

## La Evaluación e Investigación de la Feria de Ciencias e Ingenierías en Coahuila

MUÑOZ-LÓPEZ, Temístocles †\*, MARTÍNEZ-SOSA, Vanessa y CERVANTES-MARMOLJEJO, Claudia E.

*Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. Harold R. Pape, Los Bosques, 25710 Monclova, Coahuila*

Recibido Julio 05, 2017; Aceptado Diciembre 02, 2017

### Resumen

Se desarrolló una investigación aplicada y evaluación de los proyectos y de los evaluadores que participaron en la Feria Nacional de las Ciencias (FENACI) 2016, concurso que auspiciaron el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología en el estado de Coahuila dentro de la Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en las Entidades Federativas, evento anual que fue analizado con el propósito de orientar los resultados a mejorar la calidad de los estudiantes participantes y de los proyectos que se presentan, así como de sus maestros asesores que los orientan en el desarrollo de los mismos. Se analizaron cuantitativamente y gráficamente los resultados de los proyectos clasificados como de Ciencias y de Ingeniería y se observó que las variables de Diseño y Metodología y de Ejecución de los Proyectos en ambas vertientes es lo que los diferencia y caracteriza. Los resultados obtenidos apoyaron el diseño de un Diplomado para maestros asesores que actualmente se desarrolla.

**Evaluación. Metodología. CONACYT. Asesoría de Proyectos. Evaluadores**

### Abstract

One applied research and appraisal of projects and evaluators who participated in the National Science Fair (FENACI) 2016 contest was developed, sponsored by the National Council of Science and Technology and The State Council of Science and Technology in Coahuila Mexico within the National Strategy to promote and strengthen the Popularization of Science, Technology and Innovation in the states, an annual event which was analyzed for the purpose of guiding the results to improve the quality of participant students and their projects presented as well as their advisers who guide teachers in the development thereof. The results of projects were quantitatively and graphically analyzed classified separately as Science and Engineering and observed variables and Design Methodology and Implementation of Projects, on both sides is what differentiates and characterizes them. The results supported the design of a diploma for teachers advisors currently develops.

**Evaluation. Methodology. CONACYT. Project advice. Evaluators**

**Citación:** MUÑOZ-LÓPEZ, Temístocles, MARTÍNEZ-SOSA, Vanessa y CERVANTES-MARMOLJEJO, Claudia E. La Evaluación e Investigación de la Feria de Ciencias e Ingenierías en Coahuila. Revista Sociología Contemporánea. 2017, 4-13: 1-15.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: tmunozlopez@yahoo.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

El 21 de diciembre se concluyó la evaluación de la FENACI 2016 mediante métodos cuantitativos con el propósito de desarrollar una metodología sistemática y garantizar con evidencia empírica la mayor validez de sus resultados, y con ellos mejorar las futuras versiones de evento.

En el marco de la Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en las Entidades Federativas: Coahuila 2016 (FENACI), se realizó la Fase estatal de la Feria Nacional de Ciencias e Ingenierías (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, 2016). Durante la misma se valoraron en su Primera Fase 237 proyectos de dos tipos: los correspondientes al apartado de Ciencias, y los del de Ingenierías, independientemente de su campo disciplinar específico. La Feria Nacional de Ciencias e Ingenierías (FENACI) es un concurso de proyectos de carácter científico y/o tecnológico que tiene la finalidad de premiar la creatividad, originalidad y mérito científico de estudiantes de nivel básico, medio superior y superior inscritos en instituciones educativas públicas o privadas. (CONACYT, 2016).

La organización de la Feria Nacional de Ciencias e Ingenierías es coordinada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de Consejos de Ciencia y Tecnología de los Estados de la República Mexicana. Es la única Feria de Ciencias de México que acredita proyectos para participar en INTEL ISEF. (CONACYT, 2016). Se lleva a cabo con fundamento en: el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2014-2018 y en el Programa Especial Innovación, Ciencia y Tecnología (PEICT) 2011-2017 del Estado de Coahuila. (Martínez Sosa, 2017).

En el estado de Coahuila, durante la primera fase, se registraron 237 proyectos, conformados por una totalidad de 725 participantes entre alumnos y maestros asesores provenientes de 70 instituciones de 23 municipios. Durante la Fase Estatal se contó la participación de 108 proyectos, conformados por 480 participantes, de los cuales 324 eran alumnos, 108 asesores y 48 evaluadores. En la Fase Nacional el Estado de Coahuila fue representado por 7 proyectos provenientes de 7 instituciones de 6 municipios. Participaron 17 alumnos y 7 asesores. (Martínez Sosa, 2017).

**Justificación**

La importancia de la FENACI es que permite que de manera vivencial, a través de los proyectos ya sean científicos o de ingeniería, los estudiantes aprendan sobre la ciencia y la tecnología, sus métodos y contenidos, además de su relación con la vida cotidiana. La práctica de la ciencia, tal como la realizamos los científicos en nuestros laboratorios, es la mejor manera de aprender, no solo conocimientos, si no también valores, actitudes y comportamientos que forman mejores ciudadanos y mejores personas.

Esa idea implica que debemos adoptar el proceso de la construcción de los conocimientos científicos como el principal componente en la educación científica de los niños en nuestros países. (Charpak, Léna, & Quéré, 2006, pág. 9). Igualmente, impulsa una cultura de innovación ya que mediante los proyectos de investigación y/o innovación, los “alumnos realizarán tareas interdisciplinarias basadas en proyectos que fomenten la innovación y la colaboración intercultural y aplicarán su conocimiento y creatividad para resolver problemas del mundo real” (Cisco Systems, Inc., 2009, pág. 3).

**Problema**

México está por debajo de la media de los países miembros de la OECD y que no ha habido incremento significativo en el desempeño de los alumnos en ciencias. Haciendo un comparativo con el 2006 (año en el cual la prueba también se enfocó en ciencias), el rendimiento de los jóvenes mexicanos no tuvo variaciones significativas. Y se considera entre los resultados que “entre los estudiantes que no alcanza los niveles básicos de competencia (bajo nivel dos), el rendimiento mejoró en siete puntos promedio por cada tres años entre el 2006 y el 2015” (OCDE, 2016, pág. 2).

