



DISEÑO EN BLOQUE PARA EVALUAR LA INFLUENCIA DE TRES  
MODELOS PEDAGÓGICOS EN LOS VALORES DEL ÍNDICE SINTÉTICO DE  
CALIDAD EDUCATIVA OBTENIDOS POR ALGUNAS INSTITUCIONES.

JENNY LILIANA RUIZ LEÓN  
BLANCA LUCY MARTÍNEZ ORJUELA

Trabajo de grado para optar al título de  
Especialista en Estadística Aplicada

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS  
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA  
BOGOTÁ, D.C., 2016



DISEÑO EN BLOQUE PARA EVALUAR LA INFLUENCIA DE TRES  
MODELOS PEDAGÓGICOS EN LOS VALORES DEL ÍNDICE SINTÉTICO DE  
CALIDAD EDUCATIVA OBTENIDOS POR ALGUNAS INSTITUCIONES.

JENNY LILIANA RUIZ LEÓN  
BLANCA LUCY MARTÍNEZ ORJUELA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS  
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA  
BOGOTÁ, D.C., 2016

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen y Abstract .....	6
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. OBJETIVOS .....	9
1.1.1 Objetivo General .....	9
1.1.2. Objetivos específicos.....	9
CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA .....	10
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO.....	13
3. 1. Diseño en Bloques completos aleatorizados.....	15
CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO.....	19
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	22
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN.....	26
REFERENCIAS.....	28

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Modelo para bloques completos	
Fuente: Apuntes de clase de diseño de experimentos. ....	16
Tabla 2. Estructura tabla ANOVA	
Fuente: Elaboración propia.....	17
Tabla 3. Verificación de supuestos	
Fuente: Elaboración propia.....	18
Tabla 4. Valores del ISCE para algunas instituciones educativas.	
Fuente: Elaboración propia.....	22
Tabla 5. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo.	
Fuente: Hoja de cálculo electrónica Excel. ....	22
Tabla 6. Anova de un factor.	
Fuente: Lenguaje y entorno de programación R. ....	23
Tabla 7. Hipótesis lineales: Prueba Tukey	
Fuente: Lenguaje y entorno de programación R. ....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Modelos Pedagógicos. Fuente: Elaboración propia .....	12
Figura 2.	Modelo principal de un proceso o sistema. Fuente: (Montgomery, 2004) .....	13
Figura 3.	Componentes principales de un diseño de experimentos. Fuente: Elaboración propia .....	14
Figura 4.	Diseño de bloques completos aleatorizados. Fuente: Montgomery (2004) .....	16
Figura 5	Diseño en bloques para el efecto del modelo en el ISCE. Fuente: Elaboración propia .....	20
Figura 6.	Diagrama de Caja. Fuente: Lenguaje y entorno de programación R .....	.24
Figura 7.	Gráfica de las medias. Fuente: Lenguaje y entorno de programación R .....	25

# DISEÑO EN BLOQUE PARA EVALUAR LA INFLUENCIA DE TRES MODELOS PEDAGÓGICOS EN LOS VALORES DEL ÍNDICE SINTÉTICO DE CALIDAD EDUCATIVA OBTENIDO POR ALGUNAS INSTITUCIONES

JENNY LILIANA RUIZ LEÓN\*, BLANCA LUCY MARTÍNEZ ORJUELA\*\*<sup>1</sup>

## Resumen

El presente trabajo evaluó, a partir de la aplicación de técnicas estadísticas del diseño de experimentos, la incidencia de tres modelos pedagógicos: Inteligencias Múltiples, Pedagogía Conceptual y del Modelo pedagógico Social, en los resultados obtenidos en el Índice Sintético de Calidad Educativa, obtenidos por algunas instituciones educativas de Colombia, en los ciclos educativos: Básica Primaria, Básica Secundaria y Media.

Para llevar a cabo la evaluación, inicialmente se utilizó un ANOVA en bloques, el cual permitió determinar que aunque al 5% de significancia la hipótesis nula se rechaza, es decir, existe por lo menos un modelo pedagógico que afecta al ISCE, los datos debían ser analizados a partir de un diseño aleatorizado de un factor ya que los ciclos educativos no tenían efecto sobre el ISCE, por lo anterior se procedió a realizar el ANOVA de un factor donde se corroboró que los modelos pedagógicos si afectan los valores del ISCE.

Luego, se realizaron un test de normalidad, el cual permitió establecer que no había normalidad en los datos, y una Prueba de Bartlett, la cual arrojó como resultado la homogeneidad de varianzas. Además, teniendo en cuenta que no hubo normalidad en los datos, se procedió a realizar una prueba ANOVA no paramétrica Kruskal-Wallis, ésta prueba permitió corroborar que si había diferencia en el valor del ISCE según el modelo pedagógico. Posteriormente, para detectar

---

<sup>1</sup> \* Licenciada en Matemáticas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. E-mail [jenili8@hotmail.com](mailto:jenili8@hotmail.com)

\*\* Licenciada en Matemáticas, Universidad Pedagógica Nacional. E-mail [samymar55@hotmail.com](mailto:samymar55@hotmail.com)

cuál es el modelo que no tiene el mismo efecto sobre el ISCE se realizó la prueba de Tuckey, obteniendo como resultado que el Modelo Social pedagógico no tiene el mismo efecto que tienen los modelos Inteligencias Múltiples y Pedagogía Conceptual.

