ANÁLISIS DE LA COMPARABILIDAD DE DOS POBLACIONES

Ana Mabel Juárez[1]; María Angélica Pérez de Del Negro[2]; Silvia Busab de Abdelnur[3]

(1) Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.
(2) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
(3) Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
mjuarez@fio.unicen.edu.ar; mperez@herrera.unt.edu.ar; sbusab@herrera.unt.edu.ar

Investigación Educativa
Palabras claves: diseño de investigación –equivalencia de grupos

Resumen

El presente trabajo es parte de la etapa preliminar de una investigación, cuyo propósito es el de mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes de las carreras de Ingeniería en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. El diseño seleccionado fue experimental tipo cuasi experimental con posprueba y grupos intactos. El grupo experimental, los alumnos que rindieron el primer examen parcial de Análisis Matemático III en el año 2007, en los que se llevó a cabo la experiencia, y el grupo control, los alumnos que rindieron el primer examen parcial de Análisis Matemático III en el año 2006, que recibieron una enseñanza tradicional. Estos grupos debían ser inicialmente comparables para poder analizar si existieron cambios en la variable dependiente definida como "Calidad del Aprendizaje".

Este trabajo muestra el análisis de la comparabilidad de los grupos, que permitió luego contrastar la hipótesis de investigación.

1. Introducción

La selección de un diseño de investigación específico se realiza con la finalidad de responder las preguntas de investigación, cumplir con los objetivos del estudio planteados y someter a prueba la hipótesis formulada. En este caso, de acuerdo al problema de investigación formulado, al contexto que rodeaba al estudio y a las posibilidades institucionales, se seleccionó, para esta investigación, un diseño experimental tipo cuasi experimental con posprueba y grupos intactos, ya que no fue posible seleccionar ni controlar todos los factores necesarios para determinar la relación de causalidad a través de un experimento puro, es decir, la situación no presentó la posibilidad de manipular y controlar la variable independiente con el rigor que requiere un experimento. Estos diseños utilizan dos grupos, uno recibe el tratamiento experimental y el otro no. Para esta investigación se tomaron los alumnos de Análisis Matemático III de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, años 2006 (grupo de referencia) y 2007 (grupo experimental). Con el objetivo de mostrar que los dos grupos podían considerarse equivalentes, como lo requiere el diseño, se estudiaron si ambos grupos fueron similares en las variables: Sexo, Condición de Recursante, Carrera y Rendimiento Académico en la asignatura correlativa anterior. Antes de realizar la experiencia se garantizó la homogeneidad de ambos grupos.

2. Fundamentación teórica

El diseño de una investigación se interpreta como el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se necesita en un estudio de investigación. Existen diferentes clasificaciones de los tipos de diseños: Investigación experimental y no experimental (Hernández Sampieri y cols., 2006). En un estudio experimental un investigador construye una situación y manipula de manera intencional a la variable independiente para evaluar el efecto sobre la variable dependiente en una situación de control. En un estudio no experimental el investigador observa situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente, para luego analizarlas. La diferencia fundamental de ambos estudios radica en la posibilidad o no de manipular y controlar la variable independiente.

En los diseños experimentales se plantea la realización de un "experimento". Un verdadero experimento requiere tres requisitos: manipulación intencional de una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar el efecto sobre una o más variables dependientes (efectos); medición válida y confiable del efecto que la variable independiente tiene sobre la variable dependiente y control o validez interna de la situación experimental, esto se refiere al grado de confianza que se tiene de que los resultados del experimento se interpreten adecuadamente y sean válidos (se logra cuando hay control, es decir, controlar la influencia de otras variables extrañas en las variables dependientes).

El control en un experimento logra la validez interna y se consigue, por ejemplo, mediante dos o más grupos de comparación equivalentes en todo, excepto en las variables independientes que se pretenden manipular. Si entre los grupos que conforman el experimento todo es similar o equivalente, excepto en la manipulación de la variable independiente, las diferencias entre los grupos pueden atribuirse a ella y no a otros factores. Los grupos deben ser equivalentes al iniciar y durante todo el desarrollo del experimento, menos en lo que respecta a la variable independiente.

