



ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO HERRAMIENTA PARA EL
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

NORBEEY MARIN ARREDONDO

Asesores:

Dra. Ana Lucía Paz Rueda

Msc. Ernesto Peláez García

Santiago de Cali, 2021



ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO HERRAMIENTA PARA EL
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN EDUCACIÓN
NORBEEY MARIN ARREDONDO

Asesores:

Dra. Ana Lucía Paz Rueda

Msc. Ernesto Peláez García

Santiago de Cali, 2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director

Firma del jurado

Santiago de Cali, octubre de 2021

DEDICATORIA

A mi madre Elba Rosa,
quien siempre me motivo a estudiar.

A mi esposa Luz Marina,
quien siempre ha estado a mi lado en cada proyecto.

A mis hijos Julián Fernando y Juan Camilo,
quienes han sido mi inspiración para luchar cada día.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	9
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS.....	19
3.1 Objetivo General	19
3.2 Objetivos específicos	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 Aprendizaje basado en proyectos (ABP)	20
4.1.1 Definición del ABP	20
4.1.2 El ABP en la enseñanza de la estadística	22
4.1.3 El ABP y su relación con las teorías del aprendizaje	24
4.2. Pensamiento estadístico	27
4.2.1 El problema de la enseñanza de la estadística	27
4.2.2 El desarrollo del pensamiento estadístico	31
5. MARCO METODOLÓGICO	36
5.1 Tipo de estudio.....	36
5.1.1 Análisis cuantitativo	36
5.1.2 Análisis cualitativo	37
5.2 Población de estudio.....	38
5.2.1 Tamaño de muestra.....	38
5.3 Actividades desarrolladas para la implementación del ABP	39
5.3.1 El inicio de la virtualidad.....	39
5.3.2 Cambios en el modelo de enseñanza aprendizaje en el semestre 2020-2	41
5.3.3 La implementación de la estrategia del ABP.....	45
6. RESULTADOS DE LA ESTRATEGIA APLICADA	48
6.1 Tamaño de muestra.....	48
6.2 Características demográficas.....	49
6.3 Actitud frente al curso	51
6.3 Comprensión y manejo de métodos estadísticos	55
6.4 El impacto de la aplicación del ABP	59
7. CONCLUSIONES.....	66
8. RECOMENDACIONES	67

9. BIBLIOGRAFÍA.....68

Lista de tablas

Tabla 1. Competencias del PEI de la universidad ICESI relacionadas con el ABP30
Tabla 2. Tamaño de muestra evaluado en los semestres de aplicación y reconfirmación de la aplicación del ABP como estrategia didáctica.....48
Tabla 3. Distribución porcentual de los estudiantes del curso por semestre.51
Tabla 4. Calificación de los elementos que componen la actitud frente al curso de estadística52
Tabla 5. Calificación de la comprensión y manejo de los métodos estadísticos que se emplean en el curso.....56
Tabla 6. Sentimiento que genera el curso de estadística58

Lista de figuras

Figura 1. Desarrollo humano, capacidades y competencias propuestas en el PEI (PEI, Universidad Icesi, 2017).....31
Figura 2. Relación de la estadística y la investigación. Ciclo PPDAC. Wild y Pfannkuch (1999). ..34
Figura 3. Conformación de los cursos de Estadística y Probabilidad Básicas de acuerdo al sexo (Fuente: Elaboración propia).49
Figura 4. Participación porcentual de los estudiantes del curso de estadística y Probabilidad Básicas por facultad (Fuente: elaboración propia).....50
Figura 5. Calificación del nivel de concordancia con el desarrollo del proyecto de investigación. (Fuente: elaboración propia).59

RESUMEN

Algunos de los estudiantes del curso de Estadística y Probabilidad Básica continúan recibiendo otros cursos asociados a la estadística como: Análisis Cuantitativo, Psicometría, Sondeos, etc. Los profesores de estos cursos manifiestan constantemente que los estudiantes tienen muy poco manejo de los temas estudiados en este, lo que implica que ellos deben asumir en algunas clases el repaso de dichos temas, y conlleva a pérdida de tiempo en el desarrollo de sus propios cursos. Con el objetivo de ayudar a los estudiantes en el desarrollo de competencias de pensamiento estadístico, se planteó la utilización del Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) como estrategia pedagógica del curso en el semestre 2020-2. Los resultados obtenidos mostraron, que a pesar de la dificultad que produjo la educación virtual, el ABP es una buena herramienta pedagógica y que se puede continuar aplicando en la enseñanza de la estadística a estudiantes de programas académicos que tienen poca relación con materias de números.

SUMMARY

Some of the students of the Statistics and Basic Probability course continue to receive other courses associated with statistics such as: Quantitative Analysis, Psychometry, Surveys, etc. The professors of these courses constantly state that the students have very little handling of the subjects studied in this course, which implies that they must assume in some classes the review of said subjects, and leads to loss of time in developing your own courses. In order to help students in the development of statistical thinking skills, the use of Project-based Learning (PBL) was proposed as a pedagogical strategy for the course in the 2020-2 semester. The results obtained showed that despite the difficulty that virtual education produced, the PBL is a good pedagogical tool and that it can continue to be applied in the teaching of statistics to students of academic programs that have little relationship with matters of numbers.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como estrategia para desarrollar competencias en pensamiento estadístico en los estudiantes del curso de Estadística y Probabilidad Básicas.

Este curso pertenece al Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Icesi. Inicialmente se ofrecía a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Icesi, luego se extendió a los estudiantes del programa de Diseño de Medios Interactivos y los programas de la Escuela de Ciencias de la Educación. Una característica particular de estos estudiantes es el temor que le tienen a las materias de números, por lo cual eligen carreras donde esperan no encontrarlos. La enseñanza de este curso presenta grandes retos, que van desde el poco interés de los estudiantes por el estudio de la estadística, escudados en la supuesta falta de habilidades que manifiestan tener para comprender y resolver problemas relacionados con números, hasta la creencia de la falta de aplicabilidad de los contenidos estudiados en el curso en su vida profesional. Sin embargo, al revisar la malla curricular en los semestres superiores tienen materias donde es necesario aplicar los conceptos estadísticos aprendidos en este curso.

Bajo estas circunstancias era necesario buscar una estrategia pedagógica que motivara a los estudiantes al estudio de la estadística, que facilitara su uso y comprensión, en conclusión, una estrategia que permitiera desarrollar competencias de pensamiento estadístico para obtener un aprendizaje significativo. Luego de analizar diferentes estrategias, se determinó que el aprendizaje basado en proyectos era la más adecuada.

Aprendizaje basado en proyectos

El cambio a la educación virtual también produjo cambio en los planes que se tenían para la implementación de la estrategia del ABP. Estos cambios fueron significativos para disminuir la angustia que sufren los estudiantes con el aprendizaje de la estadística, mostraron que la enseñanza de la estadística no solo se puede hacer en un salón de clase. Los resultados de la implementación del ABP en el curso de Estadística y Probabilidad Básicas permitió desarrollar en los estudiantes: autonomía de trabajo, realizar investigaciones constructivas, consecución de objetivos, aprendizaje colaborativo, comunicación y reflexión mediante prácticas relacionadas con el mundo real.

Los estudiantes resaltaron las bondades del ABP en el proceso de enseñanza aprendizaje de la estadística, consideraron que les permitió comprender con la utilidad de la estadística en desarrollo profesional y debería ser el método a implementar a futuro.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El curso de Estadística y Probabilidad Básicas, ofrecido por el Departamento de Matemáticas y Estadística, inicialmente se ofrecía a algunos de los programas de la Facultad de Ciencias Sociales. En la actualidad la oferta de este curso se amplió a los programas de licenciatura de la Escuela de Educación, al programa de Diseño de Medios Interactivos de la Facultad de Ingenierías y a los estudiantes del programa de Música, debido a que el contenido curricular de esta materia contempla el tema de inferencia estadística, el cual es necesario en cursos posteriores en algunos de los programas académicos. El contenido curricular del curso no ha sido modificado por la universidad desde su creación, se han hecho pequeños ajustes como acuerdo entre profesores.

En reuniones de carácter académico con el jefe del Departamento de Ciencia Política y algunos de sus profesores, se ha manifestado al departamento de Matemáticas y Estadística la necesidad de alinear el contenido curricular del curso de Estadística y Probabilidad Básicas con algunos de los cursos superiores que hacen uso de las herramientas estadísticas. Adicionalmente, presentan como queja el bajo grado de conocimiento de los métodos estadísticos vistos en el curso de Estadística y Probabilidad Básicas, lo que obliga a los profesores a realizar un repaso de dichos temas, lo que conlleva a un retraso en el desarrollo de los cursos, y han presentado como una posible solución la utilización de información generada en investigaciones del programa, como fuente de datos para los ejemplos utilizados en el desarrollo del curso. En el caso de los estudiantes de Diseño de Medios Interactivos, estos fueron movidos del curso de Fundamentos de Estadística al curso de Estadística y Probabilidad Básicas, debido a la necesidad de ver el tema de inferencia estadística, el cual

es indispensable para la comprensión del enfoque de diseño de experimentos que ven en una materia posterior llamada HCI.

Es importante considerar que los estudiantes están afectados por el modelo educativo dentro del cual se han venido formando desde el inicio de su educación en primaria y bachillerato, y cuando ingresan a la universidad, se encuentran con el aprendizaje activo como nuevo método de aprendizaje. El aprendizaje activo espera del estudiante disposición para aprender, el estudiante debe hacer construcciones conceptuales y/o metodológicas, debe hallar explicaciones o implicaciones. El aprendizaje activo además considera que el profesor no enseña; el profesor promueve en el estudiante la utilización de sus habilidades para que él mismo construya su conocimiento. (PEI, 2017, pag.15). Este proceso no se está desarrollando de manera adecuada y los componentes de mayor importancia en los cuales se enmarca el contexto de esta problemática pueden dividirse en tres categorías:

El curso:

- Se ofrece a programas con una baja carga de materias de matemáticas.
- Son grupos numerosos, con más de 30 estudiantes, que cursan de tercer semestre en adelante.
- Pertenecen a diferentes programas de pregrado en las facultades de Derecho y Ciencias Sociales, Escuela de Educación e Ingenieras, donde los estudiantes esperan no tener relación con los números.

Aprendizaje basado en proyectos

Los estudiantes:

- Presentan dificultades en la adaptación al modelo pedagógico del Aprendizaje Activo en las materias del departamento de matemáticas y estadística. Manifiestan poca comprensión de los temas de estadística al hacer una lectura previa, por lo que esperan una explicación inicial por parte del profesor para luego estudiar.
- Esperan que en la la clase se realicen una gran cantidad de ejercicios, los cuales pretenden mecanizar para luego solucionar el examen.
- No visualizan la importancia de comprender y fijar los temas del curso de estadística como punto de partida y la base conceptual de los cursos siguientes en cada una de sus áreas.
- Tienen diferentes expectativas de aprendizaje de la materia de acuerdo al programa académico al que pertenece, muchos de ellos no encuentran una relación entre la estadística y sus áreas disciplinares.

Los profesores:

- Explican un tema por clase, dado que el programa es largo y deben desarrollarlo completo, por lo tanto, no tienen tiempo para resolver las dudas de los estudiantes al hacer los ejercicios.
- Desarrollan ejercicios relacionados con las diferentes carreras que cursan los estudiantes que integran el curso, pero esto genera interés en una parte de los estudiantes del grupo y en otra parte no.
- Desarrollan ejercicios neutrales, es decir, ejercicios que no aplican a un área específica, pero los estudiantes no les encuentran relación con su carrera, por lo tanto, no les generan interés.

Aprendizaje basado en proyectos

- Dejan talleres con muchos ejercicios, piensan que está presentando un abanico de posibilidades de la aplicabilidad de la estadística, pero el estudiante no logra entenderlo así, solo logra aplicar un proceso mecánico, sin entender los problemas.

- Tienen sesiones de tutoría, pero a esta llegan estudiantes de diferentes cursos de estadística y no puede dedicarle mucho tiempo a cada estudiante para resolver sus dudas.