**Palabras clave:** Modelos Pedagógicos, ISCE, Diseño en bloques, ciclos educativos.

## ABSTRACT

This study evaluated from the application of statistical techniques of experiments designing , the incidence of three teaching models: multiple intelligences, conceptual pedagogy and educational social model, on the results obtained in the synthetic index of educational quality, obtained by some educational institutions of Colombia, in the educational cycles: elementary, secondary and high school.

To carry out the evaluation, initially was used ANOVA in blocks, which allowed to determine that although 5% significance the null hypothesis is rejected, it means, there is at least a pedagogical model which affects the ISCE, data should be analyzed from a randomized design of a factor, since the educational cycles had no effect on the ISCE , therefore proceeded to perform the ANOVA of a factor where it was confirmed that the pedagogical models affect the values of the ISCE.

Then, were done a normality test, which allowed establishing that there was no normal data, and a Bartlett test, which gave as a result the homogeneity of variances. In addition, taking into account that there was no normal data, proceeded to make a non-parametric Kruskal-Wallis ANOVA test, which allowed corroborated that there was difference in the value of the ISCE according to the pedagogical model. Subsequently, to detect which is the model that has the same effect on the ISCE, was performed the Tuckey test, with the result that the social-pedagogical model does not have the same effect as the multiple intelligences and conceptual pedagogy models have.

**Keywords:** pedagogical models, ISCE, design in blocks, educational cycles.

## Capítulo 1. Introducción

Teniendo en cuenta que en el país uno de los retos principales en el ámbito educativo ha sido alcanzar una educación de calidad que permita a la sociedad colombiana avanzar en términos de desarrollo humano, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha llevado a cabo diferentes acciones como la presentación de un portafolio de modelos pedagógicos para que sean implementados por las diferentes instituciones educativas del país, teniendo en cuenta sus necesidades y problemáticas particulares. Además, ha establecido como meta principal hacer de Colombia el país más educado de América Latina en el 2025, brindando diariamente a los niños, niñas y adolescentes una educación de mejor calidad (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Con el propósito de alcanzar dicha meta el MEN ha venido realizando, desde el año 2015, un seguimiento del progreso de las diferentes instituciones a partir de la implementación de una herramienta conocida como Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE), la cual permite que los diferentes miembros de las comunidades conozcan, de manera objetiva, tanto los aspectos que han fortalecido su proceso de mejoramiento de la calidad como aquellos que se deben mejorar en cada uno de los ciclos educativos: Básica Primaria, Básica Secundaria y Media.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo toma como referencia la utilización de diferentes métodos estadísticos que en educación han permitido establecer conclusiones válidas y objetivas sobre la eficacia de las acciones llevadas a cabo con el propósito de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento. Particularmente, el diseño estadístico de experimentos es una técnica que ha permitido identificar si existen factores que influyen en el comportamiento de una variable de interés en algún fenómeno educativo.

En el caso expuesto, la posible influencia de los modelos pedagógicos sobre el valor del ISCE, puede evaluarse mediante el uso de un diseño estadístico de experimentos. Sin embargo, el hecho de que las acciones correctivas que se

toman a nivel educativo se realicen de manera diferenciable por el ciclo de escolaridad, es necesario incluir esta restricción en el diseño.

De no realizarse dicha evaluación no se podrán establecer conclusiones sobre si los modelos pedagógicos inciden en los valores del ISCE, restringiendo así las posibles acciones para cumplir la meta de hacer de Colombia la más educada.

Es por esto, que para evaluar el efecto del modelo pedagógico en el ISCE, se propone utilizar un diseño de experimentos con estructura de bloques, donde el ciclo educativo se utilizará como un factor de control local.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto que pueden tener tres modelos pedagógicos en el valor del ISCE.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Estimar el modelo de efectos para el ISCE, utilizando una estructura en bloques completos.
- Determinar si existe diferencia entre los valores del ISCE según el modelo pedagógico empleado.
- Determinar cuál o cuáles son los modelos pedagógicos que tienen un mejor ISCE.

## Capítulo 2. Marco de Referencia

El MEN ha establecido que el ISCE se presenta, en cada uno de los ciclos educativos: Básica primaria, Básica secundaria y Media, en una escala de 1 a 10 y se determina cada año, a partir de la evaluación de cuatro componentes: Progreso, Desempeño, Eficiencia y Ambiente Escolar, los cuales miden en cada institución cuánto han mejorado los resultados en relación con el año anterior, cómo están los resultados de las pruebas con relación al resto del país, cuántos estudiantes aprueban el año escolar y cómo es el ambiente escolar en las aulas de clase, respectivamente.

Para la socialización de los resultados obtenidos en el ISCE cada institución cuenta con una jornada denominada Día E, en la cual los directivos docentes, docentes, estudiantes y padres de familia se reúnen con el propósito de analizar la pertinencia de los procesos de mejoramiento de la calidad educativa que han llevado a cabo dentro de la institución, y de acuerdo con ellos establecer estrategias que permitan alcanzar la excelencia.

Un aspecto fundamental para mejorar el ISCE es estudiar la pertinencia del modelo pedagógico que cada institución ha escogido como carta de navegación, dichos modelos hacen referencia a los métodos o estrategias educativas que a lo largo de la historia han sido implementadas con el propósito de alcanzar una educación de calidad, donde los estudiantes además de tener la posibilidad de participar activamente en la adquisición de su aprendizaje puedan hacer una conexión de las diversas temáticas con aspectos de su cotidianidad.