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados en los cuales se destaca el nivel mínimo deseable que deberían alcanzar los estudiantes mexicanos en ciencias:

En promedio en los países de la OCDE, un poco más del 20% de los estudiantes en el 2015 no alcanzan el nivel mínimo de competencia en ciencias (Nivel 2). Al Nivel 2, los estudiantes son capaces de hacer uso de su conocimiento básico de los contenidos y procedimientos de ciencias para identificar una respuesta apropiada, interpretar datos, e identificar las preguntas que emergen de un simple experimento.

Todos los estudiantes deberían alcanzar el Nivel 2 una vez que concluyan su periodo de educación obligatoria. La proporción de estudiantes mexicanos que no logran alcanzar el Nivel 2 es de un 48%, la más alta entre los países de la OCDE. Esta proporción ha disminuido en 3 puntos porcentuales desde el 2006 lo cual, sin embargo, no se traduce en un cambio significativo (OCDE, 2016, pág. 2). Referente al nivel de competencia de excelencia en ciencias en los niveles cinco y seis.

En estos niveles, los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos y habilidades científicas de una manera creativa y autónoma en una gran variedad de situaciones, incluso en instancias que no les son familiares (OCDE, 2016, pág. 2) y cerca del ocho por ciento de los estudiantes de los países de la OCDE alcanzan la excelencia. Sin embargo, los estudiantes mexicanos en esos niveles son del cero punto uno por ciento, y este resultado no ha cambiado significativamente desde el 2006 (OCDE, 2016).

**Objetivos**

La información generada por los evaluadores de proyecto convocados en apoyo al proceso de ponderación y selección de trabajos relevantes, generó una gran cantidad de datos que se exploran con dos objetivos diferentes, pero estrechamente relacionados con el seguimiento y asesoría de proyectos que pasan a la Fase Nacional de la FENACI:

- Detectar las relaciones y valores significativos que intervienen en la elaboración de proyectos de la Feria Nacional de Ciencias e Ingenierías, para integrarlos en un modelo explicativo y,
- Realizar una propuesta de formación para los profesores-asesores que permita mejorar los proyectos de próximas Ferias.

**Marco Teórico**

El objetivo general de la FENACI en Coahuila es “Fomentar la creatividad, originalidad y mérito científico de estudiantes de nivel básico, medio superior y superior (de los 14 a los 22 años) inscritos en instituciones educativas públicas o privadas” (Martínez Sosa, 2017). A través de los objetivos específicos se busca:

- Incrementar el nivel competitivo de los jóvenes científicos y reconocer y certificar las habilidades científico - técnicas de los participantes.
- Promover la investigación científica juvenil en todos los sistemas educativos de los niveles medio superior y superior.
- Proporcionar seguimiento y asesoría para el mejoramiento de los proyectos.
- Apoyar iniciativas para el desarrollo de proyectos científicos (Martínez Sosa, 2017)

Un ejemplo del nivel de innovación de los proyectos de FENACI Coahuila es que a partir de los proyectos finalistas, se logró apoyar el trámite de 15 solicitudes de Propiedad Industrial ingresadas ante el IMPI a decir de: 3 Solicitudes de patente, 9 Modelos de Utilidad y 3 Modelos Industriales (Martínez Sosa, 2017). La importancia de la FENACI es que permite que de manera vivencial, a través de los proyectos ya sean científicos o de ingeniería, los estudiantes aprendan sobre la ciencia y la tecnología, sus métodos y contenidos, además de su relación con la vida cotidiana.

La práctica de la ciencia, tal como la realizamos los científicos en nuestros laboratorios, es la mejor manera de aprender, no solo conocimientos, si no también valores, actitudes y comportamientos que forman mejores ciudadanos y mejores personas. Esa idea implica que debemos adoptar el proceso de la construcción de los conocimientos científicos como el principal componente en la educación científica de los niños en nuestros países. (Charpak, Léna, & Quéré, 2006, pág. 9).

Igualmente, se impulsa una cultura de innovación ya que mediante los proyectos de investigación y/o innovación, los “alumnos realizarán tareas interdisciplinarias basadas en proyectos que fomenten la innovación y la colaboración intercultural y aplicarán su conocimiento y creatividad para resolver problemas del mundo real” ( Cisco Systems, Inc., 2009, pág. 3).

La importancia de que se lleve a cabo la participación de estudiantes en FENACI, tiene también sustento considerando los resultados de las Pruebas PISA. México está por debajo de la media de los países miembros de la OECD y que no ha habido incremento significativo en el desempeño de los alumnos en ciencias. Haciendo un comparativo con el 2006 (año en el cual la prueba también se enfocó en ciencias), el rendimiento de los jóvenes mexicanos no tuvo variaciones significativas. Y se considera entre los resultados que “entre los estudiantes que no alcanza los niveles básicos de competencia (bajo nivel dos), el rendimiento mejoró en siete puntos promedio por cada tres años entre el 2006 y el 2015” (OCDE, 2016, pág. 2).

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados en los cuales se destaca el nivel mínimo deseable que deberían alcanzar los estudiantes mexicanos en ciencias:

En promedio en los países de la OCDE, un poco más del 20% de los estudiantes en el 2015 no alcanzan el nivel mínimo de competencia en ciencias (Nivel 2). Al Nivel 2, los estudiantes son capaces de hacer uso de su conocimiento básico de los contenidos y procedimientos de ciencias para identificar una respuesta apropiada, interpretar datos, e identificar las preguntas que emergen de un simple experimento. Todos los estudiantes deberían alcanzar el Nivel 2 una vez que concluyan su periodo de educación obligatoria.

La proporción de estudiantes mexicanos que no logran alcanzar el Nivel 2 es de un 48%, la más alta entre los países de la OCDE. Esta proporción ha disminuido en 3 puntos porcentuales desde el 2006 lo cual, sin embargo, no se traduce en un cambio significativo (OCDE, 2016, pág. 2). Referente al nivel de competencia de excelencia en ciencias en los niveles cinco y seis 1, cerca del ocho por ciento de los estudiantes de los países de la OCDE alcanzan la excelencia. Sin embargo, los estudiantes mexicanos en esos niveles son del cero punto uno por ciento, y este resultado no ha cambiado significativamente desde el 2006 (OCDE, 2016).

De tal forma, que la FENACI busca convertirse en una herramienta para una enseñanza vivencial de la ciencia. Acevedo Díaz (2004) plantea que la finalidad de la enseñanza de las ciencias en el contexto escolar de los sistemas educativos de Iberoamérica sigue siendo la visión propedéutica de preparar a los estudiantes a la enseñanza superior (aunque el porcentaje de alumnos inscritos en carreras científicas no superan habitualmente el 2%), y no responde a otras necesidades personales y sociales de los alumnos.