En resumen, la dificultad en la aplicación del modelo de aprendizaje activo de la universidad ICESI en el curso de Estadística y Probabilidad Básicas, ha obstaculizado el aprendizaje significativo de los temas de estadística, haciendo difícil la recuperación de lo mínimo aprendido en los cursos posteriores que aplican las herramientas estadísticas.

2. JUSTIFICACIÓN

Según Batanero y Díaz (2011) el ABP es ofrecer a los estudiantes un cambio de enfoque donde no sólo se hace referencia a los conceptos y procedimientos, sino que se enfatiza todo el proceso de razonamiento estadístico y el sentido de los datos. De igual manera, Batanero et al (2013) plantean que la mejor forma de ayudar a los estudiantes a desarrollar su sentido estadístico en el aula es mediante el trabajo con proyectos, planteados por el profesor o escogidos libremente por los estudiantes.

El objetivo del trabajo con proyectos, como metodología centrada en el estudiante, es lograr obtener unos resultados significativos en los estudiantes en el proceso de comprensión y aplicación de la estadística. Un caso real han sido los resultados obtenidos en el curso de diseño de experimentos que se imparte a los estudiantes de la facultad de Ciencia Naturales al aplicar el ABP como herramienta pedagógica.

En el curso de diseño de experimentos de la facultad de Ciencias Naturales, los laboratorios de práctica se solicitaron desde que se diseñó la materia como un requisito expresamente pedido por la decanatura de la facultad con el propósito de que los estudiantes integraran la investigación con las herramientas estadísticas.

Inicialmente el proceso de enseñanza de dicho curso, al igual que en los demás cursos de estadística en la universidad, a los estudiantes solo se les involucró en el análisis estadístico de los datos suministrados por el profesor.

Aprendizaje basado en proyectos

Para ligar el proceso de investigación y los procedimientos de análisis estadísticos, con la ayuda de un profesor de la facultad de Ciencias Naturales diseñamos prácticas de laboratorio de diseños experimentales. En esta primera etapa se les entregaba a los estudiantes una guía con los pasos a desarrollar, el estudiante ejecutaba dichos pasos, obtenía los resultados y finalmente realizaba una sustentación de su trabajo, el estudiante participaba en las etapas de recolección de datos y análisis de los resultados.

Esta metodología mostró un avance significativo en el proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes, por lo que el departamento de matemáticas y estadística decidió realizar un cambio en el programa del curso. Se cambió la forma de evaluación, se reemplazaron dos exámenes por dos prácticas de laboratorio obligatorias y se les asignó un alto valor en la evaluación general del curso. La primera práctica se realiza en la mitad del curso (semana 11) y segunda práctica que reemplazó el examen final en la semana 17, estas dos prácticas representan el 45% de la nota total del curso. Este cambio nos llevó a pensar en la forma de involucrar a los estudiantes en todas las etapas del proceso investigativo como lo plantean Wild y Pfannkuch (1999), es decir: plantear una investigación de su interés profesional, definir la información necesaria a tomar, recolectar su propia información, aplicar el análisis estadístico a su propia información y establecer conclusiones sobre su propia investigación. Sin embargo, como no se puede dar libertad absoluta a los estudiantes para presentar cualquier proyecto, pues esto implicaría muchos costos a la facultad, implementamos la siguiente metodología de desarrollo de los proyectos:

- Con la colaboración de un profesor de la facultad de Ciencias Naturales buscamos la idea de investigación de tal manera que se garantice que los estudiantes tengan los materiales adecuados y el experimento se pueda desarrollar.

Aprendizaje basado en proyectos

- Se les plantea a los estudiantes el objetivo general de la investigación y se le definen las condiciones en las cuales se va a realizar la investigación.
- Se forman grupos de 3 o 4 estudiantes y la primera tarea es presentar una propuesta de investigación planteando un diseño experimental de los ya estudiados.
- La propuesta es revisada y se les devuelve a los grupos con una retroalimentación para que sea corregida.
- El día del desarrollo de la práctica, la cual se desarrolla en los laboratorios de la facultad de Ciencias Naturales, los estudiantes encuentran los elementos necesarios para desarrollar el proyecto. Cada grupo ejecuta el diseño experimental planteado en su propuesta.
- Durante la práctica los grupos ejecutan el experimento y recolectan los datos de los resultados de su propio experimento.
- Realizan los análisis estadísticos de los resultados obtenidos, para finalmente realizar una sustentación pública de su proyecto.

Esta metodología ha sido muy bien recibida por los profesores de la facultad de Ciencias Naturales, pues los estudiantes comienzan a participar en las investigaciones que desarrolla la facultad, dado que tienen el conocimiento de todo el proceso investigativo. Adicionalmente, el curso de diseño de experimentos es requisito de muchos cursos profesionales y esta parte práctica facilita el proceso de aprendizaje en dichos cursos.

En el ABP el estudiante deja de tener un papel pasivo, en su lugar, va adquiriendo sus conocimientos propios, transmitidos por el profesor siguiendo un proceso progresivo. Esto implica que el estudiante adquiere relevancia en el proceso de aprendizaje, aunque todavía el profesor juega un papel importante (Sainz 2013). Si los estudiantes trabajan la estadística por

medio de proyectos se consiguen resultados positivos tal como (Batanero et al, 2013) lo mencionan:

- Los proyectos permiten contextualizar la estadística y hacerla más relevante. Si los datos surgen de un problema, son datos con significado y tienen que ser interpretados.
- Los proyectos refuerzan el interés, sobre todo si es el alumno el que elige el tema. El alumno quiere resolver el problema, no es impuesto por el profesor.
- Se aprende mejor qué son los datos reales, y se introducen ideas que no aparecen con los “datos inventados por el profesor”: precisión, variabilidad, fiabilidad, posibilidad de medición, sesgo.
- Se muestra que la estadística no se reduce a contenidos matemáticos

Analizando las bondades que el ABP ofrece como estrategia pedagógica, surge la pregunta de investigación:

¿El aprendizaje basado en proyectos permite a los estudiantes del curso de Estadística y Probabilidad Básicas desarrollar las competencias del pensamiento estadístico que son de utilidad en los cursos posteriores?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar una estrategia didáctica a partir del aprendizaje basado en proyectos (ABP) que estimule en los estudiantes del curso de Estadística y probabilidad Básicas de la universidad ICESI las competencias del pensamiento estadístico para ser utilizadas en cursos posteriores

3.2 Objetivos específicos

- Diseñar una estrategia pedagógica de ABP que permita el desarrollo de las competencias del pensamiento estadístico en los estudiantes del curso de estadística y Probabilidad Básicas de la Universidad ICESI.
- Implementar el ABP en el curso de estadística y Probabilidad Básicas de la Universidad ICESI para promover el desarrollo de las competencias del pensamiento estadístico.
- Valorar los aportes producidos por el ABP al desarrollo de las competencias del pensamiento estadístico en los estudiantes, para definirlo como herramienta pedagógica permanente del curso de Estadística y probabilidad Básicas de la Universidad ICESI.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

4.1.1 Definición del ABP

El ABP se utiliza para representar dos métodos de aprendizaje: el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos. Es muy común entre los educadores considerar que estos dos métodos son similares, pero cuentan con ciertas diferencias. El aprendizaje basado en problemas se refiere a la formulación de un problema abierto, poco estructurado que esté enfocado a reforzar los conceptos de un tema específico en el proceso de aprendizaje. Mientras que el aprendizaje basado en proyectos se interpreta en términos de una misión o tarea que los estudiantes tienen que llevar a cabo (Rodríguez-Mesa, Kolmos, y Guerra, 2017). Algunas definiciones del aprendizaje basado en proyectos son:

El ABP es un procedimiento sistemático que permite a los alumnos adquirir conocimientos y habilidades a través del proceso de investigación estructurado a través de cuestiones complejas y auténticas que plasma en tareas y productos (Larmer y Mergendoller 2010, citado por Pujol 2017).

Pujol (2017) (citando a Kokotsaki, Menzies y Wiggins (2016)) define que el ABP es una metodología centrada en el aprendizaje activo del alumno, que se caracteriza por la autonomía del alumno, investigaciones constructivas, consecución de objetivos, colaboración, comunicación y reflexión mediante prácticas relacionadas con el mundo real.

Pujol (2017) concluye que en el ABP el conocimiento no es transmitido por el docente a los estudiantes, sino que es el resultado de un trabajo colaborativo entre estudiantes y profesores en el que se formulan preguntas, se realiza una búsqueda de información y se obtienen conclusiones.

Batanero y Díaz (2004), resaltan que las actividades tradicionales de aprendizaje trabajan un solo concepto a la vez, mientras que un proyecto permite trabajar diferentes contenidos y habilidades, como los que se indican a continuación.

- Comprensión conceptual: dar nombre, verbalizar y definir conceptos. Además, de manejo de notaciones y representaciones.
- Conocimiento procedimental: reconocer cuándo es adecuado un procedimiento.
- Resolución de problemas: formular y resolver problemas; aplicar diversas estrategias para resolver problemas.
- Formulación y comunicación matemática: expresar ideas matemáticas en forma hablada, escrita o mediante representaciones visuales.
- Razonamiento matemático: razonamiento inductivo para reconocer patrones y plantear conjeturas; el razonamiento deductivo para verificar conclusiones.
- Actitud: valoración de la estadística para analizar datos reales; valoración de la claridad en la construcción de tablas y gráficos estadísticos.

Sousa (1995) citado por Rodríguez, Vargas y Luna (2010) muestra que el 5% de los estudiantes que recibió clase magistral; el 50% que participó en una discusión en grupo; el

Aprendizaje basado en proyectos

75% que participó en experiencias prácticas; y el 90% que participó en actividades de enseñar a otros, retuvo el conocimiento adquirido 24 horas después de haberlo recibido, lo que resalta la importancia de la participación de los estudiantes en casos prácticos.

El ABP al trabajar sobre problemas de la vida real ofrece a los estudiantes retos y ofrece beneficios como (Pujol, 2107):

- Decidir sobre qué trabajar (Identificar un problema)
- Cómo lo va a trabajar o desarrollar
- Identificar la información necesaria para solucionar el problema
- Cómo va a obtener dicha información.
- Cómo va a analizar la información obtenida.
- Qué significado tienen los resultados obtenidos.
- Aumenta la confianza y autoestima de los estudiantes.
- Favorece el pensamiento crítico y estadístico.
- Desarrolla habilidad de comunicación y trabajo en equipo.

4.1.2 El ABP en la enseñanza de la estadística

El proceso de la enseñanza de la estadística en la universidad ha contemplado que el estudiante solo debe conocer el método de análisis de los datos. Los profesores han

suministrado información para la resolución de problemas, que para los estudiantes son abstractos, por lo tanto, desarrollan solo un proceso de memorización de procedimientos. Adicionalmente, Behar (2004) critica al aprendizaje tradicional de la estadística dada la actitud negativa hacia el estudio, ya que los cursos son monótonos y aburridos.

Según Batanero y Díaz (2011) utilizar el ABP en la enseñanza de la estadística es ofrecer a los estudiantes un cambio de enfoque donde no sólo se hace referencia a los conceptos y procedimientos, sino que se enfatiza todo el proceso de razonamiento estadístico y el sentido de los datos. De igual manera, Batanero et al (2013) plantean que la mejor forma de ayudar a los estudiantes a desarrollar su sentido estadístico en el aula es mediante el trabajo con proyectos, planteados por el profesor o escogidos libremente por los estudiantes.

Para Batanero y Díaz (2011) la enseñanza de la estadística debe tener como principal objetivo ayudar a los estudiantes a aprender los elementos básicos del pensamiento estadístico. De igual manera, Holmes (1997), citado por Diaz, Aguayo y Cortés (2014), resalta que la riqueza de la enseñanza de la estadística basada en proyectos está en permitir contextualizarla y hacerla más relevante; reforzando el interés de los alumnos por el tema de su proyecto, en especial si ellos lo proponen; se aprende con datos reales; y se muestra que la estadística es un área aplicable. Igualmente, Biehler (1997), citado por Diaz, Aguayo y Cortés (2014), resalta que el uso de los proyectos permite eliminar la barrera que separa la comprensión de los conceptos y la aplicación de estos mismos.