Los modelos tienen su sustento conceptual en las características y necesidades presentadas por la población a la cual busca atender y se apoya en tecnologías y materiales educativos propios. A través de la implementación de los mismos, se busca generar los mecanismos necesarios para que, reconociendo sus especificidades, se le brinde a estas poblaciones oportunidades de acceder, permanecer y promocionarse en condiciones apropiadas de calidad, pertinencia, eficiencia y equidad. (MEN, Dirección de Poblaciones y Proyectos Intersectoriales, p.4)

Los modelos han propendido, entre otras cosas, por el desarrollo de los procesos de argumentación, razonamiento, análisis y creatividad de los estudiantes a partir de la creación de estrategias curriculares, en las cuales se ha

involucrado en gran medida la participación de todos de los miembros de la comunidad educativa.

Algunos de los modelos pedagógicos que se implementan actualmente en las instituciones educativas del país son el Modelo de Inteligencias Múltiples, la Pedagogía Conceptual y el Modelo Pedagógico Social, los cuales se describen brevemente a continuación:

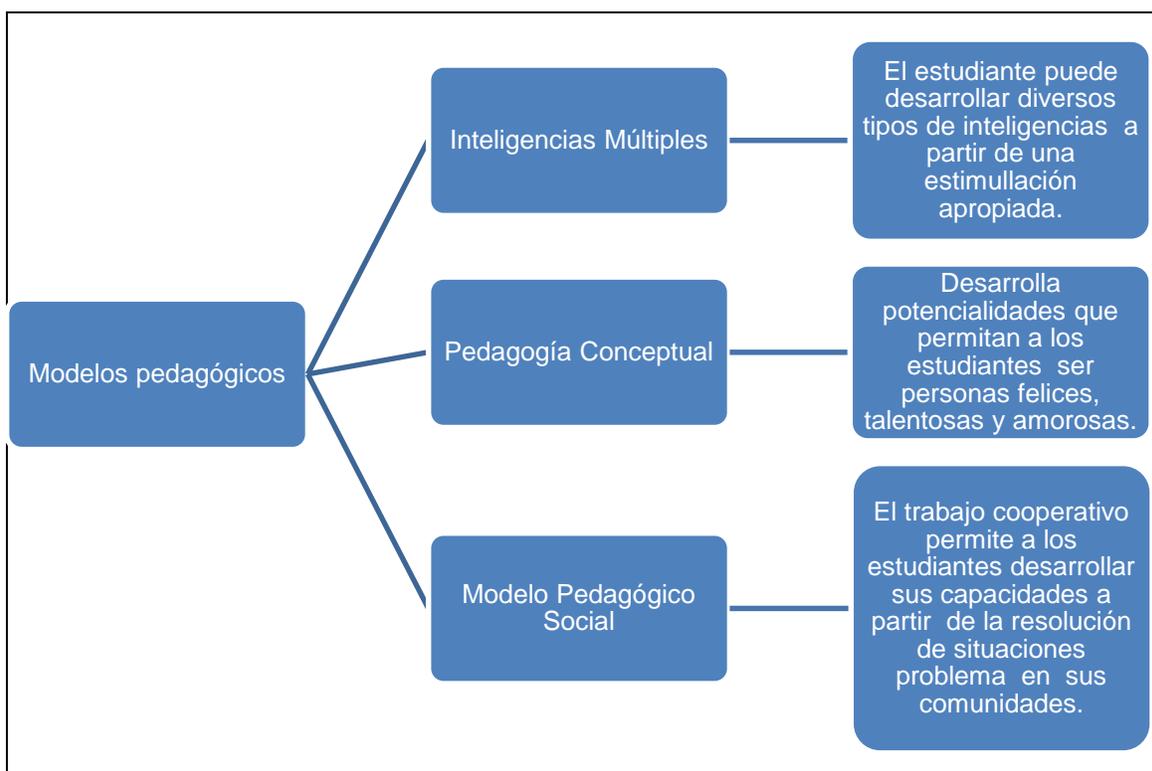
El Modelo de inteligencias Múltiples fue propuesto por el doctor Howard Gardner en 1993 y establece que la inteligencia, al ser entendida como la capacidad que tiene un ser humano para solucionar problemas o para generar conocimientos, puede ser desarrollada ampliamente si se tienen las condiciones necesarias para ello. Gardner también estableció que existen diversos tipos de inteligencias, entre las que se encuentran: la musical, la lingüística, la lógico-matemática, la espacial y la corporal. (Hernández, 2016). De lo anterior se deriva la necesidad de generar, en las instituciones educativas que implementen el modelo, diversos proyectos que permitan a los estudiantes desarrollar los diferentes tipos de inteligencias (Gimnasio El Hontanar, 2016).

Por otra parte, la Pedagogía Conceptual se define como un modelo pedagógico de carácter formativo, el cual determina que el desarrollo del pensamiento se da a partir de la enseñanza de competencias afectivas, expresivas y cognitivas del ser humano. Su interés se centra en desarrollar en los estudiantes las potencialidades que les permitan ser personas talentosas, amorosas y felices, capaces de entablar buenas relaciones con las demás personas, brindando herramientas que les permitan cultivar sus talentos y la toma de decisiones para su vida personal y profesional, basadas en sus habilidades y preferencias. (Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani, 2015).

Finalmente, el Modelo Pedagógico Social reconoce al ser humano como agente generador de cambios, capaz de aportar elementos que permitan a sus comunidades avanzar en términos de calidad de vida, razón por la cual los conocimientos adquiridos por los estudiantes deben basarse en la resolución de problemáticas reales. Este modelo promueve el trabajo cooperativo donde cada

persona expone con argumentos coherentes las posibles soluciones que considera pertinentes para resolver una problemática determinada, de esta manera se estimula la crítica mutua y el aprovechamiento de la interacción con otras personas que pueden llegar a tener puntos de vista más acertados, permitiendo así que los estudiantes desarrollen tanto el espíritu colectivo como el conocimiento científico- técnico. (Institución Educativa Gustavo Cote Uribe, 2011).