Su propuesta es que los objetivos de la educación en ciencias se dirijan a cuestiones de carácter útil y práctico (conocimientos aplicables a la vida cotidiana y a la toma de decisiones como consumidores), democráticas (conocimientos para participar en la toma de decisiones sobre asuntos públicos y polémicos relacionados con la ciencia y la tecnología) o para desarrollar capacidades apreciadas en el mundo laboral (trabajo en equipo, iniciativa, creatividad, habilidades para comunicarse, etc.) y no solamente propedéuticas (conocimientos para proseguir estudios científicos).

La FENACI también se adapta al nuevo modelo educativo en México, en el cual se reconocen las pautas para que las personas se integren en la sociedad del conocimiento, a través de “mayor capacidad de interpretación de fenómenos, creatividad y manejo de la información en entornos cambiantes” (SEP, 2016, págs. 14-15) e igualmente se destaca que “la escuela ha dejado de ser el único lugar para aprender y la infinidad de fuentes de información nos obligan a replantear las capacidades que los alumnos deben desarrollar en su paso por la educación obligatoria” (SEP, 2016, pág. 15).

Al momento de terminar la educación preparatoria, lo deseable sería que los estudiantes tuvieran las habilidades propias de la alfabetización científica, y que también hubieran experimentado aprendizajes en variedad de contextos (Heather & Eaton, 2010). Este tipo de habilidades, son estimuladas al participar en FENACI.

Como base en esta investigación, fue utilizado el concepto de cultura científica que propone PISA, por sus siglas en inglés, significa Programme for International Student Assessment. (El INEE traduce PISA como Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes) intenta ser un estudio comparativo de evaluación de los resultados de los sistemas educativos, coordinado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). Este concepto es:

La cultura científica de un individuo corresponde a sus conocimientos científicos y a su capacidad de usar estos conocimientos para identificar las cuestiones a las cuales la ciencia puede proporcionar una respuesta.

<sup>11</sup> En estos niveles, los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos y habilidades científicas de una manera creativa y autónoma en una gran variedad de situaciones, incluso en instancias que no les son familiares (OCDE, 2016, pág. 2).

Para adquirir nuevos conocimientos, para explicar fenómenos de manera científica y para sacar conclusiones sobre hechos sobre cuestiones con una dimensión científica. Esto incluye la comprensión de rasgos característicos de la ciencia como forma de búsqueda y de conocimientos humanos, la conciencia del papel de la ciencia y la tecnología en su medio ambiente material, intelectual y cultural y la voluntad de comprometerse como un ciudadano responsable a cerca de problemas de carácter científico y tocando nociones relativas a la ciencia. (OCDE, 2013, pág. 24).

La cultura científica que se requieren para destacar en el siglo XXI, no solo puede ser adquirida por la educación formal, es necesario que se integren también estrategias complementarias de educación no formal e informal que en suma permitirán a las personas continuar seguir aprendiendo a lo largo de la vida. Mediante los proyectos de investigación y/o innovación, los “alumnos realizarán tareas interdisciplinarias basadas en proyectos que fomenten la innovación y la colaboración intercultural y aplicarán su conocimiento y creatividad para resolver problemas del mundo real” ( Cisco Systems, Inc., 2009, pág. 3).

La FENACI ayuda a desarrollar la cultura científica de los participantes, y esto es importante porque ayudará al desarrollo de habilidades y competencias para que los alumnos integren en su formación elementos que les permitirán enfrentarse con mayor facilidad a los desafíos de una sociedad cambiante. A partir de una exitosa participación en FENACI, se asume que los estudiantes logran mejorar sus competencias de colaboración, de creatividad, de comunicación y pensamiento crítico, ya que el trabajo interdisciplinario y por proyectos a realizar, tanto en el proceso como en el resultado, va encaminado a lograr un desarrollo de conocimientos, habilidades y aptitudes que integran la cultura científica.

Se logra adicionalmente pasar de la teoría a la práctica científica.

### Metodología de Investigación

Los formatos de evaluación de los jueces comprenden cinco grandes rubros o variables categóricas, que a su vez se dividen en 20 atributos, que aquí son consideradas variables simples para los tratamientos. Las mismas se utilizaron como criterios de evaluación, y son solo comparables en las últimas tres categorías y 10 variables (Criterios o Atributos) de cada formato Tabla 1

Categorías	Criterios, Atributos o Variables simples
Pregunta de investigación 10 pts.	Propósito claro y enfocado
	Contribuye al campo de estudio
	Es demostrable mediante métodos científicos
Diseño y Metodología 15 pts.	Plan y métodos de recolección de datos bien diseñados
	Variables y controles definidos, apropiados y completos
Ejecución: recolección de datos, análisis e interpretación 20 pts.	Recolección de datos y análisis sistemático
	Reproducibilidad de resultados
	Aplicación apropiada de métodos matemáticos y estadísticos
	Recolección de datos suficiente que fundamente la interpretación y conclusiones.
Creatividad 20 pts.	El proyecto es creativo en uno o más de los conceptos anteriores
Presentación cartel 10 pts.	Organización lógica del material
	Claridad en gráficos y leyendas
	Documentación de apoyo
Entrevista 25 pts	Claro, conciso, respuestas a las preguntas bien pensadas
	Comprensión de la ciencia básica del proyecto
	Interpretación y comprensión de las limitaciones de los resultados y conclusiones
	Grado de independencia en la realización del proyecto
	Reconocimiento del impacto potencial en la ciencia, la sociedad y/o economía
	Calidad de las ideas para futuras investigaciones
	En el caso de proyectos de equipo, las contribuciones y comprensión del proyecto por todos los miembros

**Tabla 1** Las Categorías y sus Variables que fueron consideradas en el formato de evaluación para proyectos de Ciencias, con su valor en puntos por categoría

