obtención de datos:	Precisa cómo obtendrá los datos a analizar	Menciona cómo posiblemente obtendrá los datos a analizar	No menciona cómo obtendrá los datos a analizar	
4	Parámetros:	Precisa todos los parámetros de interés involucrados para el desarrollo de la investigación	Precisa la mayoría de los parámetros de interés involucrados para el desarrollo de la	Los parámetros precisados de interés no son fundamentales para el desarrollo	

			investigación	de la investigación	
5	Hipótesis:	Plantea una hipótesis de investigación relacionada con todos los parámetros involucrados	Plantea una hipótesis de investigación relacionada con los parámetros fundamentales involucrados	Plantea una hipótesis de investigación que no está relacionada con los parámetros fundamentales	
6	Cumplimiento de las actividades:	Cumple con todas las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	Cumple con la mayoría de las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	No cumple con todas las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	
7	Claridad:	Durante la presentación hubo claridad y organización en cada una de las secciones	Durante la presentación del proyecto hubo claridad	Durante la presentación del proyecto no hubo claridad ni organización en cada una de las secciones	
8	Bibliografía:	Las referencias bibliográficas son confiables en su totalidad	Las referencias bibliográficas son en su mayoría confiables	Las referencias bibliográficas son poco confiables	
Total					
Instrucciones: En el espacio en blanco, escribe 5, 3 o 1 según lo observado por el expositor, donde 5 representa el valor numérico favorable del desempeño más alto posible.					
Nombre Integrante:					
Demostró conocimiento del tema expuesto					
Su aportación para el avance presentado fue significativa					
Utilizó un vocabulario adecuado: lenguaje matemático, estadístico y especializado					
Participó positivamente para resolver dudas y/o aportar comentarios que retroalimenten su proyecto					

5 QUINTO INSTRUMENTO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS					
Instrucciones: Tacha la casilla que más represente el comportamiento observado por el expositor. Además, si así cree conveniente, en la columna observaciones puede dejar algún comentario.					
Nombre del Líder:		Nombre del Proyecto:		Evaluador:	
Fecha:	Muy Bien (5)	Bien (3)	Mal (1)	Observaciones	
1	Parámetros:	Precisa los parámetros fundamentales involucrados para el desarrollo de la investigación	Precisa algunos de los parámetros fundamentales involucrados para el desarrollo de la investigación	Los parámetros precisados de interés no son fundamentales para el desarrollo de la investigación	
2	Estadísticos:	Identifica los estadísticos que necesita calcular	Identifica la mayoría de los estadísticos que necesita calcular	No identifica los estadísticos que necesita calcular	
3	Planteamiento de la prueba de hipótesis:	Planteó correctamente las hipótesis nula y alternativa, en base a los valores de los parámetros fundamentales	Planteó parcialmente de manera correcta las hipótesis nula y alternativa, en base a los valores de los parámetros fundamentales	No planteó correctamente su prueba, en base a los valores de los parámetros fundamentales	
4	Cumplimiento de las actividades:	Cumple con todas las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	Cumple con la mayoría de las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	No cumple con todas las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	
5	Claridad:	Durante la presentación hubo claridad y organización en cada una de las secciones	Durante la presentación del proyecto hubo claridad	Durante la presentación del proyecto no hubo claridad ni organización en cada una de las secciones	
Total					

Instrucciones: En el espacio en blanco, escribe 5, 3 o 1 según lo observado por el expositor, donde 5 representa el valor numérico favorable del desempeño más alto posible.	
Nombre Integrante:	
Demostró conocimiento en la parte del avance que expuso	
¿Qué tan significativa fue su aportación para el avance presentado?	
Utilizó un vocabulario adecuado: lenguaje matemático, estadístico y especializado	
Participó positivamente para resolver dudas y/o aportar comentarios que retroalimenten su proyecto	

6 SEXTO INSTRUMENTO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS				
Instrucciones: Tacha la casilla que más represente el comportamiento observado por el expositor. Además, si así cree conveniente, en la columna observaciones puede dejar algún comentario.				
Nombre del Líder:		Nombre del Proyecto:		Evaluador:
Fecha:	Muy Bien (5)	Bien (3)	Mal (1)	Observaciones
1	Parámetros:	Precisa los parámetros fundamentales involucrados para el desarrollo de la investigación	Precisa algunos de los parámetros fundamentales involucrados para el desarrollo de la investigación	Los parámetros precisados de interés no son fundamentales para el desarrollo de la investigación
2	Estadísticos:	Identifica y calcula correctamente los estadísticos que necesita	Identifica y calcula correctamente la mayoría de los estadísticos que necesita	Calcula incorrectamente los estadísticos que necesita
3	Planteamiento de la prueba de hipótesis:	Planteó correctamente las hipótesis nula y alternativa, en base a los valores de los parámetros fundamentales	Planteó parcialmente de manera correcta las hipótesis nula y alternativa, en base a los valores de los parámetros fundamentales	No planteó correctamente su prueba, en base a los valores de los parámetros fundamentales

