



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

MODELOS MENTALES EMPLEADOS POR ALUMNOS DE INGENIERÍA MECÁNICA EN CONCEPTOS DE ELECTROSTÁTICA

Claudio M. Enrique

UDB Física – Departamento de Materias Básicas Universidad Tecnológica Nacional Facultad
Regional Santa Fe (UTN – FRSF)
Lavaisse 61110 Santa Fe Santa Fe Argentina
correo-e: cenrique@frsf.utn.edu.ar
Grupo de Investigación en Enseñanza de la Ingeniería (GIEDI) – UTN FRSF

RESUMEN

Este trabajo tiene el objeto de analizar los modelos mentales que emplean los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe en conceptos relacionados con la Electrostática. Para ello, se tratarán de identificar los modelos que aplican después de haber recibido los conocimientos teórico – prácticos relacionados con conceptos asociados a la Ley de Coulomb y el Campo Eléctrico, cuando cursan la materia Física II. Para ello, se analizarán las respuestas obtenidas en un cuestionario elaborado por Bohigas y Periago [7]. En particular, se analizará la cohorte 2014. Además, se investigarán y se compararán las respuestas obtenidas al mismo cuestionario pero realizado en cohortes de otras carreras de ingeniería de la misma facultad, de modo de ver si el comportamiento obtenido en los alumnos de Ingeniería Mecánica presenta diferencias respecto a alumnos de otras ingenierías. Finalmente, y aprovechando las ventajas del Análisis Estadístico Multivariado, se propondrá una herramienta para realizar la clasificación de los alumnos para su posterior seguimiento académico personalizado.

Palabras Claves: Física Universitaria; Electrostática; Modelos mentales; Análisis Estadístico



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

1. INTRODUCCIÓN

“Un modelo mental es una representación interna de informaciones que corresponde análogamente a aquello que se está representando...Los modelos mentales son, por lo tanto, una forma de representación analógica del conocimiento: existe una correspondencia directa entre entidades y relaciones presentes en la estructura de esa representación y las entidades y relaciones que se quieren representar.” [1].

Según Johnson-Laird, las personas usan modelos mentales para razonar. “Estos modelos son como bloques de construcción cognitivos que pueden ser combinados y recombinados conforme sea necesario. Una de sus características más importantes es que su estructura capta la esencia (se parece analógicamente) de esa situación u objeto” [2].

El aspecto fundamental del razonamiento no está sólo en la construcción de modelos adecuados para captar distintos estados de cosas, sino también en la habilidad de verificar cualquiera de las conclusiones a las que se llegue usando tales modelos. “La lógica, si es que aparece en algún lugar, no está en la construcción de modelos sino en la verificación de las conclusiones pues ésta implica que el sujeto sepa apreciar la importancia lógica de falsear una conclusión y no sólo buscar evidencia positiva que la apoye” [3].

“En los alumnos, la comprensión de los conceptos, proposiciones (formulaciones matemáticas, definiciones) analogías y procedimientos experimentales dependerá de la formación de modelos mentales” [4]. Estos modelos, construidos por los alumnos, le permiten dar una explicación coherente a los fenómenos que estudian, de acuerdo a sus puntos de vista. Este proceso de construcción se produce por la observación y el estudio de la realidad y es de carácter abierto, dado que evoluciona con el tiempo, y por lo tanto pueden ser modificables a partir de nuevas experiencias e información.

La adaptación de los nuevos conceptos e ideas requiere una reestructuración de los conocimientos previos en el proceso de modelización, por lo que el tiempo empleado en esta modificación depende de la complejidad del modelo, de los conocimientos previos, y de la coherencia entre el modelo y la realidad. Frente a una nueva situación, el alumno “pone a prueba” sus modelos mentales: si éstos les responden de manera convincente con la realidad, quedarán reforzados. Caso contrario, puede generar la necesidad de modificarlo. Por lo tanto, los modelos mentales están estrechamente relacionados con las ideas alternativas de los estudiantes.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Ya se ha comprobado que en muy pocas ocasiones la exposición de las ideas científicas “correctas” produce en los alumnos el abandono de sus esquemas previos. “Éstos suelen permanecer sin cambios luego de varios años de enseñanza, e inclusive pueden convivir con las ideas científicas. Ocurre así incluso después de haber recibido una formación basada en programas específicos para modificar las ideas previas” [5]. En consecuencia, los errores conceptuales no deben ser considerados por una falta de conocimientos tal como habitualmente se hace, sino por la presencia de modelos mentales inadecuados.