Categorías	Criterios, Atributos o Variables simples
Pregunta de investigación 10 pts.	Descripción de la necesidad práctica o problema a resolver
	Definición de criterios para la solución propuesta
	Explicación de restricciones
Diseño y Metodología 15 pts.	Exploración de alternativas para resolver el problema
	Identificación de la solución
	Desarrollo de un prototipo o modelo
Ejecución: construcción y pruebas 20 pts.	El prototipo demuestra el propósito del diseño
	El prototipo se probó en múltiples condiciones
	El prototipo demuestra habilidades de ingeniería
Creatividad 20 pts.	El proyecto es creativo en uno o más de los conceptos anteriores
Presentación cartel 10 pts.	Organización lógica del material
	Claridad en gráficos y leyendas
	Documentación de apoyo
Entrevista 25 pts.	Claro, conciso, respuestas a las preguntas bien pensadas
	Comprensión de la ciencia básica del proyecto
	Interpretación y comprensión de las limitaciones de los resultados y conclusiones
	Grado de independencia en la realización del proyecto
	Reconocimiento del impacto potencial en la ciencia, la sociedad y/o economía
	Calidad de las ideas para futuras investigaciones
En el caso de proyectos de equipo, las contribuciones y comprensión del proyecto por todos los miembros	

**Tabla 2** Las Categorías y sus Variables que fueron consideradas en el formato de evaluación para proyectos de Ingenierías, con su valor en puntos por categoría

Como se mencionó antes, los Criterios, Atributos, que en este caso son considerados como variables, funcionaron como criterios para los evaluadores que deciden el puntaje a asignar en cada proyecto, aunque ellos solamente califican las cinco grandes categorías, lo que dificulta la evaluación detallada de los atributos con fines de investigación y generación de modelos.

## Resultados

### Estadística descriptiva

La muestra fue de n=402 casos (dictámenes) integrando ambos tipos de proyectos, dado que hubieron varios evaluadores en algunos y muestran la utilización de todo el espectro de calificaciones con reducidas distancias entre las calificaciones mínimas y máximas obtenidas, así como una gran consistencia entre las calificaciones asignadas por los evaluadores, y medida por el valor Z (que ya es aceptable cuando es mayor de 1.96), pero que por el coeficiente de variabilidad (C.V. > 33%) podemos apreciar al menos dos poblaciones de proyectos como era de esperarse, separados sobre todo por las categorías de Ejecución y Creatividad como se observa en la Tabla 3. La lectura por mínimos y máximos no reflejó la verdadera importancia de cada categoría dado que se miden en escalas diferentes.

N=402				Tendencia central			Medidas de Dispersión			
	Máx.	Mín.	Media	Mediana	Moda	D.S.	C.V.	Z	N+1σ	N-1σ
Atributos de la evaluación										
Pregunta de investigación	10	2	7.92	8	8	1.81	22.9	4.4	9.74	6.11
Diseño y Metodología	15	0	10.53	10	10	3.35	31.8	3.1	13.9	7.18
Ejecución	20	0	13.23	15	15	4.57	34.5	2.9	17.8	8.66
Creatividad	20	0	13.68	15	15	5.5	36.5	2.7	18.7	8.68
Presentación cartel	10	0	8.01	8	10	2.03	25.3	4.0	10	5.99
Entrevista	25	0	18.86	20	20	5.21	27.6	3.6	24.1	13.6

**Tabla 3** Estadística descriptiva de las diferentes Categorías evaluadas en los proyectos participantes.

Con los resultados obtenidos y comparando frecuencias y porcentajes para poder apreciar su relevancia, podemos afirmar que los mejores logros de los participantes en la elaboración de los proyectos, de acuerdo a los Jueces (evaluadores), se detectaron en la categoría de Presentación del cartel, utilizando criterios de normalidad a 1 sigma, muestran como normales con el mismo criterio la Pregunta de investigación, la Entrevista, el Diseño y Metodología y la Creatividad. El punto más débil de los proyectos es la Ejecución que está más bajo en su nivel de logro que la normalidad estadística de acuerdo a los evaluadores.

Atributos de evaluación	Pts. esperado	Máx.	Obtenido	Diferencia	% de Logro
Presentación cartel	10		8.01	1.99	80.1
Pregunta de investigación	10		7.92	2.08	79.2
Entrevista	25		18.86	6.14	75.44
Diseño y Metodología	15		10.53	4.47	70.2
Creatividad	20		13.68	6.32	68.4
Ejecución	20		13.23	6.77	66.15

**Tabla 4** Porcentaje de logro de los participantes en cada categoría de los proyectos según los Jueces evaluadores

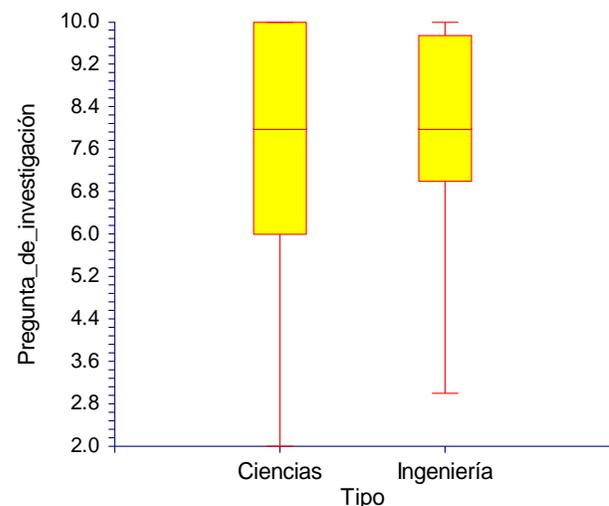
De lo anterior podemos inferir que es necesario fortalecer primero las categorías de menores puntajes, tanto en la capacitación y formación metodológica de los docentes que asesoran a los estudiantes, como en sus aspectos operacionales e instrumentales. Al mismo tiempo es conveniente promover espacios y programas específicos de Creatividad e innovación para docentes y estudiantes.

### Análisis gráfico de cajas

El análisis gráfico fue conducido mediante el uso de Diagramas de cajas (Box Plot o Cajas y bigotes) para investigar los valores extremos atípicos (llamados outliers) o estudiar la distribución de los valores de los datos (el patrón de los valores de los datos a lo largo del eje de la mediana).