El ABP implementado en el curso de diseño de experimentos ha permitido a los estudiantes encontrar la relación entre los procesos de las ciencias naturales y los métodos estadísticos. Han comprendido que los datos que alimentan los métodos estadísticos no son inventados por el profesor, sino que salen del proceso de investigación que ellos mismos han planteado. Han comprendido el cuidado que se debe tener en la generación de los datos, porque de otra manera no podrán explicar los resultados. Han desarrollado las competencias estadísticas que les permiten enfrentar los cursos de semestres superiores en donde se realizan procesos investigativos y utilización de herramientas estadísticas.

4.1.3 El ABP y su relación con las teorías del aprendizaje

Díaz, Aguayo y Cortés (2014) hacen una descripción muy importante de la relación que existe entre el ABP y las teorías del aprendizaje. Una descripción de estas teorías es:

Perspectiva neoconductista: utiliza la Teoría del Aprendizaje Social o por Moldeamiento para ayudar a aquellos estudiantes que presentan dificultades en el aprendizaje utilizando el trabajo colaborativo que pueden brindar los estudiantes más aventajados. Adicionalmente es tarea del profesor motivar el estudio de la estadística valorando el progreso tanto del grupo, como la participación individual de los integrantes.

Los modelos constructivistas: La teoría psicogenética de Piaget define que el conocimiento se produce por la interacción activa entre el sujeto y el objeto. En el ABP el estudiante aplica los conocimientos en la medida que los va necesitando en su proceso de formación. El ABP favorece las actividades del aprendizaje tales como: cooperación, colaboración e intercambio

Aprendizaje basado en proyectos

de puntos de vista, entre los estudiantes para buscar la solución del problema, lo que se define como aprendizaje interactivo.

Aprendizaje colaborativo: basado en la teoría sociocultural de Vygotsky, se establece que la participación activa de los estudiantes en grupos permite que los estudiantes que presenten dificultades en el aprendizaje sean apoyados por aquellos que no las tienen. Es necesario entonces, que el profesor al trabajar por proyectos promueva la colaboración y el trabajo grupal, con el propósito de mejorar las relaciones interpersonales entre los compañeros de grupo, aumentar la autoestima de los estudiantes al encontrar la solución del problema, lo que finalmente implica una mejora de relaciones sociales efectivas.

Aprendizaje por descubrimiento: es necesario que los proyectos que se planteen usen como contexto las características sociales actuales y que promueva en los estudiantes el buen uso y manejo de la información recolectada.

Aprendizaje Significativo: promovido por Ausubel, define que en el ABP es necesario que los estudiantes tengan una participación activa, se debe exigir de ellos un compromiso motivacional, emotivo y actitudinal; es necesario que estén interesados por los contenidos que se abordarán. El principal desafío para el docente de estadística es generar las instancias para lograr este compromiso del alumno.

Díaz, Aguayo y Cortés (2014) resaltan la riqueza didáctica, pedagógica y metodológica de trabajar la estadística mediante el desarrollo de proyectos. Definen que esto queda justificado cuando los estudiantes asumen una problemática de su propio entorno y lo resuelven usando los pasos de una investigación. Resaltan, además, que la metodología del ABP, tiene una relación directa y significativa con diferentes teorías de aprendizaje y principalmente con las que centran su importancia en el rol activo del estudiante en su proceso de aprendizaje, el rol de mediador–facilitador del profesor y la riqueza del entorno del estudiante para acceder a la información necesaria para abordar la problemática que está investigando.

El ABP implementado en el curso de diseño de experimentos combina diferentes tipos de aprendizaje:

- Al elaborar propuesta los estudiantes se adentran en el modelo constructivista, pues esta nace de los conocimientos que poseen y determinan que pueden aplicar. La retroalimentación de la propuesta les permite volver sobre sus propios conocimientos para mejorar e incluso cambiar la propuesta. En la sustentación final, se hace una reflexión de la investigación y los estudiantes resaltan sus errores y aciertos.
- El trabajo en grupo permite aplicar el aprendizaje colaborativo, en los grupos hay estudiantes que tienen mayor facilidad de escritura, estos toman un rol importante al escribir el proyecto y el informe final. Hay otros que tienen mayor facilidad para el trabajo de laboratorio, esta combinación de habilidades permite un buen trabajo. También se presenta una colaboración intergrupala, los grupos con muchas dificultades en su propuesta son apoyados por lo grupos que avanzan más rápidamente.

- Los estudiantes durante el desarrollo del experimento se introducen en el aprendizaje por descubrimiento, algunos estudiantes en una primera instancia no comprenden la importancia de los datos, al hacer análisis estadístico de resultados no encuentran como explicar los resultados, para el segundo laboratorio esto no les vuelve a suceder.
- La evaluación final del curso de diseño de experimentos no se realiza con un examen final, se desarrolla un laboratorio final, este cambio produce una motivación especial en los estudiantes, prefieren un trabajo práctico que a veces dura hasta seis horas a un examen de dos horas. Todo este proceso practico genera un aprendizaje significativo en los estudiantes, que es utilizado en los cursos posteriores.

4.2. Pensamiento estadístico

4.2.1 El problema de la enseñanza de la estadística

El sistema tradicional de la enseñanza de la estadística en todos los niveles educativos sigue una temática definida en el currículo educativo de cada institución, y aún más, estos currículos siguen orientaciones ministeriales (Zapata, 2016). Hasta ahora el proceso de enseñanza de la estadística se ha desarrollado de la siguiente manera:

- El profesor presenta los conceptos teóricos asociados a un tema estadístico.
- Seguidamente el profesor desarrolla un problema tipo como ilustración al tema y presume que los estudiantes han entendido el tema.
- El profesor entrega un taller con muchos ejercicios para que los estudiantes aprendan el desarrollo del procedimiento.

Aprendizaje basado en proyectos

Una valoración efectuada al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística permitió determinar las carencias siguientes, con incidencia en la formación del pensamiento estadístico en los estudiantes (Medina, 2011):

- La estructura de los ejercicios y problemas propuestos en los libros de texto no resulta adecuada, debido a que su formulación no permite aplicar la secuencia de procedimientos lógicos asociados al pensamiento estadístico.
- No se explotan las enormes posibilidades que brindan los medios informáticos en la enseñanza y el aprendizaje de contenidos estadísticos específicos.
- Ha prevalecido, en la enseñanza de la asignatura, la pedagogía tradicional.

Como consecuencia de lo planteado, los estudiantes culminan la asignatura con las insuficiencias siguientes:

- Uso incorrecto o inadecuado del lenguaje estadístico.
- Pobre interpretación de la información reflejada en tablas y gráficas.
- Inadecuada descripción del comportamiento de los fenómenos estudiados.
- Toma de decisiones basadas en inferencias incorrectas o no confiables.

Según Radford (2013) (citado por Zapata,2016):

“Ese saber es estático —sólo tiene que ser asimilado—, alienante —el saber para un sujeto desposeído de consciencia—, objetivo —separado del sujeto que aprende—, intransformable —la tarea de los profesores es transmitirlo—, sumiso —se acepta el

saber tal cual se presenta—, técnico —basado en un lenguaje calculatorio, formal e inexpressivo—.”

En la Universidad ICESI como estrategia de aprendizaje se promueve el aprendizaje activo, que está compuesta por un conjunto de actividades de aprendizaje que conducen al estudiante a situaciones en las que debe disponerse para aprender; debe hacer determinadas construcciones conceptuales y/o metodológicas, y debe pensar aquello que está haciendo, en términos de hallar explicaciones o implicaciones. El aprendizaje activo define que: el profesor no enseña; el profesor promueve en el estudiante la utilización de las neuronas y de sus interconexiones y por supuesto de sus haberes sociales, culturales y emocionales, para que él mismo construya su conocimiento. (PEI, Icesi, pag.15).

Sin embargo, el modelo utilizado actualmente en la enseñanza de la estadística por parte de los estudiantes y de los mismos profesores, presenta divergencias con respecto a lo que realmente el modelo propone. Es así, que los estudiantes manifiestan que la aplicación del aprendizaje activo no es posible en los cursos de matemáticas y estadística, pues afirman que se requiere de una explicación previa del profesor, para poder comprender los conceptos propuestos. De esta manera el estudiante, y el profesor, empiezan a desarrollar un modelo donde el enfoque es el de aprender a realizar un procedimiento algorítmico para resolver problemas, o lo que los estudiantes y profesores han bautizado como “mecanizar”. Es decir, se cae en la utilización del método tradicional de la enseñanza de la estadística, y esto impide la comprensión del concepto, obstaculiza un verdadero aprendizaje significativo sobre el

tema, hace difícil la recuperación de lo mínimo aprendido, para que sea utilizado como conocimiento previo en los cursos posteriores que aplican la estadística.

El efecto de la implementación del ABP dentro del currículo académico de los cursos de estadística de la universidad ICESI se relaciona con la estructura del rombo PEI de la universidad ICESI de la siguiente manera:

Tabla 1. Competencias del PEI de la universidad ICESI relacionadas con el ABP

Área del desarrollo humano	Competencia	Descripción
CONVIVENCIA	Cooperación	Los estudiantes al desarrollar los proyectos en grupo van a interactuar y desarrollar un trabajo de cooperación mutua, aquellos que tienen experiencia o mayor capacidad de aprendizaje van a colaborar en el logro de los objetivos de los demás miembros del grupo.
COMPRESION	Investigación	El proyecto a desarrollar es una investigación estadística en un área de desarrollo profesional
PRODUCCION	Trabajo en equipo	El proyecto se desarrolla en grupos de estudiantes, Ellos deben trabajar en equipo para obtener un buen resultado.
COMUNICACION	Interpretación	El equipo de trabajo plantea, desarrolla, interpreta y presenta los resultados de su propio proyecto.
LIBERTAD	Relaciones interpersonales	Un equipo de trabajo comprometido con su trabajo desarrolla lazos de amistad y cooperación entre sus integrantes.

Fuente: PEI, Universidad Icesi (2017).

Adicionalmente, el ABP participa en el desarrollo de las capacidades: trabajo efectivo con otros, comunicación significativa y autonomía. En la capacidad de autonomía se espera que

el ABP permita desarrollar la competencia del aprendizaje individual permanente. En la figura 1 se presenta la relación del ABP con el rombo del PEI de la universidad ICESI.