2. MODELOS MENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

La enseñanza de la Física, en general, no favorece la construcción de modelos mentales. Habitualmente la clase de teoría finaliza con la expresión matemática de una ley - la tan mentada “fórmula” que buscan los alumnos - y que muchas veces no permite la comprensión de un fenómeno físico que, en el fondo, es representado matemáticamente mediante dicha ley.

En general, se espera que los estudiantes de Física del nivel universitario logren explicar y predecir un fenómeno físico; tomen decisiones cuando resuelven un problema; comprendan y expresen empleando diferentes sistemas de representación; y por lo menos, transformen el conocimiento físico aplicándolo a fenómenos estructural y conceptualmente similares. Para realizar las actividades cognitivas mencionadas, los estudiantes tienen que construir modelos mentales, cuyos productos - descripciones, explicaciones, predicciones- pueden o no, coincidir con los científicamente aceptados. Para que el alumno avance en su aprendizaje, sus modelos mentales deben acercarse al modelo científico. Greca y Moreira [4] [10], constataron que el mejor desempeño para la solución de los problemas de electromagnetismo se daba en los alumnos que habían formado un modelo mental de campo electromagnético aproximado al modelo conceptual usado por físicos expertos, mientras que los alumnos que trabajaron sólo con proposiciones (fórmulas, definiciones y enunciados de leyes) aisladas, y que se limitaron a aplicarlas mecánicamente, tuvieron menor desempeño.

Para finalizar, es también importante el conocimiento previo de los sujetos: siempre los de mayor conocimiento previo tendrán más facilidad para resolver problemas, “ya que disponen de estructuras de conocimiento (esquemas) que les ponen en condición de elaborar y ejecutar los modelos mentales necesarios en los procesos cognitivos que se llevan a cabo para la resolución del problema” [6].

3. ESTUDIO DE CASO



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Esta investigación se realizó con alumnos de las carreras Ingeniería Mecánica (IM) que están cursando la materia Física II en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (cohorte 2014), y su objetivo es ver si los alumnos de IM han logrado *moldear* sus modelos mentales acercándose al modelo aceptado por la comunidad científica; o, por el contrario, los modelos mentales que emplean son lógicos – aunque no aceptados científicamente - ; o directamente son ilógicos. Dichos alumnos ya han trabajado con los conceptos teórico – prácticos de Electroestática, y además, han cursado y/o aprobado la materia Física I, por lo que se presume que están en condiciones de comprender leyes físicas como la de Gravitación Universal y la de Coulomb - que tienen la misma estructura -, y la Tercera Ley de Newton – por tratarse en ambos casos de pares de acción y reacción -. En consecuencia, se presupone que los alumnos investigados, en principio, deberían tener formados o *moldeados* los modelos mentales asociados a dichas leyes.

Los alumnos estudiados han sido en total 51. El cuestionario que se les entregó es el mismo que figura en el trabajo de Bohigas y Periago (2010), y dicha encuesta fue de carácter anónimo. El mismo consiste en cuatro preguntas donde deben usar los conceptos de la ley de Coulomb y del Campo Eléctrico y no las expresiones numéricas de dichas leyes, de modo de explicitar sus ideas y las relaciones entre ellos. Se parte del supuesto de que “la forma en que los estudiantes piensan y razonan se refleja en lo que escriben y dibujan” [7]. Finalmente, se analizarán el acercamiento de los modelos mentales de los alumnos a un modelo lógico, y dentro de éstos al aceptado por la comunidad científica.