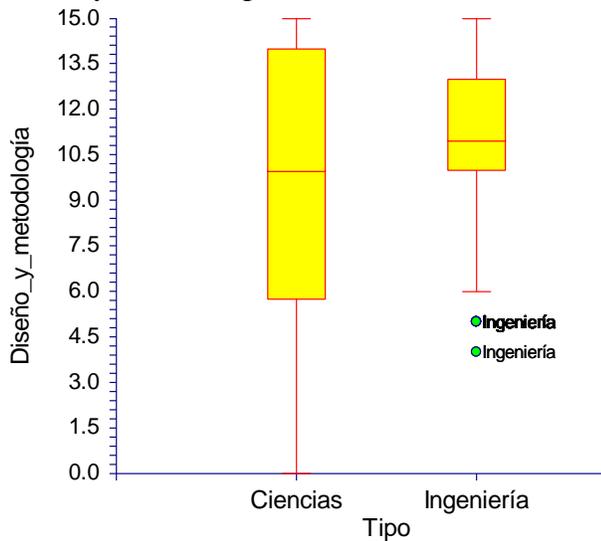
El Diagrama de cajas muestra el centro de una variable, la distribución de sus datos, y sus outliers o valores atípicos. Se compone de una caja (un rectángulo) con las líneas, y los puntos agregados a ella. La anchura de la caja es arbitraria o convencional y la presentación usual de los límites de la cubierta y el fondo de la caja son los porcentajes 75avo y 25avo. La longitud de la caja es así el rango intercuartil (IQR). Es decir, la caja representa y contiene el 50% o mitad de los datos centrales.

La Pregunta de investigación tiene una mediana equiparable en los proyectos de Ciencias e Ingeniería, aunque más dispersión de puntajes asignados por los Evaluadores en todo el rango de la escala. Se puede observar que no hay valores atípicos, lo que indica la consistencia, en la elaboración de la Pregunta de investigación de acuerdo a los criterios de los jueces, aunque con diferente distribución de valores en cada tipo de proyecto.



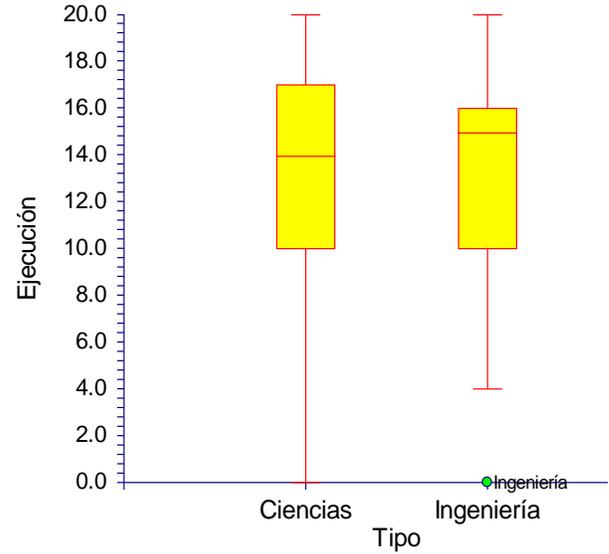
**Gráfico 1** Distribución de los casos y sus valores en cada tipo de Proyecto, respecto a la Pregunta de Investigación

En el caso del Diseño y Metodología, también observamos una mayor dispersión puntajes en los proyectos de Ciencias, y una concentración de los datos en los proyectos de Ingeniería, que con una media mayor nos muestra una mayor definición o claridad entre los participantes sobre lo que es requerido en el Diseño y Metodología. Hay dos casos atípicos en Ingeniería que se desprenden con evaluaciones más bajas, pero que pudieran equipararse al Diseño y Metodología de Ciencias.



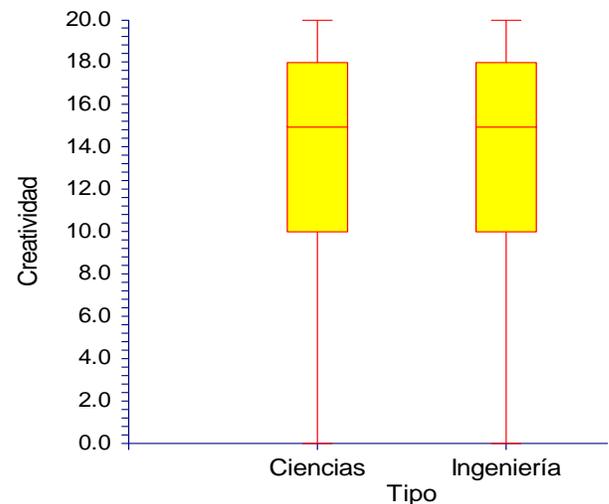
**Gráfico 2** Distribución de los casos y sus valores en cada tipo de Proyecto, con respecto al Diseño y Metodología del Proyecto

En el caso de la Ejecución encontramos un patrón semejante al anterior, con la salvedad que los valores de las calificaciones en ciencias están más concentrados y en Ingeniería solo hay un caso atípico, aunque su mediana sigue siendo mayor. Podemos afirmar que la Ejecución es casi equiparable en ambos tipos de proyectos.



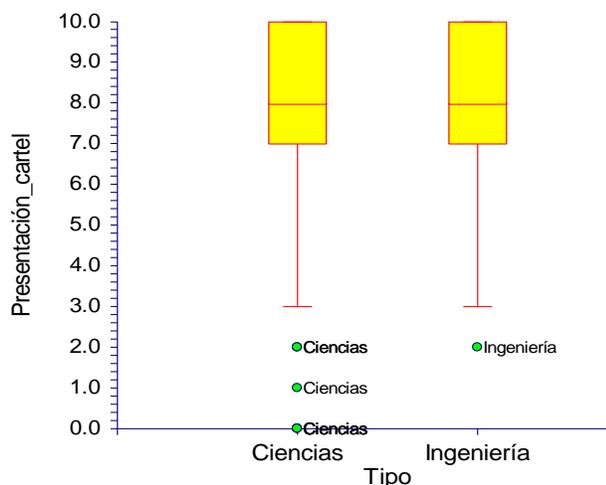
**Gráfico 3** Distribución de los casos y sus valores en cada tipo de Proyecto, respecto a la Ejecución del Proyecto

Al representar gráficamente la Creatividad utilizando la mediana y los rangos intercuartílicos encontramos que ésta categoría es muy semejante en ambos tipos de proyectos, tanto en la distribución de las calificaciones de los participantes, como en sus medianas.