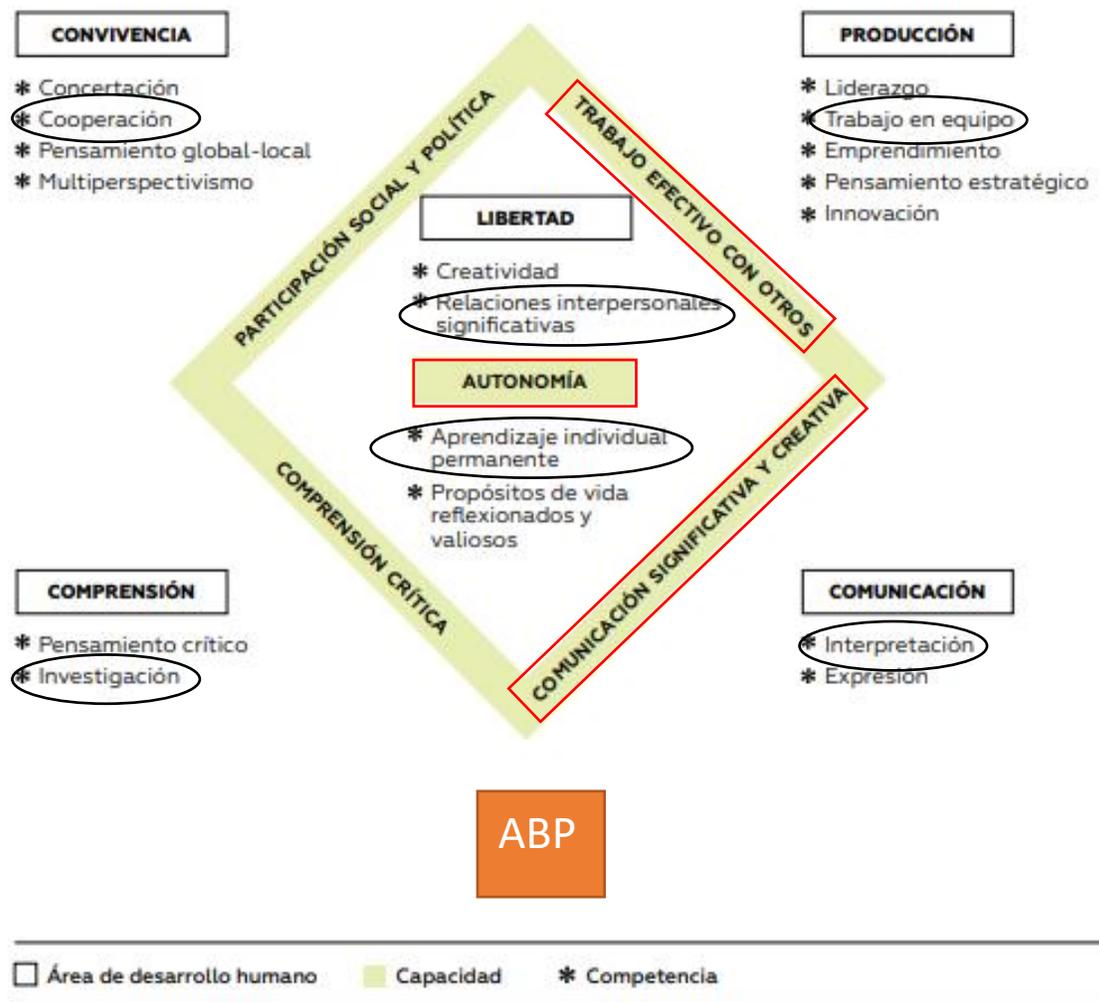


Figura 1. Desarrollo humano, capacidades y competencias propuestas en el PEI (PEI, Universidad Icesi, 2017)

4.2.2 El desarrollo del pensamiento estadístico

Al hablar de “pensamiento estadístico”, se intenta expresar la necesidad de trascender el conocimiento, entendido como cosas que ahora se saben, pero que pueden olvidarse (Behar y Grima, 2004). Es algo que forma parte de nuestra lógica corriente, es trascender la lógica determinística y complementarla con nuevos elementos que resultan más eficientes en

situaciones de variabilidad e incertidumbre. Se está hablando de un largo plazo que es toda la vida (Behar y Grima, 2004).

Según (Behar y Grima, 2004) es atractivo tener como meta, el desarrollo del “Pensamiento estadístico”, pero surge en ellos las siguientes preguntas: ¿qué es el pensamiento estadístico?, ¿cuáles son los rasgos que lo caracterizan?, ¿cómo se relaciona lo que se entiende por aprendizaje de la estadística con el desarrollo del “pensamiento estadístico”?

Zapata (2016) en el contexto de mejoramiento de la calidad, plantea que el pensamiento estadístico ha sido definido como “procesos de pensamiento” que buscan controlar y reducir la variación para mejorar la calidad. Esta definición integra los conceptos de: proceso, variación, desarrollo de conocimiento, toma de decisiones, intervención y mejoramiento de la calidad.

En el mismo contexto, el pensamiento estadístico también ha sido entendido como una filosofía de aprendizaje y acción basada en principios fundamentales: (1) todo ocurre en un sistema de procesos interconectados, (2) la variación existe en todos los procesos (3) comprender y reducir la variación son las claves para el éxito (American Society for Quality Statistics Division, 1996).

Wild y Pfannkuch (1999) en un estudio sobre la naturaleza del pensamiento estadístico realizaron entrevistas a un grupo de profesionales de la estadística que desarrollaban investigaciones, y a estudiantes de Estadística. Los resultados de dicho estudio mostraron

que el pensamiento estadístico en estos profesionales de la estadística está relacionado con el proceso de investigación empírica que llevan a cabo en su práctica profesional.

Wild y Pfannkuch (1999) resaltan como elementos básicos de razonamiento estadístico el reconocer la necesidad de los datos y la integración de la estadística y el contexto. Esto conlleva a que los estudiantes comprendan que la estadística hace parte integral del ciclo de investigación (Figura 2), que la estadística es una herramienta indispensable en todo el proceso investigativo. Por esta razón, es necesario que los estudiantes dejen de participar solo en la etapa de análisis de resultados y se integren al proceso global de investigación. La enseñanza de la estadística por proyectos permitirá al estudiante:

- Plantear una investigación de su interés profesional
- Definir la información necesaria a tomar
- Recolectar su propia información
- Aplicar el análisis estadístico a su propia información
- Establecer conclusiones sobre su propia investigación



Figura 2. Relación de la estadística y la investigación. Ciclo PPDAC. Wild y Pfannkuch (1999).

Para motivar el desarrollo del pensamiento estadístico en los estudiantes universitarios es necesario buscar herramientas fundamentadas en experiencias auténticas, tales como resolución de problemas de la vida real, que permita a los estudiantes ver el problema de estudio como un todo (Zapata, 2016).

MacGillivray y Pereira-Mendoza (2011), citados por Zapata (2016) definen el desarrollo del pensamiento estadístico como:

“La enseñanza a través de las investigaciones estadísticas es un enfoque integrador que concibe que el aprendizaje de la Estadística y el desarrollo del pensamiento estadístico se

Aprendizaje basado en proyectos

lleva a cabo dentro de experiencias de aprendizaje auténticas encarnadas en contextos. En este enfoque, los estudiantes vinculan conceptos, herramientas, procedimientos, razonamiento, habilidades y la inferencia estadística para resolver los problemas del mundo. Por lo tanto, el aprendizaje es contextual y vincular —conecta la escuela con el mundo—. Tal conexión facilita la participación de los estudiantes en el manejo de datos, exploración, análisis, interpretación y presentación de informes en el contexto”.

Hogg (1992) (citado por Martínez, 2011), plantea que el objetivo de un curso diseñado para desarrollar pensamiento estadístico debe estar encaminado a que los estudiantes aprendan a: responder preguntas inteligentes, obtener los datos en forma efectiva, resumir la información e interpretar adecuadamente los resultados obtenidos y a comprender las limitaciones de las inferencias estadísticas.

Aunque el objetivo del curso de diseño de experimentos no define el desarrollo del pensamiento estadístico, el realizar dos proyectos reales dentro del curso ha permitido introducir a los estudiantes en este concepto, dado que los estudiantes resuelven un problema real, vinculan los elementos teóricos de las ciencias naturales con los procedimientos estadísticos y realizan la investigación desde la propuesta hasta la presentación de los resultados.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Tipo de estudio

Inicialmente para este estudio se planteó una combinación de investigación cuantitativa y cualitativa con el propósito de tomar elementos que permitieran evaluar significativamente los resultados. A continuación, se detallan los elementos que fueron tenidos en cuenta en el desarrollo de la investigación, tales como: tipo de investigación, la población utilizada y los pasos desarrollados hasta el logro de los objetivos.

5.1.1 Análisis cuantitativo

La investigación cuantitativa es aquella donde se toman datos numéricos para aplicar herramientas estadísticas que permiten probar teorías, definir patrones de comportamiento de la población. Los datos generados deben poseer los estándares de validez y confiabilidad, las conclusiones generadas ayudaran a la generación del conocimiento (Hernández et al, 2006).

Para la presente investigación la evaluación cuantitativa estaba basada en la aplicación de dos pruebas con evaluación numérica. Se pensó aplicar una prueba de entrada que permitiera determinar el nivel de manejo de las competencias estadísticas antes del realizar el proyecto de investigación, y una segunda prueba de salida, que permitiera evaluar el progreso alcanzado por los estudiantes en dichas competencias luego de realizar el proyecto de investigación. Dadas las condiciones de educación virtual forzosa, estas dos pruebas no pudieron realizarse debido a que era imposible controlar que las respuestas fueran hechas de

manera real por los estudiantes, además la virtualidad obligó a un cambio metodológico del curso que se explica más adelante.

Se desarrolló entonces una encuesta donde los estudiantes definieron sus percepciones antes y después de la aplicación del proyecto. A los resultados de la encuesta se les realizó un análisis descriptivo y una prueba de hipótesis de datos pareados, dado que se evaluó cada estudiante en dos momentos.

5.1.2 Análisis cualitativo

La investigación cualitativa utiliza la recolección de información sin medición numérica para describir o afinar fenómenos en el proceso de interpretación de la investigación en desarrollo (Hernández et al, 2006). Una investigación cualitativa es menos estructurada que una investigación cuantitativa, con ella se busca encontrar las opiniones, pensamientos y/o actitudes de las personas hacia cierto fenómeno. Aunque la información cualitativa ofrece un gran conocimiento, los resultados de estas investigaciones presentan mayor dificultad para su análisis e interpretación por su misma naturaleza cualitativa y humanística.

La investigación cualitativa se pensaba desarrollar a través de la realización de grupos focales y/o entrevistas formales con los estudiantes al final del curso, con el propósito de valorar desde el punto de vista de los estudiantes los aportes realizados por el ABP en el desarrollo del pensamiento estadístico. Al final del curso se abrió un espacio de discusión para realizar

el grupo focal y obtener las opiniones de los estudiantes, pero a ellos no les gusta opinar, por lo que fueron muy pocos los estudiantes que realmente aportaron a la discusión. Se optó entonces por hacer una pregunta abierta en la encuesta final.

5.2 Población de estudio

La población del estudio estuvo conformada por 102 estudiantes matriculados en tres cursos durante el semestre académico 2020-2. La población del curso es bastante heterogénea, es decir, pertenecen a diferentes programas académicos de la universidad tales como: música, diferentes licenciaturas de la escuela de Educación, ciencias políticas, sociología, psicología, antropología y diseño de medios interactivos.

Este grupo de estudiantes se encuentran cursando mínimo tercer semestre de su carrera, pero han visto diferentes cursos de matemáticas. Todos han visto un curso de lógica y argumentación, pero difieren en los cursos iniciales de matemáticas, esto es, algunos ven un solo curso y otros dos cursos. Esta diferencia en sus bases matemáticas dificulta la comprensión de los temas relacionados con la estadística, por lo que se hace necesario buscar herramientas pedagógicas que ayuden al entendimiento de los temas estadísticos.

5.2.1 Tamaño de muestra

En la evaluación cuantitativa se pensó hacer un muestreo aleatorio simple (MAS), dado que todos los estudiantes recibirían la misma enseñanza del curso, lo que los hacía individuos de características homogéneas y era posible aplicar un MAS. Al hacer el cambio hacia la

virtualidad inicialmente se pensó en hacer un censo, pues se podía enviar el formulario de la encuesta a todos los estudiantes. Sin embargo, luego de un tiempo prudencial de espera no todos los integrantes de los cursos participaron en la encuesta, lo que se convirtió en un muestreo, no se hizo una selección aleatoria por parte del profesor, si no que se dejó a una participación voluntaria. Las características del muestreo se describen más adelante.

5.3 Actividades desarrolladas para la implementación del ABP

5.3.1 El inicio de la virtualidad

Antes de la pandemia, cuando la educación era presencial, la enseñanza de la estadística se daba en salones, y la máxima tecnología que utilizaban los estudiantes era la calculadora científica. El proceso de enseñanza era conductista. Consistía en presentar los temas del programa académico de manera secuencial. Se comenzaba desde el más sencillo hasta llegar al más complejo al final del semestre. En cada una de las secciones se presentaba muchas fórmulas, que era necesario aprender a aplicar desarrollando muchos ejercicios, los cuales eran sacados de libros de estadística aplicados a cualquier área del saber. Problemas que los estudiantes no comprendían, pues no tenían relación con su perfil profesional. Sin embargo, el profesor esperaba que los comprendieran perfectamente y lograran obtener conclusiones reales. Este método de enseñanza mostró que no había concordancia en los resultados esperados: para el profesor, eran de aprendizaje, mientras que, para los aprendices, era solo una nota que permitiera superar la materia. En otras palabras, no se desarrolló un proceso de interacción, o entendimiento, entre los actores del curso; únicamente se cumplía un requisito del contenido del curso.