4. RESULTADOS

4.1. Pregunta Q1

En la Pregunta Q1 los alumnos deben indicar cuál es la fuerza de interacción electrostática entre dos esferas cargadas, con una con el triple de carga que la otra y del mismo signo. El objetivo fue ver si los alumnos han comprendido la simetría de dicha ley por tratarse de ser, formalmente, un par de acción – reacción. Para las respuestas elegidas de modo coherente según el signo de la carga, existen tres modelos *lógicos*: a. el modelo aceptado por la comunidad científica – pregunta Q1-5, siendo la respuesta considerada correcta -; b. el modelo “sobre la carga mayor actúa la fuerza mayor” – pregunta Q1-2 - ; c. el modelo “la fuerza mayor se debe a una mayor distribución de cargas” – pregunta Q1-3 -. Los resultados incluyen la frecuencia, el porcentaje y el porcentaje acumulado:



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Tabla 1: Número de respuestas correspondientes y frecuencias relativas – entre paréntesis - para cada carrera para la pregunta Q1.

	Opción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Pregunta Q1	1	0	0	0
	2	11	21,6	21,6
	3	22	43,1	64,7
	4	1	2,0	66,7
	5	16	31,4	98,0
	6	1	2,0	100,0
	Total	51	100,0	

De acuerdo a los resultados, puede verse la mayoría de los alumnos de IM (96%) han respondido de manera coherente al signo de las cargas, dado que por ser ambas positivas las fuerzas son de repulsión (opciones 2; 3; y 5). Además se evidencia que el 31,4% respondió correctamente. La respuesta 3 corresponde al modelo “la fuerza mayor se debe a la carga mayor” (43,1%), mientras que la alternativa 2 pertenece al modelo “sobre la carga mayor actúa la mayor fuerza” (21,6%). Sólo el 4% no tiene asimilado ninguno de los tres modelos mentales, y son dos alumnos (opciones 1; 4; y 6).

4.2. Pregunta Q2

En la pregunta Q2 se quiso investigar si los alumnos aplican correctamente la ley de Coulomb. Se les presentan dos esferas con el mismo peso pero con el doble de la carga una de la otra y del mismo signo, pendiendo de sendas cuerdas. Debido a la presencia de una repulsión electrostática, las esferas se separan. Los alumnos debieron indicar cuál es la posición de equilibrio. La respuesta correcta es la *b*, dado que por tratarse de fuerzas iguales la separación relativa a la vertical para las dos esferas es la misma. Los resultados hallados son los siguientes:

Tabla 2: Número de respuestas y frecuencias relativas para cada categoría de la pregunta Q2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Pregunta Q2	a	6	11,8	11,8
	b	26	51,0	62,7
	c	19	37,3	100,0
	Total	51	100,0	



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Respecto al análisis de los resultados, el 51,0% de los alumnos de IM respondieron de manera adecuada – siendo el de mayor porcentaje. La segunda opción en porcentajes fue el uso del modelo lógico de que “la fuerza mayor se debe a una mayor distribución de cargas” (37,3%). El razonamiento de que “sobre la carga mayor actúa la fuerza mayor” fue elegida por el 11,8%, siendo la menos elegida.

Para ver el grado de coherencia entre las respuestas obtenidas – y, en consecuencia, si corresponden a un modelo de razonamiento coherente -, se realizó una Tabla de Contingencia entre las preguntas Q1 y Q2. Las respuestas correctas (Q1 – 5 y Q2 – b) fue respondida por 16 alumnos (31.4%). Los que presentaron coherencia con el modelo “sobre la carga mayor actúa la fuerza mayor” (Q1 – 2 y Q2 – a) fueron sólo 4 (7.8%); mientras que el modelo “la fuerza mayor se debe a una mayor distribución de cargas” (Q1 – 3 y Q2 – c) fueron 14 alumnos, y representa el 27,45%. La mayoría respondió de acuerdo al modelo aceptado por la comunidad científica, y el 66.67% según un modelo lógico.

Con el objeto de evaluar si las diferencias entre las frecuencias para cada combinación de respuestas son reales o se deben a una variación aleatoria, se realizaron los test Chi – cuadrado, planteando como hipótesis nula H_0 que existe independencia entre las variables - las variaciones son aleatorias -, y como hipótesis alternativa H_1 que no lo son, con un nivel de significación del 5% (0,05). Estos valores se presentan en la Tabla 4.

Tabla 3. Test Chi cuadrado entre Q1 y Q2

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-Cuadrado de Pearson	38,693	8	0,000

Como el nivel de significación es inferior a 0,05, se puede rechazar H_0 . En consecuencia, se puede decir que las diferencias entre las respuestas no son aleatorias, o que existe una alta correlación entre las respuestas Q1 y Q2.