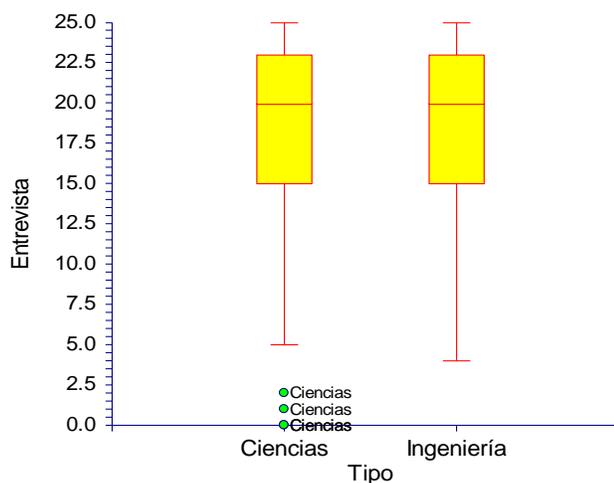
**Gráfica 3** Distribución de los casos y sus valores en cada tipo de Proyecto, respecto a la Creatividad

En la Presentación del cartel se alcanzan los valores más altos de calificación de la población de participantes con alto agrupamiento en ambos tipos de proyectos y medianas semejantes, no obstante que en Ciencia hay tres casos con valores atípicos bajos y en Ingeniería uno.



**Gráfico 5** Distribución de los casos y sus valores en cada tipo de Proyecto, respecto a la Presentación de cartel

Las Entrevistas fueron también evaluadas con valores semejantes en Ciencias e Ingeniería, aunque en el primer caso hay tres participantes con puntajes atípicos bajos.



**Gráfica 4** Distribución de los casos y sus valores en cada tipo de Proyecto, respecto a la Entrevista

## Pruebas t

Las diferencias observadas gráficamente nos llevaron a realizar un análisis numérico más detallado con pruebas t (Two-Sample Test) para precisar si éstas fueron significativamente estadísticas. A simple vista podemos anticipar resultados con las medias que se sujetaron a análisis, pero no es concluyente hasta observar el siguiente resultado.

Tipo Proyecto	N	Pregunta de investigación	Diseño y Metod.	Ejec.	Creatividad	Presentación cartel	Entrevista
Ciencias	146	7.7	9.86	12.58	13.14	7.95	18.62
Ingeniería	256	8.05	10.93	13.6	13.99	8.05	19

**Tabla 5** Tamaño de la muestra y medias de las categorías estudiadas entre los diferentes tipos de proyectos

La hipótesis refiere que hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos tipos de proyectos, y el Rechazo de la hipótesis nula ( $H_0 =$  No hay diferencias estadísticamente significativas) a una  $\alpha \geq 0.05$  como probabilidad de error, muestra que éstas diferencias son significativas en el Diseño y Metodología y la Ejecución de los Proyectos, con los criterios que fueron utilizados por los jueces. Podemos confirmar los resultados del análisis gráfico, como se observa en la Tabla 6.

Atributos	Valor T	Nivel Prob.	Rechazo H0 a $\alpha \geq 0.05$ (Hay diferencias estadísticamente significativas en los tipos de Proyectos)
Pregunta de investigación	-1.91	0.06	No
Diseño y Metodología	-3.16	0.002	Si
Ejecución	-2.16	0.03	Si
Creatividad	-1.65	0.10	No
Presentación cartel	-0.51	0.61	No
Entrevista	-0.71	0.48	No

**Tabla 6** Pruebas t entre las medias de los proyectos de Ciencias e Ingeniería para constatar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos tipos de proyectos, lo que fue ratificado en el Diseño y Metodología y la Ejecución de los Proyectos

## Correlación

El análisis de correlación de todos los casos de los dos tipos de proyectos en todas las variables categóricas nos indica una alta integración de ellas como un conjunto bien articulado, considerando el coeficiente de correlación significativo de  $r > 0.16352$  a una  $\alpha \leq 0.001$ .

	Pregunta de inv.	Diseño y Metod.	Ejec.	Creativ.	Present. cartel	Entrev. v.
Pregunta de investigación		0.63	0.45	0.47	0.31	0.37
Diseño y Metodología	0.63		0.64	0.5	0.3	0.4
Ejecución	0.45	0.64		0.58	0.37	0.51
Creatividad	0.47	0.5	0.58		0.3	0.47
Presentación cartel	0.31	0.3	0.37	0.3		0.57
Entrevista	0.37	0.4	0.51	0.47	0.57	

**Tabla 7** Correlaciones entre las categorías valoradas en la Feria Nacional de las Ciencias Coahuila 2016

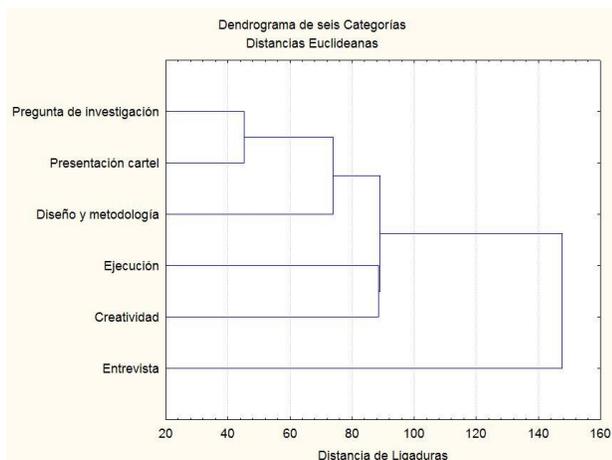
## Análisis multivariado

El análisis multivariado nos facilita percibir las relaciones entre las variables debido a su integración por comunales y la generación de eigenvalores. No obstante, el análisis factorial muestra un solo factor o dimensión del fenómeno debido al alto grado de asociación entre las variables, al igual que el análisis de correlación. Sin embargo, buscando la relación entre las variables y su jerarquización se utilizó la modalidad de Diagramas de Árbol.

Los algoritmos de agrupamientos jerárquicos se exhiben comúnmente como un diagrama de árbol llamado Dendrograma que comienza con cada Categoría en un racimo separado, y las dos Categorías que son más similares se ensamblan. El eje horizontal del dendrograma (rama) representa la distancia o la disimilitud entre las Categorías o sus agrupamientos. El eje vertical representa las categorías que comprende cada rama.

Dado que nuestro interés principal consiste en semejanza y agrupamiento, cada ensamble (fusión) de dos categorías es representada en el gráfico, y la posición horizontal de la línea de integración, mostrada por la barra vertical corta, da la distancia (desemejanza) entre los dos racimos.

La gráfica nos muestra que en el conjunto de Categorías la Entrevista se considera como un evento independiente pero de la mayor relevancia para los evaluadores en ambos tipos de Proyectos, y en un mismo conjunto la Ejecución y la Creatividad se asocian con el Diseño y Metodología del Proyecto, mientras que ésta última categoría se relaciona con la Pregunta de investigación y la Presentación del cartel, que tienen muy poco peso en la relación del conjunto formado por todas las categorías en los Proyectos.