La **equivalencia inicial** entre grupos implica que los grupos son similares entre sí al iniciarse el experimento; por ejemplo, uno de los métodos utilizados para conseguir dicha equivalencia es la asignación

aleatoria o al azar de los sujetos a los grupos del experimento, y el posterior control de homogeneidad entre los grupos.

Hernández Sampieri y cols. (2006) sugiere que si el experimento se refiere a métodos educativos, los grupos deben ser equiparables en número de personas, inteligencia, aprovechamiento, disciplina, memoria, genero, edad, nivel socioeconómico, motivación, etc. El promedio de estas variables debe ser el mismo en los dos grupos. Si bien no exactamente igual, no puede existir una diferencia significativa en esas variables entre los grupos.

Estos diseños, a su vez, se clasifican en: preexperimentos, experimentos puros o verdaderos y cuasiexperimentos, de acuerdo con el control que el investigador pueda ejercer sobre las variables intervinientes (Hernández Sampieri y cols., 2006). Ellos son:

- Preexperimentos: se llaman así, porque su grado de control es mínimo.
- Experimentos puros o verdaderos: reúnen dos requisitos para lograr el control y la validez interna que requiere un verdadero experimento: grupos de comparación (manipulación intencional de la variable independiente o de las variables independientes) y equivalencia de los grupos.
- Cuasiexperimentos: estos diseños también manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes pero difieren de los experimentos verdaderos en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos.

En los diseños cuasiexperimentales los sujetos no son asignados al azar ni emparejados; sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento, se trabaja con "grupos intactos" formados por motivos ajenos al experimento (Hernández Sampieri y cols., 2006). En estos diseños, la falta de aleatorización introduce posibles problemas de validez interna y externa. Como comenta Weiss (2006, c.p. Hernández Sampieri y cols., 2006, CD anexo): "Estos diseños deben luchar con la selección como fuente posible de interpretación equivocada, lo mismo que con la interacción de la selección y otros factores; así como, posiblemente, con los efectos de la regresión".

Distintos elementos pudieron operar en la formación de los grupos (que no están bajo el control del investigador), que impiden afirmar que éstos son representativos de poblaciones más amplias. De este modo, dado que su validez es menor que la de los experimentos "puros", reciben el nombre de cuasiexperimentos.

A causa de los problemas potenciales de validez interna, en estos diseños el investigador debe intentar establecer la semejanza entre los grupos; esto requiere considerar las características o variables que estén relacionadas con las variables estudiadas (Wiersma y Jurs, 2005, c.p. Hernández Sampieri y cols., 2006, CD anexo). Asimismo el investigador deberá buscar evidencia de que los grupos son equiparables en todo lo que genere diferencias entre los grupos. Cuanta mayor información se obtenga de los grupos, mayores bases se tendrán para establecer su semejanza.

La ausencia de asignación al azar hace que se ponga especial atención al interpretar los resultados y se tenga sumo cuidado de no caer en interpretaciones erróneas. Las limitaciones deben identificarse con claridad, la equivalencia de los grupos debe discutirse y la posibilidad de generalizar los resultados, así como la representatividad, deberán argumentarse sobre una base lógica (Wiersma y Jurs, 2005, c.p. Hernández Sampieri y cols., 2006, CD anexo).

Los cuasiexperimentos difieren de los experimentos "puros" en la equivalencia inicial de los grupos (los primeros trabajan con grupos intactos y los segundos utilizan un método para hacer equivalentes a los grupos; pero esto no quiere decir que sea imposible tener un caso de cuasiexperimento, donde los grupos sean equiparables en las variables relevantes para el estudio. El investigador debe analizar si los grupos son o no comparables desde el inicio (Hernández Sampieri y cols., 2006, CD anexo).