4.3 El Campo Eléctrico

4.3.1. Pregunta Q3

Esta pregunta se propuso con el objeto de comprobar si los alumnos investigados comprenden el concepto de Campo Eléctrico como una característica de la distribución de carga fuente del campo, o como una interacción entre las cargas actuantes. Se les pidió en la misma que dibujen el vector Campo Eléctrico creado por una carga puntual Q en un punto del espacio en tres situaciones



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

diferentes: con la presencia de una carga positiva; con una carga negativa; y sin carga en el punto. En los tres casos el vector Campo Eléctrico es el mismo, porque la carga Q que lo genera no se modifica, ni tampoco la posición del punto en el espacio – independientemente del tipo de carga (o no) presente.

El esquema alternativo de los estudiantes asocian la existencia del Campo Eléctrico a la presencia de la *carga de prueba* q_0 ; por lo que dicho vector será saliente cuando haya una carga (+); entrante si la carga es (-), y no habrá campo si no hay carga. Este modelo alternativo erróneo fue empleado por 30 de los 51 alumnos (58,82%), lo que indica la fuerte influencia del concepto de la carga de prueba en el punto del espacio donde se intenta hallar el vector campo eléctrico. Los resultados se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4: Respuestas a las preguntas Q3a, Q3b y Q3c.

Preguntas	Resultado	Frecuencia	Porcentaje
Q3a	correcto	40	78,4
	incorrecto	11	21,6
	Total	51	100,0
Q3b	correcto	17	33,3
	incorrecto	34	66,7
	Total	51	100,0
Q3c	correcto	12	23,5
	incorrecto	39	76,5
	Total	51	100,0

Las respuestas correctas son mayoritarias en la pregunta Q3 – a (78.4%) dado que es la más habitual a darse en los cursos de Física II donde “se coloca una carga de prueba en el punto donde se quiere saber el valor del Campo Eléctrico”. Pero en las otras dos opciones se evidencia que el modelo alternativa tiene una fuerte influencia en el alumnado investigado. Del total de 51 alumnos, sólo 6 (11,8%) respondieron las tres opciones de manera correcta.

4.3.2. Preguntas Q4

En la pregunta Q4 se plantearon dos situaciones en la que se les pedía a los estudiantes que comparen, primero en la opción Q4-I, el Campo Eléctrico creado por una carga en un punto a una determinada distancia donde se sitúa una carga mayor con el campo creado por esta segunda carga sobre la primera. En la opción Q4-II se realiza la misma comparación pero con las fuerzas electrostáticas que actúa sobre cada una de las cargas. El objetivo es comparar la Fuerza



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

Electrostática y el Campo Eléctrico creado por dos cargas distintas en dos puntos situados a la misma distancia. Los resultados obtenidos en la la pregunta Q4 – I indican que fue respondida de manera correcta (opción b) por un porcentaje alto (70.6%). En la pregunta Q4-II, para la mayoría el resultado es distinto, ya que el 33,3% respondió de manera acertada. En el caso de Q4II no respondieron dos alumnos; el 33,3% respondió correctamente; el 13,7% respondió de acuerdo al modelo “la carga mayor siente la mayor fuerza”, y el 49% según el modelo “la carga mayor ejerce la mayor fuerza”.

Para analizar si hay – o no – correlación entre las variables, se hizo el test Chi cuadrado, cuyo nivel de significación bilateral fue de 0,000, donde se evidencia que existe una correlación altamente significativa cuando en una misma pregunta se relacionan los conceptos de ley de Coulomb y de Campo Eléctrico.

En base a los tres modelos empleados por los alumnos – modelo 1: aceptado científicamente; modelo 2: “la carga mayor ejerce una fuerza mayor”; y modelo 3: “la carga mayor siente la mayor fuerza”, y según los resultados obtenidos mediante tablas de contingencia ente diferentes preguntas, se hallaron los siguientes resultados.