Aprendizaje basado en proyectos

En la presencialidad, el profesor pensaba que -estando cara a cara con el grupo- podían resolver, de manera personal, las dificultades del aprendizaje. Consideraba que, al explicarles tres o cuatro veces un tema, y entregarles un taller con veinte problemas similares para que los resolvieran, estaban promoviendo un aprendizaje efectivo. Este proceso de enseñanza-aprendizaje trajo muchas frustraciones: por un lado, al profesor, porque no lograba transmitir adecuadamente sus conocimientos; y, por el otro, a los estudiantes, porque no comprendían los temas del curso. Por tanto, los resultados finales eran deficientes. A la mayoría de esos estudiantes les interesaba obtener una nota aprobatoria. Todo cambió con la virtualidad, como consecuencia de la pandemia

Con la llegada de las clases virtuales (semestre 2020-1), el profesor, quien siempre consideraron que la estadística solo se podía enseñar de manera presencial, tuvieron que aceptar el cambio del modelo de enseñanza. Tuvieron que arrancar sin herramientas tecnológicas adecuadas, sin el conocimiento -suficiente de algunas otras y con una premura en el tiempo. La única variación fue utilizar la pantalla del computador como tablero. Las clases presentaron muchos inconvenientes. El docente las recitaba, mientras, al otro lado de la pantalla, los estudiantes estaban siguiendo un documental. Conscientes del terror que les producía la materia, les mortificaba el resultado final del curso, dada la soledad en que se encontraban. El cambio repentino les produjo angustia, pues no sabían cómo enfrentar las dificultades del aprendizaje. En la presencialidad, para resolverlas: se acercaban al Departamento de Matemáticas y encontraban profesores con quienes podían consultar, asistían a las tutorías programadas por el departamento, se acercaban al centro de apoyo de

las matemáticas, se reunían con sus compañeros en grupos de estudio, etc. Solos, en la casa, no tenían garantía de continuar con esas mismas posibilidades de ayuda.

Otro problema fue la conectividad. Algunos estudiantes viven en municipios apartados, regiones rurales o zonas dentro de las ciudades, donde no hay conexión a internet, o es de muy baja calidad. Por esto, no podían recibir una clase de manera ordenada, porque tenían mucha intermitencia de la señal, que los sacaba de la clase constantemente. Tampoco podían participar en discusiones de grupo, puesto que la transmisión de voz presentaba interrupciones. Además, se les dificultaba desarrollar adecuadamente los trabajos en equipo, era necesario asignarles tareas para que, luego de terminadas, las enviaran al grupo. Para colmo de males, muchos solo recibían la clase vía celular con los planes de datos, que a veces se les terminaban en medio de una clase. En conclusión, finalizar ese semestre fue una experiencia muy traumática tanto para el profesor, como para los estudiantes.

5.3.2 Cambios en el modelo de enseñanza aprendizaje en el semestre 2020-2

El segundo semestre del 2020 estaba programado implementar la estrategia pedagógica del ABP en el curso de Estadística y Probabilidad Básicas. Se tenía planeado desarrollar un experimento utilizando un curso con la metodología tradicional de enseñanza y otro con la implementación del ABP. Sabiendo que ese siguiente semestre (2020-2) también sería virtual, y dada la experiencia tenida al finalizar el semestre anterior, era necesario modificar lo que tradicionalmente se venía realizando. Era indispensable desarrollar un curso con tranquilidad y tratar de revertir los malos resultados, lo que no permitió utilizar un curso

control con metodología tradicional, es decir, la nueva estrategia se aplicó de manera general a todos los estudiantes. El primer cambio lo tenía que dar el profesor. El elemento principal para modificar era el modelo de enseñanza tradicional (conductista) a un modelo que involucrara al estudiante, como actor principal del aprendizaje, es decir, implementar un modelo constructivista. El eje central del constructivismo es aprender haciendo. El maestro se vuelve un facilitador que contribuye al desarrollo de las capacidades del estudiante para pensar, crear y reflexionar, de tal manera que vaya construyendo su propio conocimiento. Estos propósitos eran los mismos que el profesor esperaba lograr en el curso de estadística.

La implementación del modelo constructivista exigió la aplicación de nuevas herramientas didácticas que facilitaran el aprendizaje de la estadística. Los cambios implementados en el desarrollo del curso fueron: eliminar el manejo de fórmulas, utilizar ejemplos reales, aplicación del aprendizaje colaborativo, aplicación del ABP y modificar el esquema de evaluación.

La mayor parte de los estudiantes recibe en la secundaria un tema de estadística, por lo que saben que maneja gran cantidad de fórmulas. Eliminar el manejo de fórmulas para hacer cálculos estadísticos motivó grandemente a los estudiantes. Se priorizó la comprensión del concepto estadístico, en vez del cálculo, basado en la aplicación sobre un problema real, a través de programas estadísticos y la interpretación del resultado.

Al eliminar el uso de las fórmulas por la aplicación del concepto en problemas reales, era necesario implementar el uso de métodos estadísticos por computador. Los programas estadísticos manejan gran número de datos, lo que permitió involucrar a los estudiantes en el proceso de obtención de datos. De esta manera, comprendieron que la estadística interviene en todo el ciclo de la investigación, que no es solo en la fase de análisis de resultados. El resolver los problemas reales, a través de paquetes estadísticos, evidenció el limitado manejo que tienen del computador. Quedó claro que son expertos en el manejo de aplicaciones modernas y redes sociales, pero no en herramientas útiles para el trabajo. El origen de esta dificultad es que no han recibido bases de programación de computadores. Los cursos de pensamiento algorítmico y fundamentos de programación no han sido considerados de utilidad para este tipo de carreras. Fue donde se presentó mayor dificultad para la construcción del aprendizaje.

Conociendo la angustia que se sufre al enfrentar esta materia desde la soledad de la casa, se determinó el uso del aprendizaje colaborativo. Esto es, todas las actividades del curso se desarrollaron en grupos de trabajo, acompañados en forma sincrónica y asincrónica por el profesor y los servicios de asesoría de la universidad. El problema inicial era que los estudiantes que llegan al curso pertenecen a programas académicos diferentes. Están cursando los primeros semestres de su carrera, lo que indica que no se conocían entre sí. El primer paso fue generar confianza entre ellos, con el propósito de implementar herramientas de aprendizaje colaborativo, a través de trabajos en grupo; para ello, se hicieron sesiones de conversación e integración. Seguidamente, se formaron los equipos y se definieron las reglas de su funcionamiento. La mayoría participó activamente, lo que permitió un desarrollo del

curso de manera activa. Si bien, se obtuvo un buen resultado, no fue completo, pues hubo un pequeño grupo de participantes al que fue imposible motivar a interactuar con sus compañeros. De acuerdo con las reglas definidas para los grupos de trabajo, fueron excluidos por sus propios compañeros. Para ellos, el resultado del curso fue un fracaso.

Para complementar los cambios realizados en el curso, se dio paso a la implementación de la estrategia didáctica del Aprendizaje Basado en Proyectos. El tema del proyecto fue elegido por el grupo de trabajo; en lo posible, debía estar asociado a su carrera. Sin embargo, algunos grupos quedaron conformados por estudiantes de diferentes carreras, por lo que utilizaron un tema neutro, que todos pudieran dominar. Un primer problema es que en algunos programas académicos de la universidad ICESI no se tiene contemplado en curso sobre metodología de la investigación, lo que lleva a que estos estudiantes no conozcan los más mínimos detalles sobre los elementos necesarios para presentar un proyecto de investigación.

El segundo problema es que en el curso de estadística tampoco se contempla este tema, por lo que fue necesario dedicar unas clases a presentar los principios básicos de la metodología de investigación, remitir a los estudiantes a realizar lecturas y ver videos acerca del tema. Los estudiantes presentaron dos borradores hasta llegar a una versión final. Una vez definido el proyecto y con la claridad de las variables a evaluar, construyeron un formulario electrónico, recolectaron la información, desarrollaron los análisis estadísticos pertinentes y finalmente hicieron una sustentación ante el curso de los resultados obtenidos.

Con la implementación de las estrategias didácticas, en especial el ABP, se hizo necesario redefinir el esquema de evaluación del curso. Se le dio mayor peso (50%) en la nota final al proyecto de investigación. Adicionalmente, se definieron otros criterios, como la participación en foros, talleres en grupo y procesos de coevaluación, como elementos de evaluación participativa. No se eliminaron totalmente los exámenes parciales, pero sí perdieron el fuerte valor en el resultado final del curso.

5.3.3 La implementación de la estrategia del ABP

En la implementación de los cambios propuestos para el curso, lo primero era enseñar los métodos estadísticos a través de casos reales. Para el primer ejercicio se utilizaron datos de los propios estudiantes. Se definió por consenso suministrar información sobre medidas antropométricas y características socioeconómicas. Para tener un primer acercamiento al ABP se estructuró un pequeño proyecto de investigación, esto es: se definió el problema, los objetivos, la metodología, se elaboró un formulario de recolección de información, y se aplicaron los métodos estadísticos apropiados. Luego para reforzar los elementos aprendidos se planteó un segundo problema real, acerca de la situación de pandemia que estaban viviendo las familias. Los elementos del proyecto se definieron en clase, luego ellos recolectaron los datos y finalmente entregaron un informe estadístico.

Para que los estudiantes comenzaran a elaborar la propuesta del proyecto se les presentó la teoría sobre la elaboración de un proyecto de investigación. Adicionalmente, se les entregó documentos y links de videos donde podían reforzar el tema. Este tema no es parte del curso

y muchos estudiantes no tienen en su oferta académica este tema. Presentaron una primera propuesta, se les hizo una retroalimentación, a partir de allí utilizando el espacio de tutorías de la materia, se fueron ajustando las propuestas hasta llegar a una versión final. El siguiente paso fue desarrollar un formulario de captura de información, recolectar la misma y finalmente en dos sesiones sustentaron los resultados obtenidos. Algunos de los proyectos realizados:

- ✓ *Pandemia y aprendizaje: Un estudio sobre las principales razones de la variación en el rendimiento y percepción de aprendizaje de los estudiantes de ICESI en 2020*
- ✓ *Impacto de la interfaz Intu en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes*
- ✓ *Consecuencias de la educación virtual o remota en la salud física y mental de los estudiantes de la Universidad ICESI*
- ✓ *El dilema de las pruebas estandarizadas en el modelo constructivista: Una mirada a las concepciones de los estudiantes de la Universidad Icesi*
- ✓ *La música ¿Una solución a los problemas emocionales?*
- ✓ *Abstención electoral de los estudiantes de la Universidad Icesi en las últimas elecciones locales para la alcaldía de Cali*
- ✓ *Jóvenes en la decisión de la corte suprema de justicia contra Uribe 2020*
- ✓ *Impacto académico y emocional, en los estudiantes de las licenciaturas de la universidad Icesi, durante la transición de la educación presencial a la educación remota*
- ✓ *Nivel de atención de los estudiantes universitarios al recibir clases virtuales con la cámara prendida.*
- ✓ *Relación entre las facultades de la universidad Icesi y sus ideologías políticas.*

Aprendizaje basado en proyectos

- ✓ Percepciones de los estudiantes de ciencia política de la universidad Icesi sobre roles de género en la política colombiana
- ✓ La imagen de la fuerza pública colombiana entre estudiantes universitarios
- ✓ El entorno familiar, un apoyo o un inconveniente en el rendimiento académico

6. RESULTADOS DE LA ESTRATEGIA APLICADA

6.1 Tamaño de muestra

En el semestre 2020-2 se matricularon en los tres cursos de Estadística y probabilidad básicas 102 estudiantes. Para desarrollar la evaluación de la estrategia didáctica, se les preguntó a los estudiantes si deseaban participar de manera voluntaria en esta. La participación debe ser voluntaria, porque las respuestas son dadas de manera espontánea y sincera, mientras que una persona obligada a responder, regularmente busca que la respuesta tenga una carga negativa, lo que distorsiona el resultado final.