La información anterior se resume en la Figura 1.



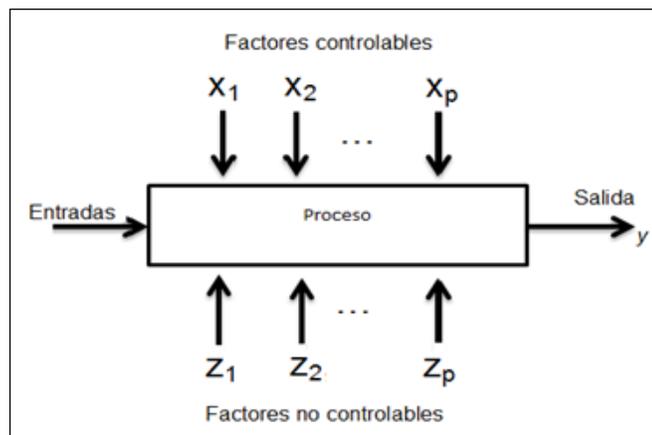
Fuente: Elaboración Propia

Figura 1. Modelos Pedagógicos.

### Capítulo 3. Marco Teórico

El diseño de experimentos es una metodología que se basa en la experimentación y se define como “una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta salida” (Montgomery, 2004, p.1). A pesar que inicialmente el diseño de experimentos surgió en el campo de la industria, a lo largo de la historia investigadores de muchos campos han llevado a cabo estudios en donde hacen uso de dicha metodología para analizar situaciones de interés, ya que brinda una alta confiabilidad para tomar decisiones y comprobar hipótesis.

En general, el diseño de experimentos aporta herramientas que permiten obtener un mayor conocimiento del comportamiento del proceso de interés (Figura 2).



Fuente: (Montgomery, 2004)

Figura 2. Modelo principal de un proceso o sistema.

En la realización del proceso, como se observa en la Figura 2, la variable se ve influenciada por factores que pueden ser controlables ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ ) o no ( $z_1, z_2, z_3, \dots, z_p$ ), y a partir de ellos se obtiene una variable respuesta (salida del proceso), es decir que al analizar una situación, dependiendo del campo de estudio, se elige una variable respuesta para la cual se desea determinar si una variable efecto influye en su determinación. Es así como el diseño de

experimentos se encarga de atender todo el proceso que se lleva cabo, buscando que los resultados obtenidos sean altamente confiables. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede establecer que “el diseño estadístico de experimentos se refiere al proceso para planear el experimento de tal forma que recaben datos adecuados que puedan analizarse con métodos estadísticos que llevarán a conclusiones válidas y objetivas” (Montgomery, 2004, p. 11).

Para garantizar que en un diseño exista la confiabilidad de resultados es indispensable tener en cuenta tres componentes principales o principios (Ver Figura 3).



Fuente. Elaboración propia

Figura 3. Componentes principales de un diseño de experimentos.

Al tener en cuenta cada uno de los componentes de un experimento, se busca reducir al máximo el error experimental para no afectar los resultados que se van a analizar.

En el primer componente es indispensable tener en cuenta que “el número de réplicas en un estudio de investigación afecta la precisión de las estimaciones de las medias de los tratamientos” (Kuelh, 2001, p.18). Por lo tanto, es importante tener en cuenta suficientes unidades experimentales para cada tratamiento. Las unidades hacen referencia al sujeto expuesto al tratamiento independientemente de otras unidades y los tratamientos a los factores que afectan al proceso, quienes al analizarlos permiten evaluar el efecto en la variable respuesta), permitiendo así medir adecuadamente el error experimental.

El segundo componente hace referencia a la asignación aleatoria de los tratamientos que van a ser aplicados en cada una de las unidades experimentales y por último, en el tercer componente se debe considerar es el control local que

permite “mejorar la precisión de las comparaciones que se hacen entre los factores de interés” (Montgomery, 2004, p.13)

El control local describe cada una de las acciones que emplea un investigador para reducir el error experimental, de esta manera, se incrementa la exactitud de las observaciones para obtener resultados confiables (Kuelh, 2001). En la amplia variedad de experimentos para realizar el control local se encuentra el diseño en bloques.

### **3. 1. Diseño en Bloques completos aleatorizados**

Es frecuente que aparezcan factores que influyen en la variable respuesta que no son el objetivo principal de estudio pero deben ser controlados. “La estructura básica de formación de bloques, suele ser útil para trabajar con factores perturbadores controlables”. (Montgomery, 2004, p. 15). Por lo tanto el diseño en bloques se aplica cuando el efecto de un tratamiento a comparar depende de otros factores que pueden influir en el resultado del experimento, estos factores deben ser considerados para anular su posible efecto y evitar el sesgo.

En el diseño en bloques las unidades experimentales se agrupan de manera que su variabilidad dentro de los grupos debe ser menor que entre las unidades antes de agruparlas (Kuelh, 2001).

Los bloques son conjuntos de unidades experimentales homogéneas dentro de sí y heterogéneas entre sí. En cada uno de los bloques están representados todos los tratamientos teniendo en cuenta la cantidad de réplicas por cada tratamiento. El orden en que se *corren* los tratamientos dentro de cada bloque es aleatorio, aplicando así uno de los componentes principales en el diseño de experimentos. La Figura 4 representa la organización de los datos en un diseño por bloques en donde se tienen  $t$  tratamientos que se quieren comparar en  $b$  bloques.