Tabla 5: Modelos mentales asociados a las preguntas del cuestionario (de a pares)

Preguntas	Modelos mentales				
	modelo 1	modelo 2	modelo 3	Total	%
Q1 - Q2	16	14	4	34	66,67
Q1 - Q4II	11	16	3	30	58,82
Q2 - Q4II	13	12	0	25	49,02

Los resultados obtenidos a través de los test Chi cuadrado entre las diferentes preguntas indican una alta correlación entre Q1 y Q2; y entre Q4I y Q4II. Otros resultados obtenidos, para un nivel de significación de 0,05, indican que para las preguntas Q1 - Q4-II; y Q2 – Q4II las respuestas son de carácter aleatorio. Los modelos mentales de los alumnos no tienen asumidos los conceptos de la ley Coulomb y de Campo Eléctrico de manera combinada en dos preguntas distintas. Para las preguntas Q1 - Q4II: al estar correlacionadas, se puede decir que los alumnos asumen los conceptos de ley de Coulomb en dos preguntas diferentes. Finalmente, para Q2 – Q4II, como no existe correlación significativa, los alumnos no han podido relacionar los modelos mentales en dos preguntas diferentes sobre ley de Coulomb.

Para finalizar, sólo 1 de los 51 alumnos respondió bien todas las opciones al cuestionario.

5. PROPUESTA DE SEGUIMIENTO BASADOS EN LA ESTADÍSTICA MULTIVARIADA.

Como interrogante a esta investigación nos queda saber si los modelos que emplean los alumnos de IM son distintos respecto de otras ingenierías que se dictan en la UTN Regional Santa Fe. Para poder responderla, se necesita un nuevo análisis que permita identificar las similitudes – o disimilitudes – de todos los individuos investigados. Para ello, se puede emplear el Análisis de Clústeres o Conglomerados. “El análisis *cluster* clasifica objetos (es decir, encuestados, productos u otras entidades) de tal forma que cada objeto es muy parecido a los que hay en el conglomerado con respecto a algún criterio de selección predeterminado” [8]. Este conjunto de técnicas multivariadas se utilizan para clasificar a un conjunto de individuos en grupos homogéneos teniendo este análisis un marcado carácter exploratorio. En el Análisis de Clústeres los grupos son *a priori* desconocidos, y precisamente son los que se quieren determinar.

Para este trabajo se analizó una base de datos compuesta por un total de 127 alumnos pertenecientes a las siguientes cohortes: Ing. Eléctrica (IE) 2012 (16 alumnos), y 2013 (25); Ing. en Sistemas de Información (ISI) 2012 (19), y 2013 (16); e Ing. Mecánica 2014 (51). El objetivo fue comparar los alumnos de IM versus los de alumnos que tienen modelos mentales más adecuados a los aceptados por la comunidad científica (IE), y los que los tienen menos adecuados (ISI), según una investigación previa [9]. Se empleó el método de análisis de conglomerados conocido como *clústers jerárquicos*. Como distancia se empleó la *euclídea*. Por razones de espacio, se omite la presentación de la matriz de disimilitud, el historial de conglomeración, el dendograma y la tabla con la pertenencia de cada individuo al clúster. Sólo se van a mostrar las conclusiones arribadas con el análisis de las herramientas citadas previamente, de acuerdo a cinco clústeres: a. en el clúster 4 están los alumnos que han respondido correctamente todas las preguntas menos las Q3a y Q3b. Son los más avanzados; b. en el clúster 5 se encuentran los alumnos los alumnos que han respondido correctamente todas las preguntas menos las Q3a, Q3b y Q4II; c. en el clúster 3 están los que respondieron bien las preguntas Q3a y Q4I; d. en el clúster 2, por el contrario, los alumnos han respondido de manera errónea las preguntas Q3b; Q3c; Q4II; Q1 y la mayoría de Q2; y e. finalmente, en el clúster 1 algunos responden de manera correcta Q3a y Q4I

Se deduce que los alumnos más avanzados son los presentes en los conglomerados 4 y 5, respectivamente. De acuerdo a la carrera de ingeniería, la siguiente Tabla 6 presenta el porcentaje de alumnos por clúster y carrera. Se evidencia que los alumnos de IM, en líneas generales, están comprendidos entre los de IE e ISI.