Los tipos de diseños cuasiexperimentales son muy parecidos a los de experimentos "puros". Salvo en la asignación aleatoria, son iguales en todo, la interpretación es similar, las comparaciones son las mismas y los análisis estadísticos iguales (salvo que a veces se consideran las pruebas para datos no correlacionados). Los tipos son:

- Diseño con postprueba únicamente y grupos intactos: utiliza dos grupos, uno recibe el tratamiento experimental y el otro no. No hay asignación al azar ni emparejamiento. Es importante que los grupos sean inicialmente comparables. Los grupos son comparados en la postprueba para analizar si el tratamiento experimental tuvo un efecto sobre la variable dependiente. Si los grupos no son equiparables entre sí, las diferencias en las postpruebas de ambos grupos se atribuirían a la variable independiente, pero también a otras razones diferentes (Hernández Sampieri y cols., 2006, CD anexo).
- Diseño con preprueba-postprueba y grupos intactos (uno de ellos de control): es similar al que incluye posprueba únicamente y grupos intactos, sólo que en este caso a los grupos se les administra una preprueba, la cual puede servir para verificar la equivalencia inicial de los grupos (si son equiparables no debe haber diferencias significativas entre las prepruebas de los grupos).
- Diseños cuasiexperimentales de series cronológicas: en ocasiones el investigador pretende analizar efectos al mediano y largo plazos o los efectos de la administración del tratamiento experimental varias veces; pero no cuenta con la posibilidad de asignar al azar a los sujetos o participantes a los grupos del experimento. Se aplican mediciones repetidas de la variable dependiente y se inserta el tratamiento experimental entre dos de esas mediciones en, al menos, un grupo; mientras que a otro grupo no se le aplica ningún tratamiento en el periodo de "experimentación".

3. Desarrollo

La situación del contexto influyó, no tan solo en la elección del diseño de investigación sino, también, en la selección de las variables de estudio para el análisis de la equivalencia inicial de los grupos. Si bien se sabe que la mayor información que se obtenga de los grupos, mayores bases se tendrán para establecer su semejanza, en esta investigación sólo se pudieron obtener datos para las variables: Sexo, Condición de Recursante, Carrera y Rendimiento Académico en la asignatura correlativa anterior. Estas variables se consideraron relevantes por estar relacionadas con las variables en estudio. Para analizar la comparabilidad entre los grupos, se seleccionaron, entonces, como:

Grupo control: los 84 alumnos que rindieron el primer examen parcial de Análisis Matemático III de la Facultad de Ingeniería en el año 2006.

Grupo experimental: los 77 alumnos que rindieron el primer examen parcial de Análisis Matemático III de la Facultad de Ingeniería en el año 2007 (este año los alumnos formaron parte de la experiencia).

Se analizaron los datos y luego se aplicaron técnicas estadísticas para conocer si los grupos fueron homogéneos en las variables estudiadas.

La principal técnica estadística empleada fue la Prueba de homogeneidad con el estadístico ji cuadrada (Walpole, 1999), para determinar si los mismos podían considerarse homogéneos en las variables definidas anteriormente.

4. Resultados

Para la variable categórica Sexo, en este caso dicotómica, pues mide la condición de ser Femenino o Masculino, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla Nº1. Para visualizar que la distribución de la variable Sexo para ambos años fue similar se presenta un gráfico de barras, Grafico Nº1.

