

INSTRUMENTOS DE VALORACIÓN PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA

Gómez Arroyo, Danae
danae.gomez89@gmail.com
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Zacarias Flores, José Dionicio
jzacarias@fcfm.buap.mx
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Cruz Suárez, Hugo Adán
hcs@fcfm.buap.mx
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

RESUMEN

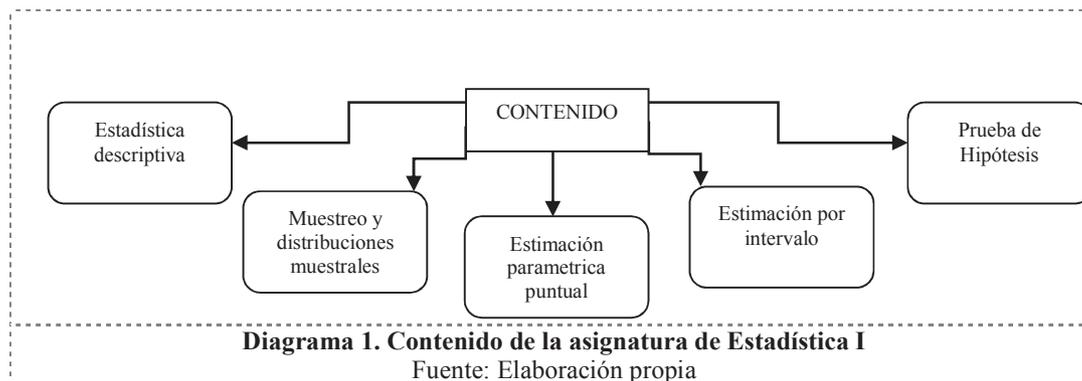
Actualmente la Estadística es indispensable debido a su aporte al manejo de la información en diversas disciplinas. Promover el interés por su aprendizaje y lograr que sea significativo no es labor fácil, por ello en la asignatura de Estadística I de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, BUAP, se implementa su enseñanza mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) desde el 2014, a partir de esta experiencia fue notoria la necesidad de mejorar esta metodología, para que el alumno acceda a un aprendizaje significativo a nivel universitario. El trabajo presenta la importancia de evaluar el avance alcanzado en las distintas etapas de los proyectos, y la elaboración de los instrumentos utilizados en la primera mitad del desarrollo de los mismos, destacando los conceptos estadísticos involucrados en el proceso y su aplicación. Se espera este sirva de apoyo a docentes de nivel superior interesados en enseñar estadística utilizando ABP.

PALABRAS CLAVE

Estadística, Aprendizaje Basado en Proyectos, Instrumentos de valoración.

INTRODUCCIÓN

Anderson y Loynes (1987) citados en Batanero y Díaz (2004) piensan que “la Estadística es inseparable de sus aplicaciones y su justificación final es su utilidad en la resolución de problemas externos a la propia Estadística”. En el plan de estudios del curso, en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas (FCFM) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), se hace mención de cómo la asignatura contribuye al perfil del egresado en cuanto a conocimientos, habilidades, actitudes y valores; además de mencionar el contenido a cubrir en el curso como se puede apreciar en el Diagrama 1.



El objetivo general de la materia en el plan de estudios es:

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

Para aportar al perfil del egresado y con los objetivos establecidos en el plan de estudios (general y específicos), se considera indispensable transmitir no sólo el conocimiento estadístico sino el interés por plantear e investigar problemas reales (no netamente matemáticos) cuyas soluciones aporten beneficios a la sociedad. En este sentido, la manera en que se enseña Estadística es relevante.