Bloque 1	Bloque 2	...	Bloque b
$y_{11}$	$y_{12}$	...	$y_{1b}$
$y_{21}$	$y_{22}$	...	$y_{2b}$
$y_{31}$	$y_{32}$	...	$y_{3b}$
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
$y_{t1}$	$y_{t2}$		$y_{tb}$

Fuente: Montgomery (2004).

Figura 4. Diseño de bloques completos aleatorizados

Luego de organizar la información, identificando bloques y tratamientos, se inicia con el análisis estadístico que permita establecer las respectivas conclusiones del estudio para el cual se está usando el diseño en bloques. El modelo para bloques completos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelo para bloques completos

---


$$y_{ijk} = T_i + B_j + e_{ijk}$$

Donde,

- $y_{ijk}$  es el valor de la variable respuesta para la unidad experimental  $k$  en el bloque  $j$  que recibió el tratamiento  $i$ .
  - $T_i$  es el efecto producido por el tratamiento  $i$ .
  - $B_j$  es el efecto producido por el bloque  $j$ .
  - $e_{ijk}$  es el componente aleatorio para la unidad experimental  $k$  en el bloque  $j$  que recibió el tratamiento  $i$ .
- 

Inicialmente se realiza el análisis de varianza a partir de la tabla ANOVA, la cual se basa en la comparación de la variabilidad media que hay entre los grupos con la que hay dentro de éstos, además dispone las cantidades que conducen a la obtención de  $F$  y registra el valor crítico de  $F$ . Para el caso del diseño en bloques se realiza con el fin de estimar los efectos de los tratamientos y los bloques. De esta manera, la pertinencia de usar el diseño depende de los efectos de los

bloques, (estos efectos pueden ser estudiados en el análisis de varianza), en este sentido, si los efectos son pequeños el diseño completamente aleatorio es el más eficaz, porque en la comparación de tratamientos el denominador tiene menos grados de libertad. Por esta razón, se realiza primero un diseño de bloques aleatorizados y, si los bloques no influyen se pasa a realizar al diseño de un solo factor (Vilar, 2016).

Existen varias herramientas que permiten realizar la tabla ANOVA, una de las de más fácil acceso es la que nos brinda la hoja de cálculo Excel, la cual arroja la siguiente estructura (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Estructura de la tabla ANOVA

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	SS <sub>Tratamientos</sub>	a-1	$\frac{SS_{Tratamientos}}{a-1}$	$\frac{CM_{Tratamientos}}{CM_{Error}}$		$F_{(a-1)(b-1)}^{a-1}$
Columnas	SS <sub>Bloques</sub>	b-1	$\frac{SS_{Bloques}}{b-1}$			
Error	SS <sub>Error</sub>	(a-1)(b-1)	$\frac{SS_{Error}}{(a-1)(b-1)}$			
Total	SS <sub>Total</sub>					

Una vez obtenida la tabla, por el medio que se elija, se desea verificar los efectos que tienen los tratamientos en la variable respuesta planteando las siguientes hipótesis:

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_a$$

$$H_a: T_i \neq T_j$$

En la tabla ANOVA las filas corresponden a los tratamientos y las columnas a los bloques. De acuerdo a la información proporcionada por la tabla se tienen dos opciones para la regla de decisión:

- Si el valor de la F calculada es mayor que el de la F tabulada se encuentra diferencia estadísticamente significativa, en el caso

contrario no se encuentra diferencia. Los valores se pueden observar tanto en los bloques como en los tratamientos.

- Teniendo en cuenta el valor de  $p$  (probabilidad), para un porcentaje de confianza del 5%, la regla de decisión está determinada por el valor de  $p$ : si  $p$  es menor o igual a 0,05 entonces si existe diferencia estadística significativa de lo contrario no existe diferencia.

Después de realizar este análisis se verifican los supuestos de normalidad y homogeneidad. La Tabla 3 presenta las pruebas que se realizan para verificar cada supuesto, además de las hipótesis y la regla de decisión.

Tabla 3. Verificación de supuestos

Supuesto	Prueba	Hipótesis	Regla de decisión
Normalidad	Test de Shapiro-Wilk en R-Commander	H <sub>0</sub> : La distribución de los datos es normal	Para un $\alpha=0,05$ se rechaza la hipótesis nula si el p-valor es mayor
		H <sub>a</sub> : La distribución de los datos no es normal	
Homogeneidad	Test de Bartlett en R-Commander	H <sub>0</sub> : Todas la varianzas son iguales	hipótesis nula si el p-valor es mayor
		H <sub>a</sub> : No todas las varianzas son iguales	

Cuando se realiza un análisis de varianza donde se determina que hay diferencia entre los tratamientos, es decir, dichos tratamientos no producen el mismo efecto en la variable respuesta, es importante conocer donde se encuentran dichas diferencias con el fin de tener mayores elementos para la toma de decisiones. Para evaluar dicha diferenciación se hace uso de la prueba estadística llamada Prueba Tukey.

La prueba Tukey mide la diferencia de los valores de la medias de dos grupos en términos de la varianza intragrupal, permitiendo hacer todas las posibles comparaciones de tratamientos de dos en dos. Por lo tanto, con dicha prueba se determina cuál o cuáles son los tratamientos que presentan diferentes efectos.