4	Procedimiento para solucionar la prueba de hipótesis:	El procedimiento que desarrolla para solucionar la prueba de hipótesis es correcto	El procedimiento que desarrolla para solucionar la prueba de hipótesis está correcto en su mayoría	El procedimiento que desarrolla para solucionar la prueba de hipótesis es incorrecto	
5	Cumplimiento de las actividades:	Cumple con todas las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	Cumple con la mayoría de las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	No cumple con todas las actividades a realizar de acuerdo a su cronograma	
6	Claridad:	Durante la presentación hubo claridad y organización en cada una de las secciones	Durante la presentación del proyecto hubo claridad	Durante la presentación del proyecto no hubo claridad ni organización en cada una de las secciones	
Total					
Instrucciones: En el espacio en blanco, escribe 5, 3 o 1 según lo observado por el expositor, donde 5 representa el valor numérico favorable del desempeño más alto posible.					
Nombre Integrante:					
Demostró conocimiento del tema expuesto en general					
Demostró conocimiento en la parte del avance que expuso					
¿Qué tan significativa fue su aportación para el avance presentado?					
Utilizó un vocabulario adecuado: lenguaje matemático, estadístico y especializado					
Participó positivamente para resolver dudas y/o aportar comentarios que retroalimenten su proyecto					

7 SÉPTIMO INSTRUMENTO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS				
Instrucciones: Revisa cada uno de los aspectos a evaluar y marca en el apartado Muy bien, Bien, Mal o Muy mal, de acuerdo al contenido del proyecto presentado.				
Nombre del Líder:		Nombre del Proyecto:		Evaluador:
Fecha:	Muy Bien (4)	Bien (3)	Mal (2)	Muy Mal (1)

1	La presentación tuvo una portada adecuada, mostró el contenido del proyecto, buena ortografía e imágenes y gráficas nítidas.				
2	La introducción explicó de manera general el contexto del problema.				
3	El planteamiento del problema se presentó de forma precisa, explícita y concreta.				
4	La pregunta de investigación fue clara, delimitada y tuvo relación con el planteamiento del problema.				
5	Justificó las razones por las cuales se realizó el proyecto, así como las aportaciones y beneficios a la sociedad.				
6	El marco teórico dio sustento a la investigación, mediante investigaciones previas y recientes relacionadas con el problema.				
7	El marco metodológico explicó el tipo y diseño de investigación, determinó la población y muestra que estudió y mencionó las técnicas e instrumentos para la recolección de la información.				
8	Explicó el método estadístico empleado para organizar, analizar e interpretar los resultados obtenidos.				
9	Planteó correctamente su prueba de hipótesis o regresión lineal.				

10	Resolvió correctamente su prueba de hipótesis o regresión lineal.				
11	La conclusión fue consistente con el análisis y tuvo coherencia con su objetivo y pregunta de investigación.				
12	La bibliografía que citó es fiable y actualizada.				
13	Hubo claridad y organización en cada una de las secciones presentadas.				
14	El objetivo dio respuesta a la pregunta de investigación.				
Total					
Instrucciones: En el espacio en blanco, escribe 4, 3, 2 o 1 según lo observado por el expositor, donde 4 representa el valor numérico favorable del desempeño más alto posible.					
Nombre Líder:					
Demostró conocimiento del tema expuesto en general					
Demostró conocimiento en la parte del proyecto que expuso					
¿Qué tan significativa fue su aportación al presentar su proyecto?					
Utilizó un vocabulario adecuado: lenguaje matemático, estadístico y especializado					
Dirigió y organizó apropiadamente la presentación del proyecto					
Asumió su rol estimulando la participación e interacción de los integrantes de su equipo					
Participó positivamente para resolver dudas y/o aportar comentarios que retroalimenten su proyecto					
Nombre integrante:					
Demostró conocimiento del tema expuesto en general					
Demostró conocimiento en la parte del avance que expuso					
¿Qué tan significativa fue su aportación para el avance presentado?					
Utilizó un vocabulario adecuado: lenguaje matemático, estadístico y especializado					
Participó positivamente para resolver dudas y/o aportar comentarios que retroalimenten su proyecto					

8 INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO INTERNO DE CADA EQUIPO

 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS			
Nombre del Proyecto:		Líder:	Fecha:
Instrucciones: Revisar los aspectos propuestos y marcar en el apartado Valor la escala numérica correspondiente (1,3 o 5) dependiendo del cumplimiento de cada aspecto, donde 5 es el valor numérico más alto posible.			
Muy bien (5)	Bien (3)	Mal (1)	Valor
Respecto al líder			
Asignó tareas equitativas a cada miembro del equipo			
Facilitó la comunicación y trabajo entre los miembros del equipo			
Escuchó y analizó las ideas de otros miembros			
Fue responsable con las tareas que le fueron asignadas			
Qué calificación le das al desempeño del líder			
Observaciones:			
Respecto a los integrantes			
Tu nombre:			
Aportaste ideas para mejorar el trabajo del equipo			
Interviniste en las discusiones del equipo de manera oportuna y positiva			
Fuiste responsable con las tareas que te fueron asignadas			
Qué calificación le das a tu desempeño			
Observaciones:			
Nombre Integrante 1:			
Aportó ideas para mejorar el trabajo del equipo			
Intervino en las discusiones del equipo de manera oportuna y positiva			
Fue responsable con las tareas que le fueron asignadas			
Qué calificación le das al desempeño del integrante2			
Observaciones:			