Sexo	Año	
	2006	2007
Femenino	17 (20%)	19 (25%)
Masculino	67 (80%)	58 (75%)
Total	84 (100%)	77 (100%)

Tabla Nº 1: Distribución de frecuencias de la variable Sexo en los años 2006 y 2007

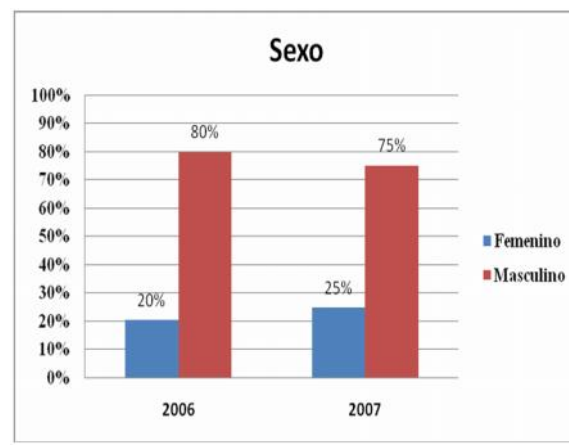

Gráfico Nº1: Distribución porcentual del número de alumnos de la variable Sexo en los años 2006 y 2007

La Prueba estadística de homogeneidad para probar que las proporciones de mujeres y varones en ambos años son las mismas, dio el siguiente resultado: $\chi^2_{(1)} = 0{,}24,\ (p = 0{,}6272)$, lo que indica que no existen diferencias significativas entre ambas poblaciones respecto de la condición de ser de sexo Femenino o Masculino.

Para la variable categórica Condición de Recursante, los resultados fueron:

Condición de recursante	Año	
	2006	2007
No recursante	56 (67%)	48 (63%)
Si recursante	28 (33%)	29 (37%)
Total	84 (100%)	77 (100%)

Tabla Nº 2: Distribución de frecuencias de la variable Condición de Recursante en los años 2006 y 2007

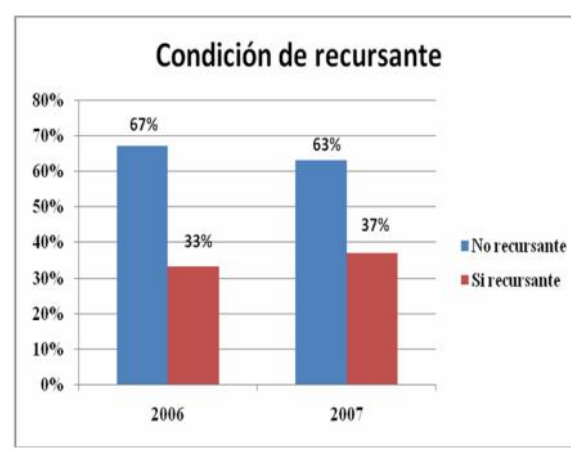

Gráfico Nº2: Distribución porcentual del número de alumnos de la variable Condición de Recursante en los años 2006 y 2007

La Prueba estadística de homogeneidad para probar que las proporciones de alumnos en ambos años mantienen su condición, dio el siguiente resultado: $\chi^2_{(1)} = 0{,}17,\ (p = 0{,}6827)$, lo que indica que no existen diferencias significativas entre ambas poblaciones respecto de la Condición de Recursante.

Para la variable Carrera, los resultados se muestran en la Tabla Nº3. Se presenta el Gráfico Nº3 para visualizar la distribución de esta variable.

Carrera	Año	
	2006	2007
Ingeniería Civil	9 (11%)	14 (18%)
Ingeniería Electromecánica	26 (31%)	22 (27%)
Electromedicina	8 (9%)	7 (10%)
Ingeniería Industrial	28 (33%)	21 (28%)
Ingeniería Química	13 (16%)	13 (17%)
Total	84 (100%)	77 (100%)

Tabla Nº 3: Distribución de frecuencias de la variable Carrera en los años 2006 y 2007