Tabla 2. Tamaño de muestra evaluado en los semestres de aplicación y reconfirmación de la aplicación del ABP como estrategia didáctica

	2020-2
Tamaño de la población (N)	102
Nivel de confianza	97%
Error permitido	5%
Tamaño de muestra (n)	84
Porcentaje muestreado	82%

Fuente: elaboración propia.

Inicialmente la totalidad de los estudiantes manifestó su interés de participar, por lo que se elaboró un formulario en Google Forms y se envió al correo de cada estudiante. No todos los estudiantes cumplieron el compromiso adquirido. Al vencimiento de la fecha de recepción del formulario el tamaño de muestra obtenido para el periodo 2020-2 fue de 84 respondientes, lo que equivale a un 82% participantes. Este tamaño de muestra quedo definido con un nivel de confianza del 97% y un error de estimación del 5% (tabla 2).

6.2 Características demográficas

Las características demográficas muestran que la edad promedio de los estudiantes fue de 20 años, con una desviación estándar de 2.4 años. Los cursos estaban conformados mayoritariamente por mujeres (60%, n=50), el 38% (n=32) eran hombres y el 2% (n=2) de los estudiantes aceptó tener diversidad de sexo (figura 3).

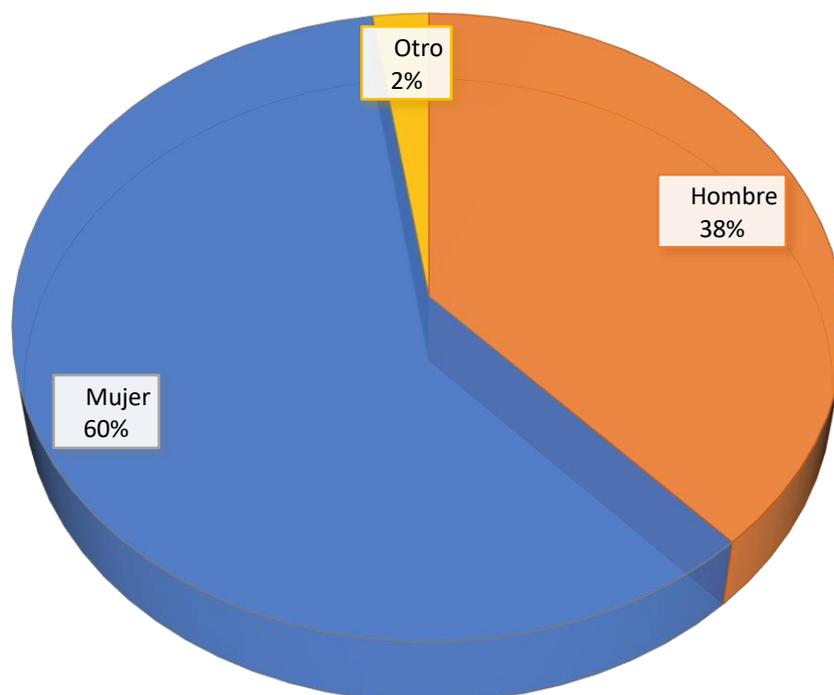


Figura 3. Conformación de los cursos de Estadística y Probabilidad Básicas de acuerdo al sexo (Fuente: Elaboración propia).

El curso de Estadística y probabilidad básicas fue creado en el departamento de Matemáticas y Estadística para ofrecerse únicamente a la facultad de Ciencias Sociales, por esta razón la mayor parte de los integrantes de los cursos (67%) pertenecen a dicha facultad. Con relación a la facultad de ingeniería (19%) pertenecen exclusivamente al programa de Diseño de medios interactivos (DMI), a los alumnos de la escuela de Educación (14%) se les asignó

este curso dentro de su oferta académica, estos son menor número en toda la universidad (figura 4).

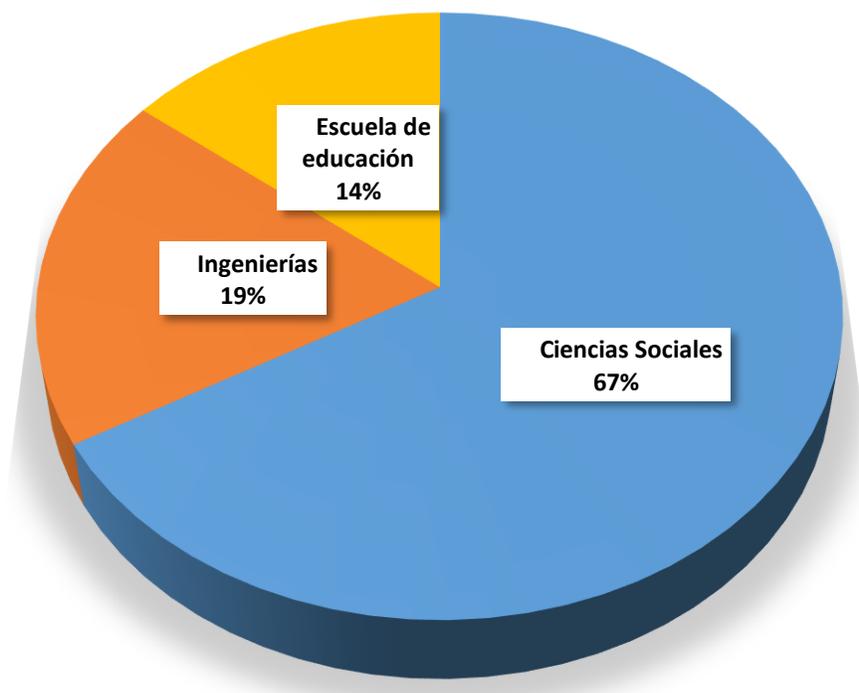


Figura 4. Participación porcentual de los estudiantes del curso de estadística y Probabilidad Básicas por facultad (Fuente: elaboración propia).

Regularmente los estudiantes de este curso se encuentran en los primeros semestres de su carrera (tercero o cuarto), dado que es prerrequisito de cursos posteriores, con algunos casos especiales de semestres avanzados que por temor a la estadística aplazan matricularlo. La tabla 3 muestra la distribución porcentual de los estudiantes por el semestre que cursan. Como es tradicional la mayoría (75%) se encuentran cursando tercero, cuarto y quinto semestre. Hay un caso muy especial de un estudiante de primer, que se le permitió matricular el curso de estadística, cuando para poder cursarlo debe haber aprobado el curso de Razonamiento Cuantitativo, que se ve en primer semestre. No es común que los estudiantes de segundo

semestre matriculen el curso, aunque ya pueden hacerlo (5%). Hay un porcentaje no muy elevado (19%) de estudiantes de sexto, séptimo y octavo, que van postergando el curso de estadística hasta que se ve en la obligación de matricularlo, regularmente pertenecen al programa de derecho o licenciaturas, porque no es prerrequisito de ningún otro curso.

Tabla 3. Distribución porcentual de los estudiantes del curso por semestre.

Semestre	Número de estudiantes	Porcentaje
1	1	1
2	4	5
3	31	37
4	10	12
5	22	26
6	6	7
7	5	6
8	5	6

Fuente: elaboración propia

6.3 Actitud frente al curso

La actitud frente al curso que tiene cada estudiante determina su grado de compromiso para desarrollar las tareas necesarias que le permitan obtener un buen resultado final. Para evaluar esta actitud, se utilizó una escala liker de 1 a 7, donde 1 es una actitud baja y 7 una actitud alta. Se hizo una evaluación antes de desarrollar el proyecto y luego de presentados los resultados para evaluar el impacto que este había producido en los estudiantes (tabla 3). Se desarrolló una prueba de hipótesis de muestras pareadas, dado que se evalúan los mismos individuos en dos momentos, para determinar si el cambio presentado gracias al proyecto era o no significativo. La hipótesis planteada fue:

$H_0: \mu_D = 0$ (no hay impacto significativo en la aplicación del ABP)

$H_1: \mu_D \neq 0$ (hay impacto significativo en la aplicación del ABP)

Se calculó la diferencia de calificación como: $X_D = \text{Calificación final} - \text{Calificación inicial}$

Tabla 4. Calificación de los elementos que componen la actitud frente al curso de estadística

Escala	Calificación inicial		Calificación final		Valor p
	Promedio	CV (%)	Promedio	CV (%)	
Disposición para relacionarse con los integrantes del curso	4.2	40	5.1	31	0.001
Compromiso para un buen desarrollo del trabajo en grupo	6.0	22	6.1	18	0.581
Manejo que le da a diferentes situaciones de estrés	4.7	32	4.9	31	0.398
Disposición para desarrollar actividades relacionadas con el curso de estadística	4.7	32	5.2	29	0.035
Grado de dificultad que sentía para enfrentar el curso	4.5	35	5.5	30	0.000

Fuente: elaboración propia.

La disposición a relacionarse con los integrantes del curso obtuvo una calificación promedio de 4.2, esto muestra el nivel de incertidumbre en la que se encontraban debido al encierro. Los estudiantes de este curso alcanzaron a estar un semestre de manera presencial, es decir, no se logró un grado de cercanía entre muchos de ellos. Además, el curso está formado por estudiantes procedentes de diferentes programas académicos que no se conocían entre sí, no sabían a quién de sus conocidos encontrarían. La calificación final mostró un promedio de 5.1 puntos y la prueba de hipótesis mostró un valor p de 0.001, es decir, hubo un impacto significativo del proyecto en la disposición a relacionarse. La variabilidad inicial era del 40%, con una distribución del 33% en nivel bajo de compromiso, el 40% un nivel intermedio y el 27% un nivel alto. La variabilidad final fue del 48% de estudiantes en nivel alto de

compromiso y un descenso al 17% del nivel bajo, se puede inferir que hay un conjunto de estudiantes que tienen dificultad de establecer relaciones personales.

El compromiso para trabajo en grupo presentó en las dos evaluaciones una calificación promedio de 6 y 6.1 respectivamente, no hubo diferencia significativa (valor $p = 0.581$). Como son estudiantes de tercer y cuarto semestre, algunos aún más avanzados, ya tienen experiencia de trabajar en grupo, conocen el compromiso que esto implica para sacar adelante el curso. El coeficiente de variación muestra una variabilidad del 22% al inicio y de 18% al final; en la distribución porcentual el 78% estaba en el nivel alto en la evaluación inicial y subió al 80% en la final. Desde el inicio de semestre hubo unos pocos estudiantes con baja disposición al trabajo en grupo, finalmente estos fueron expulsados de los grupos de trabajo dada su poca participación.

En el manejo de situaciones de estrés la calificación promedio inicial fue de 4.7 y la final de 4.9, es decir, el proyecto no produjo un impacto significativo (Valor $p = 0.398$). La distribución porcentual de los niveles de estrés indicó que el 60% tenía nivel medio al iniciar y el 33% un nivel alto. En la evaluación final el nivel intermedio ascendió al 65%, y el nivel alto al 44%. Los estudiantes de este tipo de carreras, tratan de huir de las materias de números, pues este tipo de asignaturas les producen un grado de estrés alto. Manifiestan que por más que tratan de concientizarse que son capaces de enfrentarla, no confían plenamente en sus capacidades intelectuales. A pesar de los cambios implementados los niveles de estrés fueron

altos. El estrés solo les disminuye cuando escuchan comentarios positivos por parte del profesor y en especial cuando conocen la nota del trabajo.