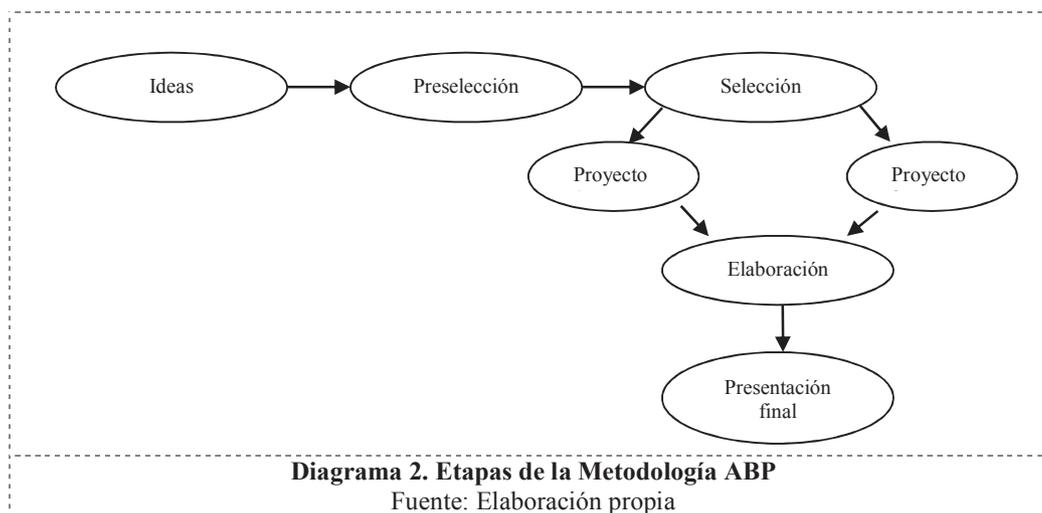
Autores como Batanero, Díaz, Contreras y Roa (2013) y Sánchez (2013) consideran que una buena manera de enseñar Estadística es utilizando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que ha sido implementada por la FCFM desde hace un par de años. Se han elaborado diversas mejoras a esta metodología desde el comienzo de la misma, pero este trabajo se enfoca principalmente en la valoración de las etapas de desarrollo y elaboración de los proyectos de investigación propuestos por los mismos estudiantes; dichas mejoras están basadas en la experiencia obtenida a través de su implementación en los cursos de Estadística I en la FCFM desde el año 2014.

Es importante mencionar que las mejoras surgieron de las dificultades encontradas al momento de implementar el ABP. Algunas de estas dificultades son:

- La diversidad de ideas propuestas por parte de los alumnos para la realización de los proyectos de investigación.
- La selección adecuada de los proyectos más factibles de realizar y que además sean de interés para los alumnos.
- La viabilidad de los proyectos en el tiempo establecido para su desarrollo y elaboración.
- Realizar las realimentaciones oportunas a los alumnos para redirigir su conocimiento y así complementar el aprendizaje de la asignatura.

Las propuestas iniciales de mejora serán mencionadas pero no se profundizará en estas porque el trabajo está centrado en la Elaboración propia del proyecto. La primera mejora a esta metodología consistió en que los alumnos presentaran ante el grupo un tema de su interés como preámbulo a un anteproyecto de investigación, ya que se considera como un factor importante el promover la iniciativa de indagar sobre lo que cada estudiante considera relevante. Después de esto, se preseleccionaron los cuatro mejores anteproyectos, pidiéndoles a los autores el fortalecimiento de la idea, para presentarla nuevamente, pero con la formalidad de un anteproyecto, logrando con esto seleccionar los dos proyectos con los cuales se adentra a los alumnos al mundo de la Estadística; esto fue posible a través de dos instrumentos de evaluación, los cuales forman parte de otra propuesta importante de mejora a la metodología ya conocida. Cabe mencionar, como siguiente mejora, la formación de equipos de trabajo antagónicos, que a partir de una pregunta detonadora formulan sus propias preguntas de investigación sobre el mismo tema.

Para abordar la última dificultad, se diseñó un instrumento de medición que permite realizar las realimentaciones a los equipos de trabajo, detectar y reforzar los conceptos estadísticos que se les dificultó comprender y aplicar correctamente en sus proyectos. El Diagrama 2 representa de manera general lo que se propone como fases de la metodología para un ABP, destacando la utilización del debido instrumento de evaluación al pasar de una etapa a otra.



Más adelante se revisa con detalle cómo se abordaron cada una de las dificultades mencionadas, así como las realimentaciones recibidas por los alumnos y los instrumentos aplicados.

MARCO DE REFERENCIA

TIPOS DE EVALUACIÓN

La evaluación permite valorar el nivel de desempeño que poseen los estudiantes, así como el logro del aprendizaje esperado; es una herramienta útil, ya que brinda información sobre las fortalezas y debilidades que los estudiantes presentan para así redirigir su conocimiento



hacia los objetivos establecidos. Leyva (2010) y Covacevich (2014) mencionan que es fundamental conocer el objetivo de la evaluación, pues a partir de esto se definirán las técnicas e instrumentos necesarios que permitan obtener información suficiente sobre el nivel del aprendizaje adquirido por los estudiantes, o de ser necesario diseñar un nuevo instrumento. Esta etapa implica cuestionarse a cerca de:

1. ¿Qué evaluar?: aspectos del aprendizaje.
2. ¿Para qué evaluar?: para guiar al estudiante en el desarrollo de su proyecto de investigación en función de la información obtenida.
3. ¿A quiénes evaluar?: alumnos, escuelas, países, etc.