**Gráfica 5** Dendrograma que muestra la afinidad por asociación de las categorías de acuerdo a sus dimensiones

### Selección de variables con Análisis Discriminante

Adicionalmente el Análisis discriminante encuentra un conjunto de ecuaciones de predicción sobre la base de las variables independientes que se utilizan para clasificar a los individuos en grupos. Hay dos objetivos en un análisis discriminante: encontrar una ecuación predictiva para la clasificación de nuevos individuos o el uso de la ecuación predictiva para entender mejor las relaciones que pueden existir entre las variables.

En muchos aspectos, el análisis discriminante es paralelo al análisis de regresión múltiple. La principal diferencia entre estas dos técnicas es que el análisis de regresión se ocupa de una variable dependiente continua, mientras que el análisis discriminante debe tener una variable dependiente discreta. La metodología utilizada para completar el análisis discriminante es parecida al análisis de regresión. Se traza cada variable independiente sobre la variable agrupadora y se pasa por una fase de selección de las variables para determinar si las variables de independientes son beneficiosas.

Con ello se puede determinar por los residuales la exactitud de las ecuaciones discriminantes. Las matemáticas del análisis discriminante se relacionan muy de cerca a las de One Way MANOVA, de hecho, las funciones de las variables simplemente se invierten. La variable de clasificación (Factor) en el MANOVA se convierte en la variable dependiente en el análisis discriminante, y las variables dependientes en el MANOVA se convierten en las variables independientes en el análisis discriminante.

Con este análisis podemos observar y confirmar que la variable Diseño y Metodología es un elemento diferencial entre los dos tipos de proyectos, como se muestra en la tabla detallada que resulta del proceso de análisis y selección de variables en la modalidad de Stepwise del Análisis discriminante con una Lambda de Wilks de 0.975.

Status de variable	Variable Independiente	% cambio en Lambda	Valor de F	Nivel de Prob.	R-Cuadrada de otras X's
Entra	Diseño y Metodología	2.43	9.98	0.001	0.000
Sale	Pregunta de investigación	0.00	0.02	0.89	0.411
Sale	Ejecución	0.01	0.04	0.837	0.407
Sale	Creatividad	0.00	0.01	0.912	0.245
Sale	Presentación cartel	0.05	0.19	0.666	0.086
Sale	Entrevista	0.09	0.35	0.555	0.158

Dónde: Total Wilks' Lambda = 0.975

**Tabla 8** Sección detallada de Selección de Variables donde se muestran los valores característicos de F de cada una de las categorías de los dos tipos de proyectos y su probabilidad de ser tomadas independientemente como en el caso de Diseño y Metodología

No obstante, el Análisis discriminante nos muestra que las diferencias entre los tipos de Proyectos de Ciencias e Ingenierías se refleja en sus funciones lineares, lo que hace necesario analizar estadísticamente caso por caso.

Funciones Lineares Discriminantes	Tipo	
Variable	Ciencias	Ingeniería
Constante	-4.491	-5.526
Diseño y Metodología	0.911	1.011

**Tabla 9** Diferencias entre las funciones lineares de los dos tipos de Categorías, atribuibles a la variable Diseño y Metodología

### Análisis de casos por Análisis Discriminante Concordancias y diferencias metodológicas

El estudio de los casos por medio del Análisis discriminante aporta información adicional de la semejanza entre los dos tipos de proyectos a partir de las concordancias y diferencias caso por caso, y muestra que a nivel de proyecto hay muy poca diferencia (Clasificación del error debido a  $X's = 14.9\%$ ) entre las propuestas de Ciencias e Ingeniería.

Por ejemplo, observamos que, de los 146 proyectos de Ciencias, 74 de ellos son apegados a lo que se espera que sea un proyecto de Ciencias, aunque 72 más tienen más características de Proyectos de Ingenierías, y que de los 256 proyectos de Ingenierías, 99 tienen características de los de Ciencias y 157 sí se apegan a su naturaleza.

Predicción Observado	N Ciencias	N Ingeniería	N Total
Ciencias	74	72	146
Ingeniería	99	157	256
Total	173	229	402

**Tabla 10** Casos observados y la predicción de su ubicación en cada uno de los tipos, de acuerdo a los valores obtenidos en cada categoría de su evaluación

### Los evaluadores

Los criterios de evaluación tuvieron márgenes de apreciación por cada uno de los evaluadores, de tal forma que hubo rangos, que podemos asegurar por los valores Z y el Coeficiente de variabilidad, fueron consistentes en sus mediciones, de acuerdo a la Tabla 11.

Los evaluadores (numerados progresivamente) tuvieron en muchos casos un comportamiento diferencial en la fase de Presentación y en la de Entrevista, en algún caso más favorable y en otra más restrictiva.

Evaluador	Preg. de investig.	Diseño y metod.	Ejec.	Creati v.	Present cartel	Entrev ista
01	7.44	11.44	14.0	16.78	8.56	21.67
02	8.0	9.56	12.11	13.56	6.22	21.33
03	7.5	9.2	8.2	8.5	7.30	15.5
04	9.5	13.75	18.25	19.25	9.63	23.5
05	6.89	10.0	12.89	15.67	8.78	19.44
06	8.5	11.0	12.75	17.17	7.0	16.83
07	9.36	14.09	17.55	17.09	9.82	21.36
08	8.3	11.0	16.2	15.20	7.80	19.6
09	9.0	9.67	9.25	9.0	7.83	18.58
10	7.67	10.89	14.78	9.56	9.67	20.33
11	7.8	11.0	13.80	10.60	6.40	17.2
12	8.0	9.3	11.70	12.50	7.70	18.0
13	7.91	10.36	13.45	13.64	6.27	13.45
14	7.89	9.67	11.56	14.44	6.22	17.67
15	5.91	5.45	5.91	7.27	5.45	9.09
16	5.6	7.20	10.6	11.0	6.80	18.0
17	8.85	11.77	15.23	15.92	5.85	20.23
18	7.75	10.75	13.25	13.25	9.0	15.0
19	7.6	10.7	14.7	14.30	7.80	20.3
20	8.0	10.67	12.5	13.67	7.67	15.5
21	8.67	12.33	13.67	12.67	9.0	19.67
22	7.43	11.14	12.71	14.86	7.0	17.57
23	8.8	11.4	14.0	14.0	9.20	20.0
24	8.36	11.64	16.09	14.82	9.64	22.55
25	7.4	10.3	13.9	15.40	7.50	19.0
26	9.33	13.0	14.5	14.50	9.17	17.67
27	8.3	12.5	16.0	12.70	8.20	19.9
28	8.89	10.78	8.56	15.0	7.11	15.44
29	8.0	12.63	14.25	12.0	8.75	22.25
30	7.67	11.11	12.67	13.33	8.78	21.33
31	7.5	10.6	12.0	12.90	7.60	16.8
32	8.6	11.2	14.3	15.0	8.50	19.7
33	7.4	11.6	13.1	12.20	7.10	15.1
34	8.2	11.8	15.6	17.60	9.0	21.4
35	7.14	7.86	10.43	16.71	8.14	22.43
36	5.88	7.25	10.88	10.38	9.38	19.5
37	8.09	11.09	16.18	14.45	8.27	17.91
38	8.18	11.45	12.73	12.36	9.09	19.45
39	7.64	10.73	14.09	15.73	8.36	21.18
40	7.58	11.08	13.5	13.67	7.83	18.08
41	8.4	7.7	12.3	10.70	8.30	16.5