## Capítulo 4. Marco metodológico

Puesto que la información proporcionada se encuentra discriminada por ciclos educativos y no es de interés observar el efecto que tiene la variabilidad de dichos ciclos, para determinar el efecto que tiene el modelo pedagógico en el ISCE se eligió un diseño en bloques con control local, garantizando así que las instituciones educativas sean lo más homogéneas posibles y permitiendo asegurar que lo único que afecta al ISCE es el modelo pedagógico aplicado.

La información sobre los valores del ISCE obtenidos por algunas instituciones educativas se obtuvo de la página del MEN. Dichas instituciones fueron seleccionadas teniendo en cuenta dos aspectos: primero, que tuviesen en sus páginas web información sobre el modelo pedagógico que implementan y segundo, que sus resultados del ISCE estuviesen proporcionados para los tres ciclos educativos. De acuerdo con lo anterior se establecieron los siguientes elementos:

- Bloques: Ciclos educativos.
- Factor: Modelo pedagógico
- Niveles: Modelo Pedagogía Conceptual, Modelo de Inteligencias Múltiples y Modelo de Pedagogía Social.
- Tratamientos: Modelo Pedagogía Conceptual, Modelo de Inteligencias Múltiples y Modelo de Pedagogía Social.
- Unidad experimental: Institución educativa.
- Unidad observacional: Instituciones educativas.
- Variable respuesta: ISCE
- Número de réplicas por tratamiento en cada bloque: 4

El esquema del diseño en bloque con control local correspondiente a la situación descrita se muestra en la Figura 5.

		BLOQUES		
		Básica Primaria	Básica Secundaria	Media
TRATAMIENTOS	Inteligencias Múltiples	ISC <sub>11</sub> ISC <sub>21</sub> ISC <sub>31</sub> ISC <sub>41</sub>	ISC <sub>12</sub> ISC <sub>22</sub> ISC <sub>32</sub> ISC <sub>42</sub>	ISC <sub>13</sub> ISC <sub>23</sub> ISC <sub>33</sub> ISC <sub>43</sub>
	Pedagogía Conceptual	ISC <sub>51</sub> ISC <sub>61</sub> ISC <sub>71</sub> ISC <sub>81</sub>	ISC <sub>52</sub> ISC <sub>62</sub> ISC <sub>72</sub> ISC <sub>82</sub>	ISC <sub>53</sub> ISC <sub>63</sub> ISC <sub>73</sub> ISC <sub>83</sub>
	Modelo Pedagógico Social	ISC <sub>91</sub> ISC <sub>101</sub> ISC <sub>111</sub> ISC <sub>121</sub>	ISC <sub>92</sub> ISC <sub>102</sub> ISC <sub>112</sub> ISC <sub>122</sub>	ISC <sub>93</sub> ISC <sub>103</sub> ISC <sub>113</sub> ISC <sub>123</sub>

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Diseño en bloques para el efecto del modelo en el ISCE

Para el diseño en bloques se realizarán los siguientes análisis estadísticos:

### 1. Análisis de varianza

Para realizar el análisis de varianza se obtiene de la Hoja de cálculo electrónica Excel la tabla ANOVA, haciendo uso de la opción análisis de datos en la cual se elige: *Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo*. Los tratamientos hacen referencia a lo que registra la tabla como filas y los bloques se registran como columnas. A partir de este análisis se determina si existe diferencia significativa estadística entre cada uno de las tres modelos pedagógicos.

### 2. Verificación de los supuestos

Validar el modelo requiere realizar las siguientes pruebas:

- a. Normalidad: Se aplica la prueba Test de Shapiro-Wilk en el Lenguaje y entorno de programación R-Commander. Las hipótesis que se determinan aquí son:

$H_0$ : Los datos se ajustan a la distribución normal

$H_a$ : Los datos no se ajusta a la distribución normal

En dado caso que se rechace la hipótesis nula, es decir, los datos no se ajusten a una distribución normal, la prueba de Kruskal-Wallis es una alternativa no paramétrica al ANOVA de un solo factor. La prueba no requiere que los datos sean normales, sino que utilice la clasificación de los valores de los datos en lugar del valor real de los datos para el análisis.

b. Homogeneidad: Para verificar igualdad en las varianzas se aplica la prueba de Bartlett en R-Commander. Las hipótesis de homogeneidad de varianzas se determinan a continuación.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

$$H_a: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$$

### **3. Comparaciones múltiples**

Se realiza la prueba Tukey para determinar si existe algún modelo diferente a los demás, en términos de sus medias.

### **4. Consideraciones éticas**

Por ser una base de datos de dominio público, los datos se encuentran disponibles para trabajos académicos. Para efectos de este trabajo se mantendrá el anonimato de las instituciones que se seleccionaron para el análisis.

## Capítulo 5. Análisis y resultados

Tabla 4. Valores del ISCE para algunas instituciones educativas.

	Básica Primaria	Básica Secundaria	Media
<b>Modelo pedagógico: Inteligencias Múltiples</b>	6.95	7.47	7.29
	8.38	8.82	9.17
	8.46	8.06	8.21
	8.29	8.62	8.38
<b>Modelo pedagógico: Pedagogía Conceptual</b>	7.84	6.12	7.71
	8.38	8.76	9.45
	8.00	8.36	9.06
	8.16	8.45	8.03
<b>Modelo Pedagógico Social</b>	4.91	5.67	6.98
	3.79	4.55	4.05
	4.08	4.00	4.42
	3.93	4.24	4.21

La aplicación del ANOVA en bloques para los datos de la Tabla 4 arrojó como resultados los datos que se presentan a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Muestra	104.55	2	52.27	73.49	1.19e-11
Columnas	1.45	2	0.72	1.07	0.37
Interacción	0.68	4	0.17	0.24	0.91
Dentro del grupo	19.21	27	0.71		
Total	125.88	35			

A partir del análisis de los datos obtenidos se pudo determinar que aunque al 5% de significancia la hipótesis nula se rechaza, es decir, existe por lo menos un modelo pedagógico que afecta al ISCE, los datos deben ser analizados a partir de un diseño aleatorizado de un factor ya que los ciclos educativos no tienen efecto sobre el ISCE.