Una vez definido el objetivo de la evaluación, Covacevich (2014) dice que es crucial ver la alineación entre los objetivos de evaluación y el instrumento (objetivo: propósito, contenido: qué mide y población: para quienes está diseñado); esto es importante ya que se relaciona con la utilidad de la información que se obtendrá.

De acuerdo a la funcionalidad u objetivo de la evaluación es posible evaluar en diferentes momentos del proceso de aprendizaje: al inicio (diagnóstica), durante el proceso (formativa) o al final (sumativa). Por la naturaleza de este trabajo, se tiene un enfoque en la evaluación formativa ya que Leyva (2010) menciona que la esta regula el proceso enseñanza-aprendizaje permitiendo ajustar el mismo de manera continua, brindando realimentaciones adecuadas a los estudiantes para que identifiquen los aspectos a mejorar y culminen satisfactoriamente los objetivos establecidos.

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

El cuadernillo, las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo elaborado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en México en el año 2013, define los instrumentos de evaluación como “aquéllas herramientas que nos permiten tener información específica acerca del proceso de enseñanza y de aprendizaje” (p.18).

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

- Medidas directas: se observa un producto del trabajo del estudiante, como un proyecto de investigación o pruebas de conocimiento.
- Medidas indirectas: no se basan directamente en el trabajo del estudiante sino en percepciones del estudiante, profesor u otros.

Dentro de los instrumentos para medidas directas del aprendizaje se habla de los referidos a criterios, aquí tiene relevancia el puntaje individual al compararlo con un aspecto predeterminado o estándar, ya sea en conocimientos, habilidades o actitudes; buscando entender lo que puede o no hacer el alumno. La evaluación referida a criterios está ligada a la evaluación formativa. Siguiendo la guía elaborada por Leyva (2010) es posible notar que algunos de los instrumentos más utilizados para evaluar el progreso de los estudiantes son las listas de cotejo y las escalas de evaluación. En este trabajo se optó por el diseño de

escalas de evaluación, pues a diferencia de las listas de cotejo donde sólo se indica la ausencia o presencia de algún rasgo a evaluar, éstas muestran en qué grado se presenta una característica o aspecto a observar.

Leyva (2010) recomienda elaborar una tabla de especificaciones, que cuente con categorías y de ser necesario subdivisiones de acuerdo a la naturaleza de la instrucción y la complejidad de sus finalidades; esto asegurará que el campo ha sido adecuadamente considerado tanto en el contenido como en el tipo de conducta que se debe manifestar, de este proceso depende la validez del constructo y contenido de la evaluación. Así, tal tabla debería contener un conjunto de indicadores específicos por temática o competencia que permitan comprobar que se han alcanzado los resultados de aprendizaje.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Como ya se mencionó, se implementó la metodología ABP para la enseñanza de la asignatura Estadística I en la FCFM, siendo los alumnos quienes proponen los temas a desarrollar para sus futuros proyectos de investigación, que por medio de un primer instrumento de valoración que considera aspectos tales como: portada, índice, introducción, planteamiento del problema, formulación del problema, mención del uso de la estadística, justificación, bibliografía, ortografía, dominio del tema, vestimenta adecuada del orador y tiempo establecido para presentar la idea; se preseleccionan los cuatro mejores, y más adelante como parte de una realimentación de la primera evaluación, donde se hace notar las fortalezas y debilidades de sus propuestas, se les solicita hacer cambios en pro de mejorar la propuesta para someter las cuatro mejores a una nueva evaluación a través de otro instrumento que incluye la revisión no sólo de algunos de los aspectos mencionados anteriormente, sino de otros nuevos aspectos tales como: cómo se obtendrían los datos, los datos a analizar serán suficientes, existe relación entre el título del anteproyecto con el contenido, el objetivo dará respuesta a la pregunta de investigación, la bibliografía citada proviene de fuentes confiables; así es como se logra seleccionar los dos proyectos más factibles a desarrollar por parte de los alumnos de todo el grupo.

Es vital explicar el por qué se escogen sólo dos proyectos, y la razón radica en las dificultades expuestas en la introducción. Por experiencia previa de dos años impartiendo el curso de Estadística I empleando el ABP, se ha advertido que durante la elaboración de los proyectos, no es muy viable revisar y orientar apropiadamente un número grande, pues por cuestiones de tiempo y diversidad de ideas, no se puede dar el seguimiento oportuno que cada proyecto demanda, más aún si el mismo está alejado de los objetivos propios del producto y a la relación con el contenido de la materia.