Tabla 6: Clústeres por alumnos y por carreras.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Curso/año	Porcentajes de alumnos					Totales
	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4	Clúster 5	
I. Eléctrica 2012	25,00	31,25	18,75	18,75	6,25	100,00
I. Eléctrica 2013	12,00	8,00	20,00	56,00	4,00	100,00
ISI 2012	52,63	21,05	15,79	10,53	0,00	100,00
ISI 2013	31,25	37,50	18,75	6,25	6,25	100,00
I. Mecánica 2014	17,65	35,29	11,76	29,41	5,88	100,00

Otro objetivo de esta clasificación, e independiente de la comparación con otras carreras de ingeniería, consiste en hacer el seguimiento de los alumnos en cualquier concepto de cualquier materia. Sólo hay que modificar el carácter de la encuesta – que no sea anónima - , con el objeto de identificar al encuestado.

6. CONCLUSIONES

Esta investigación ha permitido evidenciar que los modelos mentales que emplean los alumnos de IM en los conceptos de ley de Coulomb y de Campo Eléctrico son variados, e incluso algunos que si bien no son aceptados por la comunidad científica, tienen coherencia según un modelo alternativo. Si bien los porcentajes varían de acuerdo al tipo de pregunta, lo que se halló es que la mayoría identifica la simetría de la ley de Coulomb (pregunta Q1) según el modelo aceptado científicamente; aunque disminuye este porcentaje cuando aplican dicha ley (Q2). Respecto del vector campo eléctrico (Q3), existe una influencia fuerte en considerar su existencia como la presencia de la carga de prueba en dicho punto y no como una propiedad intrínseca de la carga fuente; modelo que se debe al “traslado” del concepto de la fuerza electrostática entre cargas al del campo eléctrico generado por una carga. Cuando comparan fuerzas y campos electrostáticos debido a dos cargas distintas y en dos preguntas relacionadas (Q4I y Q4II), un alto porcentaje identificó correctamente el vector campo; pero en el caso de las fuerzas se dio la situación opuesta. Cuando se comparan preguntas de a pares, los resultados indican que, en general, les resulta complejo el empleo de los conceptos estudiados. En el caso en el caso de que la encuesta fuese personalizada, se puede realizar un estudio individual de los alumnos mediante la técnica multivariante de Análisis de Clúster tanto para analizar los modelos mentales como el desempeño del mismo, para, además, realizar un seguimiento para mejorar su rendimiento académico.

Para responder otras preguntas relacionadas con este trabajo, se sugiere hacer investigaciones relacionadas con las ideas previas de los alumnos, y también con la manera de dar la clase por parte de los docentes.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Finalmente, se pueden analizar los modelos mentales que emplean los alumnos para otros conceptos de Electromagnetismo, o de Física en general, para lo cual deben generarse los cuestionarios a emplear de acuerdo a los objetivos planteados.

7. REFERENCIAS

- [1] Moreira, M. A. Modelos mentais. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, Vol. 1, Nº 3, pp. 193-232. 1997.
- [2,3] Hampson, P. J. y Morris, P. E. (1996). Understanding cognition. Blackwell Publishers Inc. Cambridge, MA, 1996.
- [4] Greca, I. M. y Moreira, M. A. Modelos mentales y aprendizaje de Física en Electricidad y Magnetismo. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 16 Nº 2, pp. 289-303, 1998.
- [5] Furió, C. y Guisasola, J. Learning the electric field concept as oriented research activity. Science Education, Vol. 87 Nº 5, pp. 640-662, 2003.
- [6] Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato. Revista Electrónica de Investigación Educativa, Vol.10, Nº 1, pp. 1 – 17, 2008.
- [7] Bohigas, X y Periago, C. Modelos mentales alternativos de los alumnos de segundo curso de Ingeniería sobre la Ley de Coulomb y el Campo Eléctrico. Revista Electrónica de Investigación Educativa, Vol. 12 Nº 1, pp 11 – 19, 2010.
- [8] Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. Análisis Multivariante. 5º Ed. Pearson, Madrid, 2005.
- [9] Enrique, C. ¿Los modelos mentales que emplean los alumnos sobre los conceptos de electrostática dependen de la ingeniería que estudian?. Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada, Vol.1, Nº 1, pp. 9 - 22, 2014.
- [10] Greca, I. M. y Moreira, M. A. Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de física general, estudiantes de posgrado y físicos profesionales. Investigações em Ensino de Ciências, 1996.