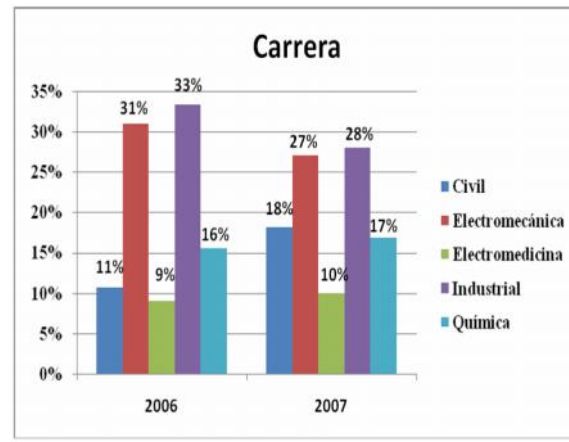

Gráfico Nº3: Distribución porcentual del número de alumnos de la variable Carrera en los años 2006 y 2007

La Prueba estadística de homogeneidad para probar que las proporciones de alumnos inscriptos en las distintas carreras en ambos años son las mismas, dio el siguiente resultado: $\chi^2_{(4)} = 2{,}32,\ (p = 0{,}6773)$, lo que indica que no existen diferencias significativas entre ambas poblaciones respecto de la variable carrera en la que están inscriptos.

Para analizar la variable Rendimiento Académico, se trabajó con el promedio de las calificaciones obtenidas por los alumnos en las dos pruebas parciales de la asignatura correlativa anterior perteneciente a la misma área de conocimiento, Análisis Matemático II, por considerarse más significativo la influencia que podría tener el desempeño de los alumnos durante el cursado de dicha asignatura en Análisis Matemático III. Se definieron tres intervalos para agrupar las notas de los alumnos por considerarse que los mismos permiten ubicar las notas de cada uno posicionándolos en regulares, buenos y muy buenos.

A continuación se muestra en la Tabla Nº4 la distribución de los alumnos obtenida para esta variable:

Rendimiento Académico	Año	
	2006	2007
30≤ R.A.<55	6 (7%)	3 (4%)
55≤ R. A.<80	72 (86%)	64 (83%)
80≤ R.A.≤100	6 (7%)	10 (13%)
Total	84 (100%)	77 (100%)

Tabla Nº 4: Distribución de frecuencias de la variable Rendimiento Académico en los años 2006 y 2007

Se puede observar que no se considera el intervalo menor que 30, pues todos los alumnos inscriptos en Análisis Matemático III, son alumnos que ya cursaron la asignatura correlativa anterior, por lo tanto, teniendo en cuenta la normativa de evaluación, no es posible que alumnos con parciales con puntuaciones menores a 30 puntos puedan estar cursando Análisis Matemático III.

Medidas descriptivas	Año	
	2006	2007
Media	67.3	67.9
Mediana	68.0	67.0
Desvío Estándar	8.12	9.43
Mínimo	51.0	51.0
Máximo	89.0	92.0
Rango	38.0	41.0
1º cuartil	61.5	61.0
2º cuartil	72.0	73.0

Tabla Nº 5: Medidas descriptivas para la variable Rendimiento Académico en los años 2006 y 2007

Para representar la variable Rendimiento Académico se realizó un diagrama de caja, para apreciar formas de distribución muy similares:

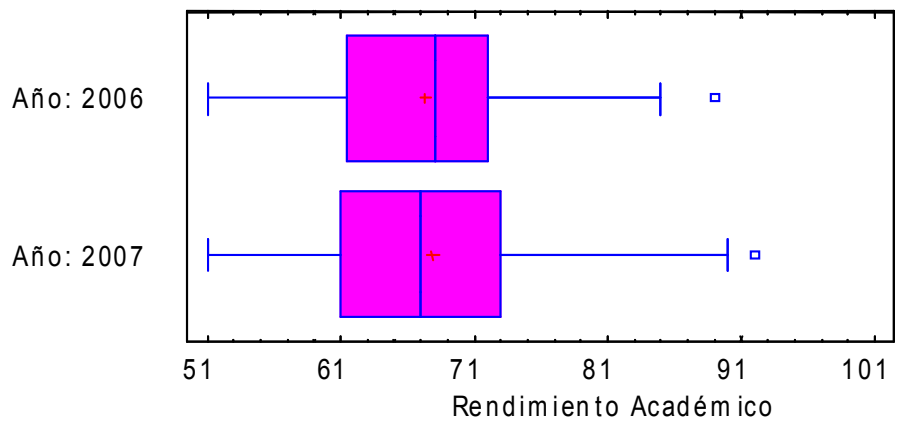

Gráfico Nº4: Distribución de caja de la variable Rendimiento Académico de los alumnos en los años 2006 y 2007

Las medianas no difieren sustancialmente, como tampoco el ancho de las cajas.

