

**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**LA BÚSQUEDA DE ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS COMO  
ESTRATEGIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS  
INTERACCIONES A DISTANCIA Y DEL CONCEPTO DE  
CAMPO EN FÍSICA**

TESIS DOCTORAL



**ANAÍ CATALINA FRACARO**

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Anahí Catalina Fracaro  
D.L.: GR 199-2014  
ISBN: 978-84-9028-719-4



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

Facultad de Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales



**LA BÚSQUEDA DE ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS  
COMO ESTRATEGIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS  
INTERACCIONES A DISTANCIA Y DEL CONCEPTO  
DE CAMPO EN FÍSICA**

TESIS DOCTORAL

Realizada por  
**ANA HÍ CATALINA FRACARO**

Director: **DR. FRANCISCO JAVIER PERALES PALACIOS**



Granada, abril de 2013



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

Facultad de Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales



**LA BÚSQUEDA DE ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS COMO  
ESTRATEGIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS INTERACCIONES  
A DISTANCIA Y DEL CONCEPTO DE CAMPO EN FÍSICA**

TESIS DOCTORAL

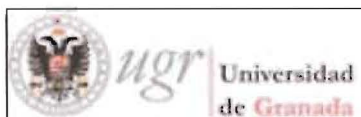
Realizada por

**ANAHÍ CATALINA FRACARO**

Fdo.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Anahí Fracaro'.

Director: **Dr. FRANCISCO JAVIER PERALES PALACIOS**



Granada, Abril de 2013



# UNIVERSIDAD DE GRANADA

Facultad de Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales



**Dr. Francisco Javier Perales Palacios**, Doctor en Ciencias Físicas y Catedrático del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

En calidad de director de la Tesis Doctoral que lleva por nombre “*La búsqueda de analogías y diferencias como estrategia en la enseñanza de las interacciones a distancia y del concepto de campo en Física*”, presentada por la Ingeniera en Electrónica y Electricidad: **D<sup>a</sup> Anahí Catalina Fracaro**

## **CONSIDERA:**

Que reúne los requisitos de interés académico, rigor científico y actualidad documental necesarios para ser presentada a su lectura. Por lo que,

**INFORMA** favorablemente a la misma, autorizando su presentación con el fin de proceder a su defensa pública.

En Granada, a 16 de abril de 2013.

Fdo. Francisco Javier Perales Palacios





*A Néstor y Norma, por contentarse con poco y minimizar mis ausencias, a Gianni, compañero entusiasta del camino, y a GianPablo, Franco, Gaby, Esteban y Alejandro, que resignada y alegremente compitieron por la atención y el tiempo que les dejó esta Tesis. Para ellos que, no obstante apoyaron con generosidad y tolerancia mis proyectos, ya me dieron un título en la vida: la de hija, de esposa y de madre.*



## *Agradecimientos*

En este intento de retribuir a quienes colaboraron, participaron y cedieron su tiempo y trabajo no quiero dejar de agradecer enormemente

A Javier Perales, por aceptar el desafío de guiarme en esta investigación, por su eterna paciencia y rápida respuesta a los problemas y desafíos que conllevó su elaboración, pero por sobre todas las cosas, su profesionalismo y su don de gentes.

A Ruth Leiton, por creer en mí y empujarme a esta enorme aventura.

A Adriana Zúñiga, que todos los miércoles durante tres años, compartió su tiempo, sus conocimientos y su escucha.

A Amable Moreno, que desinteresadamente me llevó por los distintos dilemas de la Estadística.

A los directivos de la escuela Pablo Nogués, por no poner reparos en cada etapa que necesité la colaboración de profesores y estudiantes.

A las universidades de Granada, de Cuyo y de Mendoza, por todo el apoyo brindado.

A mis hijos y sus amigos, que formaron un desinteresado grupo de encuestadores.

A mis queridas Marita y Eugenia, amiga y hermana, porque debieron contentarse con el poco tiempo que quedó para ellas, y sin embargo fueron pilares en los momentos de flaqueza.

A Annarosa, por acompañarme en este proceso con cariño.