Los estudiantes son conscientes del compromiso que requiere una materia de estadística. Su calificación promedio inicial para desarrollar actividades relacionadas al curso de estadística fue de 4.7 puntos. Únicamente un 22% mostró un nivel de compromiso bajo, el resto sabían del empeño que debían colocarles a los trabajos del curso. La calificación promedio final fue 5.2, lo que evidenció un impacto significativo (Valor $p = 0.035$), y una disminución al 11% de estudiantes con un bajo nivel de compromiso. Los resultados de esta evaluación indican que los cambios en la enseñanza de los métodos estadísticos, la eliminación del uso de fórmulas y la implementación del ABP, fueron generando confianza y les permitió enfrentar los métodos estadísticos con mayor tranquilidad.

Como el curso de Estadística y Probabilidad Básicas, pertenece al departamento de Matemáticas y los profesores del departamento siempre han cargado con la fama muchas veces injustificada de dificultar el proceso de aprendizaje, la mayoría de los estudiantes de manera automática, asocian al curso, un grado de dificultad muy alto. La calificación promedio del grado de dificultad definida por los estudiantes fue de 4.5, esto indica un grado de dificultad intermedio (solamente un 12% consideró que tiene un nivel bajo de dificultad). La calificación final del grado de dificultad fue de 4.6 (9.5% siguió considerando un nivel bajo de dificultad). No hubo un impacto de las estrategias para disminuir la sensación de dificultad entre los estudiantes. Los cambios propuestos en el desarrollo del curso obligaron

a los estudiantes a utilizar herramientas computacionales: hoja de cálculo y software estadístico. Se evidenció que, aunque los muchachos son hábiles para el manejo de tecnología, en especial redes sociales, no lo son con herramientas útiles para el trabajo. Tienen muchas limitaciones en el uso del computador, no manejan un lenguaje adecuado de términos técnicos computacionales, se les dificulta el aprendizaje de programas especializados, como los estadísticos. El origen del problema es que no han recibido bases de programación de computadores. Cursos como pensamiento algorítmico y fundamentos de programación no han sido considerados de utilidad para este tipo de carreras.

6.3 Comprensión y manejo de métodos estadísticos

La implementación del ABP en el curso, pretende facilitar a los estudiantes la comprensión de los métodos estadísticos, sin embargo, como el desarrollo del curso debió hacerse de manera remota asistida por las TIC, no se consideró apropiado desarrollar dentro de la metodología, una evaluación continua, pues es en la práctica imposible determinar si es el estudiante quien realmente está respondiendo la evaluación. Se desarrolló un cuestionario y se les pidió a los estudiantes que en una escala entre 1 y 7 (donde 1 es una comprensión baja y 7 una comprensión alta), respondieran con toda sinceridad el nivel en el cual se encontraban en cada momento del curso (antes del proyecto y después del proyecto). Además, se realizó una prueba de hipótesis para datos emparejados, con el propósito de determinar el impacto que pudo haber producido el proyecto en los estudiantes, en cuanto al nivel de comprensión de los temas estadísticos. La hipótesis planteada fue:

$H_0: \mu_D = 0$ (no hay impacto significativo en la aplicación del ABP)

$H_1: \mu_D \neq 0$ (hay impacto significativo en la aplicación del ABP)

Se calculó la diferencia de calificación como: $X_D = \text{Calificación final} - \text{Calificación inicial}$

Tabla 5. Calificación de la comprensión y manejo de los métodos estadísticos que se emplean en el curso

Tema de estadística	Calificación inicial		Calificación final		Valor p
	Promedio	CV (%)	Promedio	CV (%)	
Promedio	5.6	29	6.3	24	0,005
Desviación Estándar	4.7	34	5.5	27	0,001
Coefficiente de variación	4.4	36	5.5	29	0,000
Cuartiles	3.8	50	4.5	42	0,020
Gráficos	5.5	27	6.5	23	0,000
Tamaño muestra	5.0	30	5.5	27	0,035
Estimaciones	4.7	38	5.4	31	0,012
Prueba de hipótesis	4.8	35	5.4	28	0,018

Fuente: elaboración propia.

El resultado de la prueba de hipótesis (valor p, tabla 4) muestra que en cada uno de los temas estadísticos se logró un impacto significativo en su comprensión, los valores p son menores al 5%. La mayoría de los estudiantes refirió que en el colegio tuvo una primera aproximación a la estadística, en especial, con las medidas de tendencia central (promedio), de variabilidad y la representación gráfica de estos. Los temas con una mayor comprensión fueron el promedio y los gráficos, calificación 5.6 y 5.5 respectivamente. En un nivel intermedio de comprensión se encuentran los temas relacionados con variabilidad, desviación estándar (4.7) y CV (4.4); las medidas de variabilidad no son medidas de interpretación, sino de comparación, por lo tanto, hasta no llegar a estadística inferencial, no se comprende su

utilidad. Y como método con mayor dificultad de la parte descriptiva estuvieron los cuartiles, promedio de 3.8, este tema no fue visto por los estudiantes en el colegio.

La primera sustentación del proyecto de investigación consiste en un estudio descriptivo, es decir, la aplicación de los métodos estadísticos descriptivos. Como son ellos quienes definieron el estudio, deben explicar los resultados, regularmente se centran en el promedio, las medidas de variabilidad y la parte gráfica. El nivel de comprensión de los temas descriptivos ascendió el nivel alto, la ganancia en calificación estuvo entre 0.7 y 1.2 puntos. De nuevo los cuartiles presentaron el menor nivel de comprensión (medio 4.5), al preguntarle a los alumnos porque no lo utilizaban, manifestaron que no le encontraron sentido en los problemas estudiados.

En la segunda parte del curso se introducen los temas de inferencia estadística: tamaño de muestra, estimaciones e hipótesis. Su aplicación se hizo directamente en los problemas reales planteados al inicio del curso, además están basados en el uso de los estadísticos descriptivos, lo que facilitó la comprensión. La calificación promedio fue de 5.0, 4.7 y 4.8 respectivamente, lo que equivale a un nivel entre medio y alto de comprensión. AL final del semestre se realizó una segunda sustentación de los resultados del proyecto, en esta se debe demostrar la aplicación de los métodos inferenciales. La implementación del proyecto produjo una ganancia en comprensión de estos temas entre 0.5 y 0.7 puntos, reflejando este incremento un impacto estadísticamente significativo en la prueba de hipótesis.

Con el propósito de comprender de manera general el efecto que producía un curso de estadística en este tipo de estudiantes, se les sugirió que definieran en una sola palabra el sentimiento que les generaba el curso (tabla 5).

Tabla 6. Sentimiento que genera el curso de estadística

Sentimiento inicial (%)		Sentimiento final (%)	
Ansiedad	21	Alegría	13
Confianza	16	Ansiedad	12
Curiosidad	25	Cansancio	7
Desafío	2	Confusión	22
Frustración	10	Curiosidad	3
Miedo	26	Enriquecedor	13
		Interesante	12
		Satisfacción	18

Fuente: elaboración propia

Al inicio del curso se define tres sentimientos positivos (Confianza, curiosidad y desafío) que suman un 43% de los estudiantes, lo que significa que el resto del grupo (57%) presentaban sentimientos negativos, tales como: ansiedad, frustración y miedo.

Luego de haber pasado por los cambios implementados en el desarrollo del curso, y en especial la elaboración del proyecto, los sentimientos de los estudiantes hacia el curso cambiaron. Aumentaron significativamente los sentimientos positivos. Alegría, curiosidad, enriquecedor, interesante y satisfacción, en total el porcentaje de estudiantes que manifestó este tipo de sentimientos equivale al 59%. El restante 41% expresó sentimientos negativos hacia el curso, a pesar de que disminuyó el porcentaje de integrantes con ansiedad, aparece un nuevo sentimiento: confusión. Manifiestan que, aunque el proyecto les ayudo a comprender y utilizar los métodos estadísticos, el manejo del paquete R dificultó su

aplicación, que gracias a la colaboración del profesor pudieron aplicarlo, pero que a futuro este será un impedimento para el análisis de resultados de otros proyectos.

6.4 El impacto de la aplicación del ABP

Como se espera que los integrantes de los cursos tuvieran manifestaciones o sentimientos diversos con respecto al curso de estadística, al final se les hizo una pregunta muy concreta: "En general, el desarrollo del proyecto en la clase permite tener una mejor comprensión de los temas vistos durante el período" (figura 5).

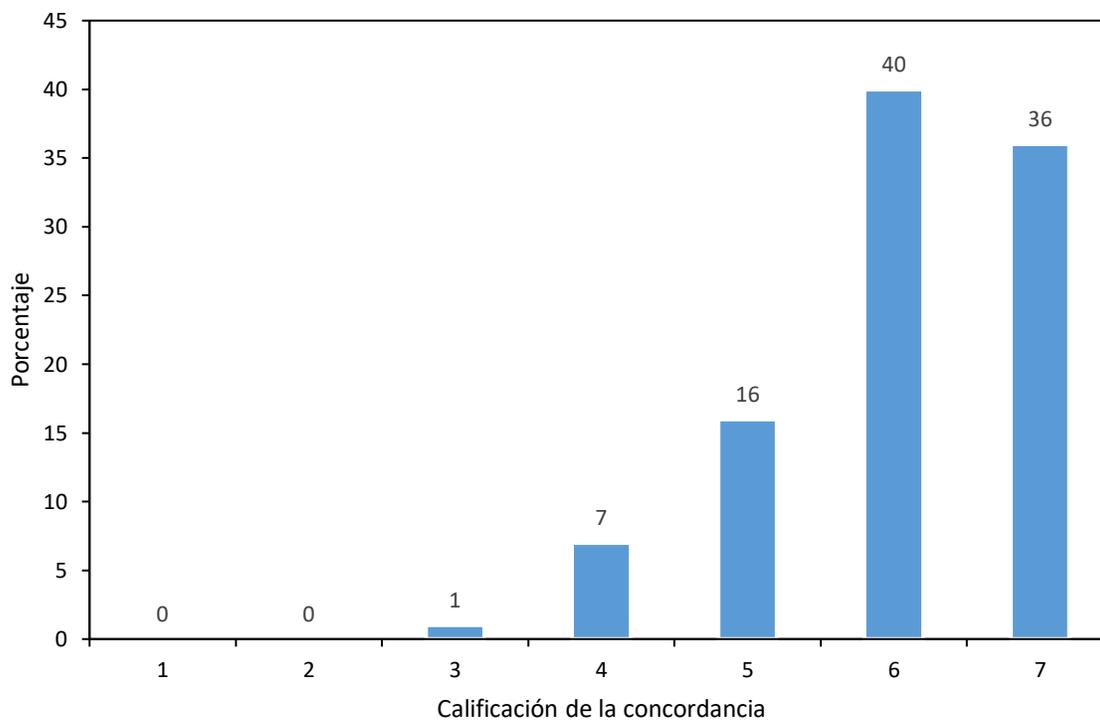


Figura 5. Calificación del nivel de concordancia con el desarrollo del proyecto de investigación. (Fuente: elaboración propia).

Aprendizaje basado en proyectos

Los resultados muestran que el proyecto produjo un impacto positivo en la comprensión de los temas del curso. Un 92% de los estudiantes calificó en un nivel alto, de 5 a 7, el efecto final que produjo el proyecto. A primera vista, esto contrastaría con los sentimientos negativos que dieron los estudiantes acerca del curso, pero en realidad lo que muestra es que el proyecto facilita el aprendizaje y la comprensión de los temas estadísticos en los alumnos de carreras no afines con los números. Indica que, aunque se busquen alternativas, como el ABP, que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje, el miedo al fracaso en este tipo de asignaturas es muy difícil de vencer.

Finalmente, los estudiantes dieron una opinión de la experiencia vivida durante el curso, algunos resaltan las bondades de la aplicación del ABP, otros no tanto. Se evidencia que el trabajo en grupo es difícil de desarrollar y depende de la disposición de todos los integrantes, además la virtualidad no permite hacer un seguimiento y acompañamiento adecuado, lo que genera cierto grado de incertidumbre en los estudiantes. Cabe resaltar que existía un espacio de acompañamiento sincrónico (tutorías programadas por el departamento de matemáticas), pero la mayoría de los estudiantes no asistió. Allí se revisaban tanto los conceptos teóricos de temas estadísticos, como las dudas que iba generando el desarrollo del proyecto. Algunos de los comentarios fueron:

“Mas allá del curso ser dinámico, y la actitud del profe ser buena, no veo utilidad en los contenidos del curso en mi futuro profesional”.