Los brazos inferiores presentan características similares, no así los superiores que tiene mayor extensión en el año 2007. Esto explica el comportamiento del gráfico Nº5 de los cuantiles en sus valores superiores, cuando se quiere observar la normalidad de ambas poblaciones (Walpole, 1999).

La Prueba estadística, Kolmogorov-Smirnov, K-S = 0.850593 (p=0.473604) (Siegel y Castellan, 1995) indica que no existen diferencias significativas en las distribuciones de ambas poblaciones. Además, el test F, F=0.740965 (p=0.181939) muestra evidencias significativas de la igualdad de varianza entre ambas poblaciones.

Por todo lo antes expresado, se concluye que las poblaciones de alumnos en los años 2006 y 2007 respecto del Rendimiento Académico tienen distribuciones similares y aproximadamente normales.

Esta similitud puede percibirse también en el Gráfico Nº5 de los cuantiles del Rendimiento Académico de los alumnos de la asignatura Análisis Matemático II para los años 2006 y 2007 que se presenta a continuación.

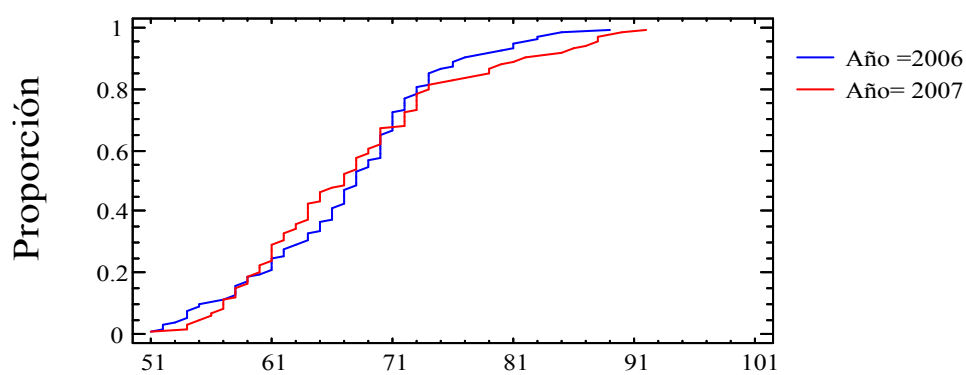

Gráfico Nº5: Cuantiles del Rendimiento Académico de los alumnos en los años 2006 y 2007

5. Conclusiones

El diseño metodológico resultó satisfactorio para cubrir los objetivos del trabajo de investigación teniendo en cuenta las limitaciones del contexto de investigación.

El análisis comparativo de las dos poblaciones realizado para poder llevar a cabo el trabajo de investigación permitió avanzar en la investigación, dando sustento al diseño de investigación elegido, y apoyando la decisión de tomar a la población del año 2006 como grupo de comparación para contrastar la hipótesis de investigación.

6. Referencias bibliográficas

- Álvarez de Zayas, C. (1995). *Metodología de la Investigación Científica.* La Habana: M.E.S.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, L. (2006). *Metodología de la Investigación* (4ª ed.). México: Editorial McGraw-Hill.
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa* (5ª ed.). Madrid: Editorial Pearson Addison-Wesley.
- Siegel, S. y Castellan, N. (1995). *Estadística no paramétrica, Aplicada a la ciencia de la conducta.* México: Trillas.
- Walpole, R. (1999). *Probabilidad y Estadística para ingenieros*. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.