42	5.67	5.11	8.11	9.22	8.22	21.22
43	6.75	9.75	14.38	14.88	9.25	21.88
44	9.3	13.3	16.8	16.90	9.65	20.9
45	8.78	9.67	16.11	15.0	8.67	20.56
Máx.	9.5	14.09	18.25	19.25	9.82	23.5
Min.	5.6	5.11	5.91	7.27	5.45	9.09
Rango	3.9	8.98	12.34	11.98	4.36	14.41
Media	7.9	10.54	13.23	13.67	8.08	18.9
Mediana	8.0	10.89	13.5	14.0	8.22	19.5
Moda	8.0	11.0	14.0	15.0	9.0	21.33
Desv. Std.	0.94	1.9	2.59	2.63	1.14	2.79
Coef. Var.	11.88	18.01	19.54	19.21	14.06	14.77
Puntaje Z	8.42	5.55	5.12	5.21	7.11	6.77
Media +1sigma	8.84	12.44	15.82	16.30	9.21	21.69
Media -1sigma	6.96	8.65	10.65	11.05	6.94	16.11

**Tabla 11** Valores asignados en promedio por los evaluadores de los proyectos, donde se observa la consistencia entre ellos medida por el puntaje Z y el Coeficiente de variabilidad

Los evaluadores con puntajes más elevados fueron el 04 para todas las Categorías, y el 07 y el 44 a excepción de la Entrevista. Los puntajes más bajos fueron asignados por el 15, y a excepción de la Entrevista el evaluador 16. Por otra parte, los evaluadores con puntajes más altos en la Presentación del cartel y la Entrevista fueron el 04, el 24 y el 43. Adicionalmente, los más bajos en estos dos rubros fueron el 13 y el 15.

## Conclusiones

Podemos inferir que es necesario fortalecer primero las categorías en las que se obtuvieron menores puntajes como Diseño y Metodología, Creatividad y Ejecución, tanto en la capacitación y formación metodológica de los docentes que asesoran a los estudiantes, como en sus aspectos operacionales e instrumentales.

Al mismo tiempo es conveniente promover espacios y programas específicos de Creatividad e innovación para los docentes y los estudiantes.

En los resultados se destaca que la Pregunta de investigación la elaboran mejor los participantes en proyectos de Ingeniería que los de los proyectos de Ciencias, con una idea más clara de lo que tienen que hacer para promover su proyecto.

En el Diseño y Metodología hay mejor nivel de Ejecución con ventaja de los participantes de Ingeniería que los de Ciencias, donde se dispersan más los proyectos en calificaciones más altas y más bajas con un rango intercuartílico mayor.

La comprensión de los participantes sobre cómo se ejecutan los proyectos es muy semejante, aunque con mayor ventaja de los participantes de Ingeniería, de acuerdo a la puntuación que alcanzan.

La Creatividad, la Presentación del cartel y la Entrevista son muy semejantes en los proyectos de Ciencias e Ingeniería en cuanto a los valores que los caracterizan de acuerdo a la mediana y la distribución de los datos.

Hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos tipos de proyectos en las Categorías de Diseño y Metodología y la de Ejecución de los Proyectos de acuerdo a las Pruebas t. Esto pudo ser constatado de nuevo con pruebas más estrictas y robustas al analizar la variable Diseño y Metodología mediante el análisis y selección de variables en la modalidad de Stepwise del Análisis discriminante, con lo que se concluye que es una Categoría diferencial entre los dos tipos de proyectos.

Estas inferencias fueron consideradas para desarrollar el primer diplomado en línea que se cursó en el verano 2017, para los maestros tutores de los estudiantes que participan en la Feria Nacional de la Ciencia.

## Referencias

- Cisco Systems, Inc. (2009). *Preparar a cada alumno para el siglo XXI*. Recuperado el 14 de abril de 2017, de [http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/citizenship/socio-economic/docs/GlobalEdWPLatAm.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/citizenship/socio-economic/docs/GlobalEdWPLatAm.pdf)
- Acevedo Díaz, J. (enero de 2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Charpak, G., Léna, P., & Quéré, Y. (2006). *Los Niños y la Ciencia. La aventura de la mano en la masa*. Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. (20 de Abril de 2016). *Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología*. Obtenido de [www.fenaci.org.mx](http://www.fenaci.org.mx): <http://coecytcoahuila.gob.mx/wp-content/uploads/2016/04/CONVOCATORIA-FERIA-DE-CIENCIAS-E-INGENIERIAS-COAHUILA-2016.pdf>
- Heather, A. L., & Eaton, S. E. (2010). *Formal, non-formal and informal learnings in the sciences*. Calgary, Alberta, Canada: Onate Press.
- Martínez Sosa, V. (2017). *Reporte Técnico de la "Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en las Entidades Federativas: Coahuila 2016"*. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, Desarrollo Científico, Saltillo.
- OCDE. (2013). *Résultats du PISA 2012: Savoirs et savoir-faire des élèves: Performance des élèves en mathématiques, en compréhension de l'écrit en en sciences*. (Vol. I). Paris, Francia: OCDE. Recuperado el 19 de enero de 2014
- OCDE. (diciembre de 2016). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA)*. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de PISA 2015 - Resultados México: <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- SEP. (2016). *El Modelo Educativo 2016*. Ciudad de México, México: Secretaría de Educación Pública.