“Hace que se entiendan los conceptos en casos de la vida real que nos puede ayudar en la carrera”.

“A la hora de realizar una investigación hay factores que son muy importantes y que antes de la realización del proyecto ni sabía que existían”.

“Fue muy consecuente con el trabajo de las últimas semanas, y si bien cuesta un poco realizar esta clase de proyectos tomando muchas decisiones independientes como grupo y puede generar estrés y ansiedad, de igual forma siento que los temas quedaron claros y al final me sentí feliz y orgullosa por el resultado y lo que hicimos como grupo”.

“Pensé que no podría con la materia en general, y el proyecto, pero pude entender gracias al profesor, y estoy satisfecha de haber aprendido y haber realizado el proyecto con mis compañeras, sabiendo que es muy importante saber sobre esto, debido a que influye en mi carrera”.

“Permite conocer e implementar de manera práctica lo aprendido en clase. Las teorías pasan a convertirse en realidad”.

“Me pareció muy chévere que el proyecto, ya que está centrado en nuestras carreras y eso nos permitió un mayor conocimiento y relacionar la materia con la profesión”.

“La verdad se entiende que era un aprendizaje basado en proyectos y que estos ayudan a entender mejor los temas, pero siento que hizo falta más acompañamiento al finalizar el curso, ya que en las últimas entregas no se realizó retroalimentación”.

Aprendizaje basado en proyectos

“Fue un trabajo interesante, pero se necesita la disposición de todos los integrantes del grupo para ser una buena experiencia”.

“El proyecto fue muy interesante, ayudo a consolidar muchos temas, en especial el trabajo en equipo fue muy enriquecedor”.

“Involucrar la estadística en problemáticas del diario vivir hizo que se comprendieran mucho mejor para que sirve la estadística”.

“No debería calificarse grupalmente. Muchas veces por más que aporten todos los participantes, no todos se comprometen realmente con la presentación y no es justo que por uno todos se vean afectados”.

“Muchos nervios y esfuerzos, pero fue satisfactorio lograrlo”.

Los resultados de la implementación del ABP en el curso de estadística y probabilidad básicas están de acuerdo con lo planteado por Pujol (2017), los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades estadísticas a través de un proceso de investigación estructurado. Indica, que el ABP es un método de aprendizaje activo centrado en el alumno, permitió desarrollar en ellos: autonomía de trabajo, realizar investigaciones constructivas, consecución de objetivos, aprendizaje colaborativo, comunicación y reflexión mediante prácticas relacionadas con el mundo real.

De igual manera Holmes (1997), citado por Diaz, Aguayo y Cortés (2014), refieren que la enseñanza de la estadística basada en proyectos permitió contextualizarla y hacerla más relevante; reforzando el interés de los alumnos por el tema de su proyecto, en especial porque fueron ellos quienes lo propusieron; lograron aprender de datos reales; y encontraron que la estadística es un área aplicable, que tiene aplicabilidad en cada una de sus áreas del conocimiento.

El ABP implementado en el curso de estadística y probabilidad básicas, está relacionado con los diferentes tipos de aprendizaje evidenciados en el curso de diseño de experimentos:

- Modelo constructivista: la propuesta nació de los conocimientos que poseían y ellos determinaron como aplicarlos. La retroalimentación de la propuesta les permitió volver sobre sus propios conocimientos para mejorar e incluso cambiar la propuesta. En la sustentación final, hicieron una reflexión de la investigación elaborada, comprendieron tanto sus aciertos, como sus errores.
- Aprendizaje colaborativo: el trabajo en grupo facilitó el desarrollo de la investigación y la comprensión de los métodos estadísticos. Los grupos bien integrados aprovecharon las habilidades de cada integrante para un buen resultado. Algunos grupos fueron disfuncionales y hasta se disolvieron. Esto no es culpa del ABP, sino de la falta de compromiso de los involucrados.
- Aprendizaje por descubrimiento: algunos estudiantes en una primera instancia no comprenden la importancia del proyecto y su relación con los datos. Al aplicar los métodos estadísticos relacionar que estos procedimientos se alimentan de datos reales y descubren que la estadística estará presente en vida estudiantil y profesional.

Aprendizaje basado en proyectos

- Evaluación por competencias: el 50% de la evaluación del curso se realizó a través del proyecto, el otro 50% fueron: exámenes, foros y talleres prácticos. Este cambio produjo una motivación especial en los estudiantes, sintieron que poner mucha fuerza en el proyecto les garantizaba el éxito en la asignatura. Según sus comentarios este proceso práctico generó un aprendizaje significativo que acerca las experiencias académicas al mundo profesional.

El efecto de la implementación del ABP se relaciona con la estructura de PEI de la universidad ICESI a través de las siguientes competencias:

- ✓ Cooperación: colaboración intra y entre grupos de trabajo. Los estudiantes con mayor experiencia o capacidad de aprendizaje colaboraron en el logro de los objetivos de los demás miembros del grupo y en algunos casos a otros grupos.
- ✓ Investigación: el proyecto introdujo los introdujo en el mundo investigación. Muchos programas no contemplan metodología de la investigación en su currículo, por lo tanto, los estudiantes no encontraban la relación entre la estadística y su área profesional.
- ✓ Trabajo en equipo: el proyecto les mostró que el trabajo en equipo permite obtener buenos resultados, pero necesita del compromiso de todos. Los estudiantes que no establecieron compromiso, fueron expulsados de algunos grupos de trabajo.
- ✓ Interpretación: el equipo de trabajo planteó, desarrolló, interpretó y sustentó los resultados de su propio proyecto. Por lo tanto, bajo sus propias palabras debió interpretar los resultados obtenidos y explicárselos, tanto al profesor, como al resto del grupo.

- ✓ Relaciones interpersonales: la mayor parte del curso Un equipo de trabajo comprometido con su trabajo desarrolla lazos de amistad y cooperación entre sus integrantes.

Zapata (2016) plantea que para desarrollar el pensamiento estadístico en los estudiantes universitarios es necesario buscar herramientas fundamentadas en experiencias auténticas, resolución de problemas de la vida real. Adicionalmente, Wild y Pfannkuch (1999) mostraron que el pensamiento estadístico en profesionales de la estadística está relacionado con el proceso de investigación empírica que llevan a cabo en su práctica profesional. De igual manera en la búsqueda del desarrollo del pensamiento estadístico para los estudiantes del curso de estadística y probabilidad básicas, se implementó como estrategia didáctica el ABP, se logró una participación integral de los estudiantes en todo el proceso de investigación, esto es: plantearon una investigación de su interés profesional, definieron la información a tomar, recolectaron su propia información, desarrollaron sus propios análisis estadísticos y sacaron las conclusiones. Adicional a la comprensión de los métodos estadísticos, se obtuvo como ganancia final del pensamiento estadístico que comprendieran la relación que existe entre la estadística y los eventos de su vida profesional.

7. CONCLUSIONES

1. A pesar de las dificultades de la virtualidad fue posible diseñar la estrategia pedagógica de ABP que permitió a los integrantes del curso de Estadística y Probabilidad Básicas de la Universidad ICESI, la comprensión de los métodos estadísticos y el desarrollo de las competencias del pensamiento estadístico.

2. Gracias a la colaboración y buena voluntad de los integrantes del curso de Estadística y Probabilidad Básicas de la Universidad ICESI, se logró implementar la estrategia didáctica del ABP superando las dificultades que presentaba la educación virtual.

3. Luego de valorar los buenos resultados ofrecidos en la implementación del ABP en el curso de estadística y probabilidad básicas de la Universidad ICESI, se concluye que puede ser definida como herramienta pedagógica permanente a aplicar en ambiente virtual. Ofrece grandes ventajas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la estadística en estudiantes de carreras no afines con materias de números.

8. RECOMENDACIONES

1. Es necesario dar a los estudiantes un curso de metodología de la investigación en sus cursos iniciales, esto facilitaría la implementación del ABP como estrategia didáctica en cualquier curso, dado que los estudiantes sabrían como plantear un proyecto de investigación. Esto le ahorraría tiempo al profesor para profundizar en temas propios de la asignatura.

2. Se debe pensar en introducir en el pensum de estas carreras, cursos de manejo de diferentes tipos de software, y en especial un curso de pensamiento algorítmico, que permita a los estudiantes realizar procesos de abstracción, modelar y pensar de manera lógica la solución de problemas. El pensamiento algorítmico permite estructurar el proceso de análisis estadístico de resultados. El curso de competencias en Excel está resultando insuficiente para desarrollar estas competencias en los estudiantes.

3. Implementar el ABP en un curso presencial, donde se pueda hacer un buen seguimiento del desarrollo del proyecto, y realizar un contraste de evaluación con la metodología tradicional de enseñanza de la estadística, para cuantificar el aporte real que hace el proyecto al aprendizaje de la estadística.

9. BIBLIOGRAFÍA

Amante García, D. ALGUNAS REFLEXIONES EN TORNO A LA ENSEÑANZA DE PROYECTOS BASADA EN ENTORNOS COLABORATIVOS. España, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Industrial y Aeronáutica de Terrassa (ETSEIAT), Departamento de Proyectos de Ingeniería (DPE) Pag 5. 15º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid, 18, 19, 20 de julio, 2007.

Batanero, C., Díaz, C., (2011). Estadística con proyectos. Departamento de Didáctica de la Matemática. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada.

Batanero, C.; Díaz, C.; Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. Números Revista de Didáctica de la Matemática. Volumen 83, julio de 2013, páginas 7-18

Behar Gutiérrez, R.; Grima Cintas, P. La Estadística en la Educación Superior ¿Formamos Pensamiento Estadístico? Ingeniería y Competitividad. VOLUMEN 5 - No. 2 - mayo de 2004.

Díaz Levicoy, D. A.; Aguayo Arriagada, C. G.; Cortés Toro, C. I. ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA MEDIANTE PROYECTOS Y SU RELACIÓN CON TEORÍAS DE APRENDIZAJE. Universidad de Granada, España. Revista Premisa (2014), 16 (62).

Hernández Sampieri, R.; Fernández-Collado C., Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. McGraw-Hill Interamericana.

Medina Martínez, C. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN LOS ESTUDIANTES. Departamento de Matemática. Universidad de Ciego de Ávila. Pedagogía Universitaria Vol. XVI No. 4 2011.

Pujol Cunill, F. El aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje por descubrimiento guiado como estrategia didáctica en biología y geología de 4^o de ESO. Trabajo fin de master. Universidad de la Rioja. Facultad de educación. Junio 2017.

Rodríguez-Sandoval, E.; Vargas-Solano, E. M.; Luna-Cortés, J. Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos" Educación y Educadores, vol. 13, núm. 1, abril, 2010, pp. 13-25 Universidad de La Sabana Cundinamarca, Colombia

Rodriguez-Mesa, F., Kolmos, A., & Guerra, A. (Eds.) (2017). Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag. Capítulo2 Historia del aprendizaje basado en problemas y proyectos.

Sainz, J. (2013). La estadística a través de proyectos. Tesis para optar el título de Magister. Universidad de La Rioja. Servicio de publicaciones 2013.

Tapia, J. A., Motivaciones, expectativas y valores- intereses relacionados con el aprendizaje: El cuestionario MAVÉ. *Psicothema* 2005. Vol. 17, No. 3, pp. 404-411. ISSN 0214-9915 CODEN PSOTEG.

Universidad Icesi. 2017. Proyecto Educativo Institucional (PEI). Primera edición.

Wild, C.J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

Zapata Cardona, L. ¿ESTAMOS PROMOVRIENDO EL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN LA ENSEÑANZA? Universidad de Antioquia (Colombia). 2° Encuentro Colombiano de Educación Estocástica. 10 al 12 de agosto de 2016.