Los resultados del análisis de los datos, a partir de un ANOVA de un factor se presentan a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Anova de un factor.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Tratamientos	104.55	2	52.27	80.88	1.9e-13
Residuos	21.33	33	0.65		

De allí se corrobora que con 5% de significancia la hipótesis nula se rechaza, por lo cual se puede determinar que los modelos pedagógicos si afectan los valores del ISCE.

Teniendo en cuenta la conclusión anterior se procedió a realizar un test de normalidad, dicho test arrojó como resultado un p-valor igual a 0.000116, el cual al ser comparado con un 0.05 de significancia permitió establecer que la hipótesis nula se rechaza, es decir, no hay normalidad en los datos.

Posteriormente, a partir de una prueba de Bartlett se procedió a verificar la homogeneidad de varianzas, dicha prueba arrojó como resultado un p-valor igual a 0.5208, el cual al ser comparado con un 0.05 de significancia permitió determinar que la hipótesis nula no se rechaza, es decir, hay homogeneidad de varianzas.

Teniendo en cuenta que no hubo normalidad en los datos, el procedimiento a seguir fue la realización de una prueba ANOVA no paramétrica Kruskal-Wallis, la cual arrojó un p-valor igual a 1.162e-05, permitiendo corroborar que si hay diferencia en el valor del ISCE según el modelo pedagógico, para detectar cuál es el modelo que no tiene el mismo efecto sobre el ISCE se realizó la prueba de Tukey, que como se muestra en la Tabla permitió establecer que el Modelo Social

pedagógico no tiene el mismo efecto que tienen los modelos Inteligencias Múltiples y Pedagogía Conceptual (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Hipótesis lineales: Prueba Tukey

Hipótesis lineales			
	Estimar	Lwr	Upr
$T2-T1==0$	0.01833	-0.78738	0.82404
$T3-T1==0$	-3.60583	-4.41154	-2.80012
$T3-T2==0$	-3.62417	-4.42988	-2.81846

T1	T2	T3
“b”	“b”	“a”

Por último, se realizaron dos gráficos estadísticos. El diagrama de cajas permitió evidenciar que al comparar las medianas no existe diferencia entre los Modelos Inteligencias Múltiples y Pedagogía social, es decir, dichos modelos tienen el mismo valor del ISCE (Ver Figura 6).

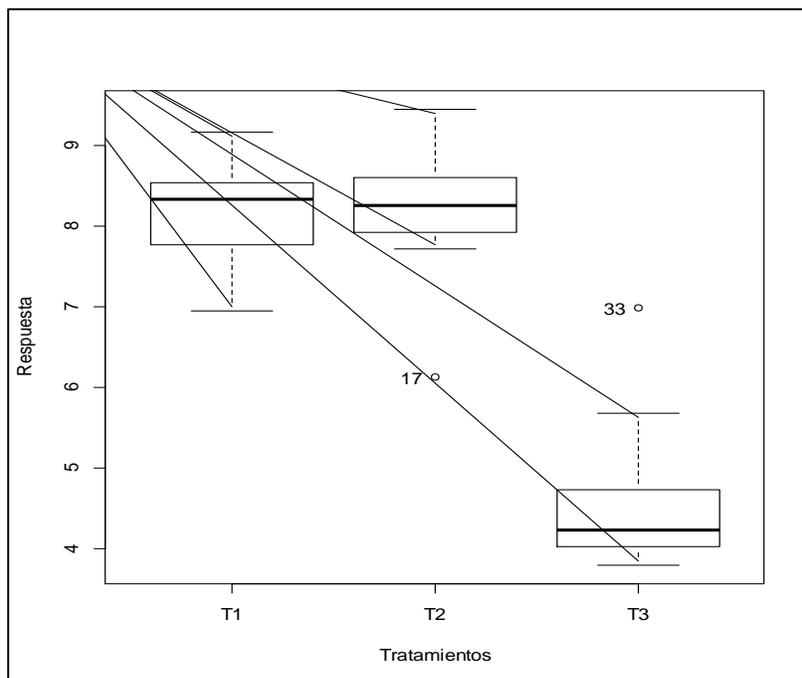


Figura 6. Diagrama de Caja

De igual manera el gráfico de medias permitió evidenciar que al comparar las medias tampoco existe diferencia entre los Modelos Inteligencias Múltiples y Pedagogía social, es decir, se corrobora que dichos modelos tienen el mismo valor del ISCE (Ver Figura 7).