Otra mejora realizada a la metodología del ABP consiste en formar equipos antagónicos que desarrollan un mismo tema de investigación pero que definen diferentes preguntas de investigación, esto último mediante una pregunta detonadora, cuya finalidad es ver cómo cada equipo aborda el proyecto. Cabe mencionar que se forman cuatro equipos, dos están a cargo de uno de los dos anteproyectos finalistas, y los otros dos equipos restantes son responsables del segundo anteproyecto, quedando como líderes de cada equipo los autores



de las cuatro ideas preseleccionadas. Con todo esto se espera la competitividad positiva entre los equipos para lograr brindar, desde diferentes perspectivas, respuesta tanto a las preguntas de investigación como a la detonadora, y que además sea una razón extra que motive a los equipos a aprender estadística mediante un proyecto.

DESARROLLO

A continuación se presenta parte del desarrollo de los proyectos de investigación. De manera inicial, se explican los elementos que un proyecto requiere para su elaboración, mostrándo ejemplos de proyectos ya publicados por autores como Batanero y Díaz (2011); paralelamente a esto, se da comienzo a la enseñanza de la Teoría Estadística, abordando los temas que menciona el plan de estudios, se brindan ejemplos en clase y se deja tarea relacionada con los nuevos conceptos, problemas que se presentan en clase tanto individualmente como por equipo, lo que permite detectar algunas de las dificultades latentes en los estudiantes; con todo esto, los cuatro equipos de trabajo plantean sus preguntas de investigación. A partir de ello, se trabaja más la Teoría Estadística, así como su práctica mediante casos de estudio, permitiendo así incorporar tales conocimientos a sus respectivos proyectos de investigación según se requiera. Siguiendo con el desarrollo de sus proyectos, se les pide presentar un avance del desarrollo de los proyectos, que debe incluir, el diseño de un cronograma de actividades con determinados períodos de tiempo. Parte de estas actividades incluyen definir cuáles variables estadísticas analizarían, cuál sería su población de estudio, determinar el tamaño adecuado de la muestra, las técnicas e instrumentos para recolectar los datos, técnicas de análisis de datos, así como plantear pruebas de hipótesis y la obtención de resultados y conclusiones. Estos conceptos estadísticos se van enseñando a la par que avanzan en sus proyectos. Durante las presentaciones de los avances, es común detectar dificultades al determinar población de estudio, definir de manera precisa el tamaño de la muestra, el poco conocimiento de las áreas de estudio en las que se planteó el problema de investigación, entre otras. Estas dificultades se presentan debido a que no han aprendido a delimitar temas de investigación, ni respectivas poblaciones de estudio, lo que termina confundiendo a los estudiantes, mezclando poblaciones con muestras o viceversa. Como realimentación de estas cuestiones, se les orienta nuevamente acerca de cómo delimitar los temas de investigación (tiempo a requerir, número de integrantes disponibles, el acceso a los elementos de la población de estudio, etc.), las preguntas de investigación (¿qué quiero resolver o probar? ¿qué debo medir? ¿Qué debo observar? Los datos ¿cómo deben ser? ¿Cómo obtenerlos? ¿Qué haré con ellos? ¿Encontraré dificultades? ¿Cuáles? ¿Con ellos resolveré el problema planteado? etc.) y de investigación estadística, (reconocer los parámetros estadísticos involucrados en el estudio, y validar o proponer sus valores, principalmente la media poblacional) para que con ello establecieran la población objetivo y mediante cálculos previos, como lo son el nivel de confianza, error esperado, desviación estándar, entre otros, pudieran precisar el tamaño correcto de la muestra. Por mencionar un ejemplo preciso, en el proyecto de investigación titulado “Síndromes en las articulaciones por el uso excesivo de los dispositivos electrónicos”; los dispositivos electrónicos en estudio son: la computadora, el teléfono inteligente (*smartphone*) y la tableta. Uno de los equipos inicialmente quería abarcar como población de estudio a profesores y alumnos que asisten al campus de Ciudad



Universitaria de la BUAP, al conocer el tamaño exacto de la muestra a conseguir, vieron que no era viable por tiempo, personal y experiencia en la manera de recolectar la información, por lo que al final delimitaron el trabajo a solo estudiantes de tres facultades.

Otra dificultad presentada frecuentemente por los equipos es el planteamiento correcto de una prueba de hipótesis, por lo general la presentan en modo verbal sin utilizar la terminología y simbología matemática. Para abordar esta dificultad, se resuelven situaciones similares en clase, donde no se pide sustituir indiscriminadamente los valores dados en fórmulas para resolverlas, sino que se daban contextos multidisciplinarios y se solicitaba el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa de acuerdo a lo que se quisiera conocer e interpretar. Para valorar todo esto, se diseñan instrumentos de evaluación tomando como base indicadores concernientes a la Estadística y al procedimiento de trabajo relacionado al proyecto emprendido (esto permitió valorar los conceptos estadísticos involucrados en la aplicación de sus productos y otros aspectos propios de los productos como el marco teórico, detectar debilidades y generar las correspondientes realimentaciones, así como las sugerencias y aportaciones que cada equipo hizo al aprendizaje del grupo). Los instrumentos de evaluación usados en el trabajo, se pueden consultar en el siguiente enlace <http://cape.fcfm.buap.mx/jzacarias/instrumentos/>.

CONCLUSIONES

Es posible notar que incentivar a los alumnos para presentar sus propias propuestas de investigación sobre algún problema real a resolver, para elaborar su anteproyecto de investigación es de suma importancia como lo sugieren Burrill y Biehler (2011), pues elaboran su idea no sólo por cumplir, sino defienden su perspectiva, esperando que sus anteproyectos resulten factibles para el profesor y el resto del grupo. Además toman en cuenta las observaciones que se les hace para la mejora de su trabajo. Les resulta una manera dinámica y diferente de aprender, ya que se han acostumbrado al trabajo individual, a sólo aprobar exámenes para demostrar que han adquirido conocimiento. Esta metodología les enseña que la teoría vista en clase se aplica en la vida real, mediante un problema que ellos han elegido, donde deberán buscar entre sus saberes para darle respuesta; además de que sabrán lo importante que es el trabajo en equipo para lograr un objetivo común. Todos estos aspectos son aportes que la asignatura con ayuda del ABP, fortalecen el perfil del egresado, como ya se mencionó previamente en la introducción. Por esto mismo qué mejor que a esta valiosa metodología se le pueda hacer una contribución, ajustándola a necesidades específicas que permitan fortalecer la propuesta original y seguir enseñando efectivamente Estadística basada en proyectos. Es importante mencionar, que la realización de estos proyectos no solo han servido para aprobar el curso, sino que algunos de estos trabajos, han sido base para la realización de trabajos de tesis de matemáticas, tanto para nivel licenciatura, como de posgrado, así como para la participación en eventos académicos. Posteriormente en otro trabajo más amplio, se espera presentar los métodos de evaluación de los resultados finales de los proyectos, así como el instrumento que se emplea para medir los mismos, junto con el total de mejoras propuestas a la metodología ABP.



REFERENCIAS

- Batanero, C. & Díaz, C. (2004). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. En J. Patricio Royo (Ed.), *Aspectos didácticos de las matemáticas*. Zaragoza: ICE. Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/ICE.pdf>
- Batanero, C. & Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Departamento de didáctica de la matemática. Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>
- Batanero, C., Díaz, C. Contreras, J. & Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, 83, 7-18. Recuperado de http://www.sineuton.org/numeros/numeros/83/Monografico_01.pdf
- Burrill, G., & Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. In *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*, (pp. 57-69). SpringerNetherlands.
- Covacevich, C. (2014). Como seleccionar un instrumento para evaluar aprendizajes estudiantiles. (Nota Técnica del BID; 738). Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6758/C%C3%B3mo-seleccionar-un-instrumento-para-evaluar-aprendizajes-estudiantiles.pdf?sequence=1>
- Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, FCFM. (2012). Plan de Estudios (PE): Licenciatura en Matemáticas Aplicadas. Recuperado de <http://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/licMatAp/2009/asignaturas/EstadisticaI.pdf>
- Leyva, Y. (2010). *Evaluación del aprendizaje: una guía práctica para profesores*. Recuperado de http://www.ses.unam.mx/curso2012/pdf/Guia_evaluacion_aprendizaje2010.pdf
- Sánchez, E. (2013). *Elementos de estadística y su didáctica a nivel bachillerato*. Subsecretaría de educación media superior. Recuperado de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/elementos_de_estadistica_y_su_didactica_a_nivel_bachillerato_baja.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2013). *Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo*. Recuperado de http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/herramientas_evaluar/C4WEB.pdf