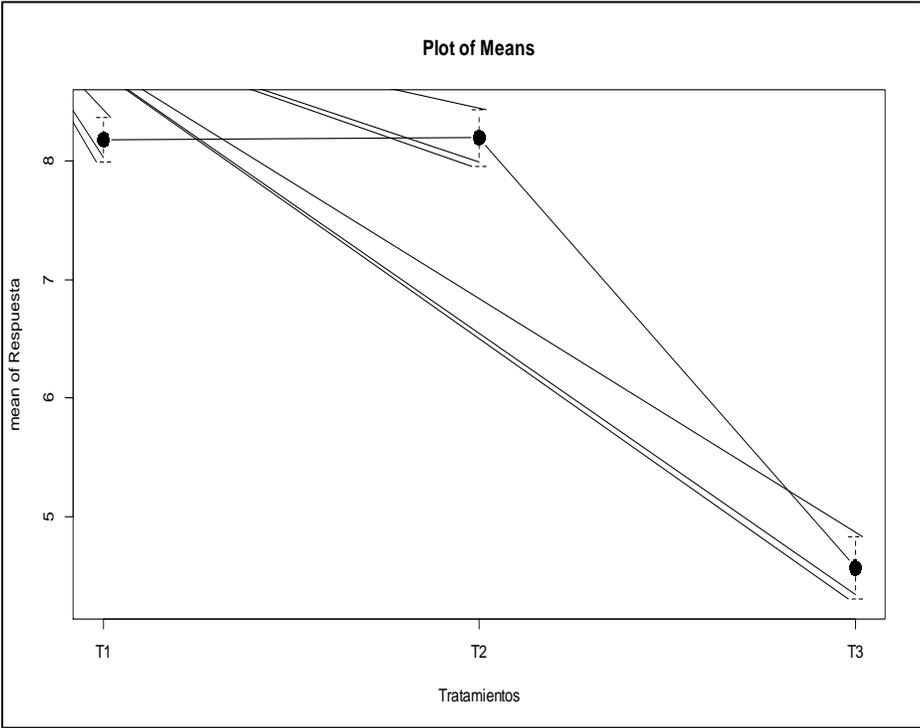


Figura 7. Gráfica de las medias

## Capítulo 6. Conclusiones y discusión

- Aunque inicialmente el análisis estadístico se llevó a cabo a partir de un diseño en bloques, donde cada bloque correspondía al ciclo educativo, se determinó que no hay diferencias significativas entre estos ciclos, razón por la cual es recomendable revisar los criterios que produjeron la presentación diferenciada de los valores del ISCE para Básica Primaria, Básica Secundaria y Media, en cada institución educativa.
- Los modelos pedagógicos si afectan el valor del ISCE.
- De los tres modelos pedagógicos, los modelos de Inteligencias Múltiples y Pedagogía conceptual tienen el mismo valor del ISCE.
- El Modelo Pedagógico Social tiene un menor valor en el ISCE.
- Aunque no se puede desconocer que el valor del ISCE depende en alguna medida de los resultados obtenidos por los colegios en las pruebas saber, así como del número de estudiantes que promocionen anualmente, es indispensable que el proceso de enseñanza-aprendizaje, llevado a cabo dentro del aula de clases, permita a los estudiantes desarrollar las capacidades de análisis y argumentación necesarias para abordar las diversas problemáticas que se le presenten, incluidas las preguntas que se presentan en dichas pruebas, por ello, y teniendo en cuenta que los modelos pedagógicos afectan el ISCE, es necesario que la implementación de éstos modelos se desarrolle de manera adecuada y responsable dentro de todas las instituciones educativas del país.
- Al identificarse diferencia entre los modelos pedagógicos, presentando un menor valor del ISCE el Modelo Pedagógico Social, se puede determinar, como posible causa, que dicha diferencia se deba a que éste modelo aborda los conocimientos de acuerdo a la necesidad de solucionar problemas del entorno social del estudiante, por lo tanto, el aprendizaje estaría condicionado a satisfacer las necesidades propias de su comunidad, desconociendo de alguna manera la adquisición de los conocimientos mínimos (estándares) que el MEN establece para cada nivel educativo. De esta forma, no estarían preparándose para las evaluaciones que están

diseñadas con base a dichos estándares, a diferencia de los otros modelos, en donde abordan cada uno de los conocimientos a partir del desarrollo de las diferentes capacidades del estudiante relacionadas con los niveles de pensamiento, análisis simbólicos, profundización, razonamiento, entre otros

## REFERENCIAS

Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani. (2015). *Modelo Pedagógico*. Extraído el 28 de Mayo de 2016 desde <http://www.albertomerani.org/modelos-pedagogico.html>

Gimnasio El Hontanar. (2016). *Enfoque Académico*. Extraído el 29 de Mayo de 2016 desde <http://www.gimnasiohontanar.edu.co/enfoque-academico/> .

Hernández, E. (2016). *Las inteligencias múltiples*. Extraído el 28 de Mayo de 2016 de [http://www.psicologia-online.com/infantil/inteligencias\\_multiples.shtml](http://www.psicologia-online.com/infantil/inteligencias_multiples.shtml)

Institución Educativa Gustavo Cote Uribe. (2011). *Atrevetete!...Pégale a la calidad*. Extraído el 28 de Mayo de 2016 desde [http://colegiogustavocoteuribe.edu.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=52&Itemid=72](http://colegiogustavocoteuribe.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=72)

Kuehl, R. (2001). *Diseño de experimentos*. Thomson learning. México, D.F.

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Colombia aprende: La red del conocimiento*. Extraído el 29 de Mayo de 2016 desde <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/siempreidae/86402>

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Dirección de Poblaciones y Proyectos Intersectoriales*. República de Colombia. Extraído el 29 de Mayo de 2016 desde [www.oei.es/quipu/colombia/portafolio\\_modelos\\_educ.pdf](http://www.oei.es/quipu/colombia/portafolio_modelos_educ.pdf)

Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. Limusa Wiley. México, D.F.

Vilar, J. (2016). *Estadística 2*. Extraído el 5 de junio de 2016 desde [http://dm.udc.es/asignaturas/estadistica2/secres\\_5.html](http://dm.udc.es/asignaturas/estadistica2/secres_5.html)