A José Rivas, por su respaldo en la lucha por las escuelas técnicas y su enervada alocución que hiciera de mi trabajo.

A los profesionales y profesores que ayudaron a dar validez a los instrumentos.

Finalmente, al “Humilde Inmigrante”, por su entusiasmo, su cariño e incondicional apoyo.



# Índice

<b>Introducción</b>	7
Fases de la Investigación	12
Organigrama de la Investigación	13
<b>Capítulo 1: Estudio Preliminar</b>	
<b>    Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza</b>	15
<b>1.1. Parte A: Diagnóstico</b>	17
1.1.1. La Historia y el Marco Legal	17
1.1.2. Estudio empírico	20
1.1.2.1. Objetivos de las encuestas de opinión	20
1.1.2.2. La construcción de las encuestas	20
1.1.2.3. Población y muestra	21
1.1.2.4. Proceso de muestreo	21
1.1.2.5. Análisis y Triangulación de los Resultados	22
1.1.2.6. Discusión de Resultados y Conclusiones. Parte A	27
<b>1.2. Parte B: La Educación de Competencias</b>	28
1.2.1. Competencia	29
1.2.1.1. Capacidades y Competencias	32
1.2.1.2. Estrategias didácticas para la enseñanza de competencias	34
1.2.1.3. El rol del profesor	39
1.2.1.4. La evaluación de competencias	40
1.2.1.4.1. Aspectos de la evaluación	41
1.2.1.5. Críticas al currículum basado en competencias	46
1.2.2. Estudio de caso- El Técnico Electromecánico	47
1.2.2.1. Revisión de los documentos	48
1.2.2.2. Los profesores y su concepción sobre la Educación de Competencias	49
1.2.2.2.1. Metodología utilizada	49
1.2.2.2.2. Análisis de los resultados de las encuestas a los profesores	50
1.2.2.2.3. De la revisión de planificaciones	52
<b>1.3. Discusiones y conclusiones del Estudio Preliminar</b>	54

<b>Capítulo 2. Marco Teórico</b>	<b>59</b>
<b>2.1. Fundamentación</b>	<b>59</b>
2.1.1. El porqué	59
2.1.2. El cómo	60
<b>2.2. La analogía y su utilidad didáctica</b>	<b>61</b>
2.2.1. ¿Qué es una analogía?	62
2.2.2. Dificultades en la aplicación como estrategia didáctica	62
2.2.3. Líneas básicas para su aplicación	63
2.2.4. La analogía en la formación de un modelo	64
2.2.4.1. ¿Qué es un modelo?	65
2.2.5. La analogía como estrategia de enseñanza	66
<b>2.3. La teoría de Campos en la Ciencia</b>	<b>67</b>
2.3.1. Dimensión histórica	67
2.3.2. Dimensión social	71
2.3.3. Investigaciones respecto del aprendizaje y enseñanza del campo electromagnético y gravitatorio	74
<b>Capítulo 3. Diseño de la Investigación</b>	<b>79</b>
<b>3.1. Objetivos</b>	<b>79</b>
<b>3.2. Metodología</b>	<b>80</b>
<b>3.3. Secuencia didáctica a utilizar</b>	<b>81</b>
<b>3.4. Instrumentos de recolección de datos</b>	<b>81</b>
3.4.1. El Pretest	82
3.4.1.1. Su construcción	82
3.4.1.2. Elementos para la interpretación	84
3.4.1.3. Validación del Pretest	90
3.4.2. El Postest	90
<b>Capítulo 4. La Unidad Didáctica</b>	<b>91</b>
<b>4.1. Objetivo</b>	<b>91</b>
<b>4.2. Construcción de la Unidad Didáctica</b>	<b>91</b>
4.2.1. Reorganización de contenidos	93
4.2.2. Elección de capacidades y conocimientos a desarrollar	94
4.2.3. Revisión del material bibliográfico a utilizar	94

4.2.4. Revisión y elección de videos	97
4.2.5. Cuestionarios guías	99
4.2.6. Tablas de analogías y diferencias	100
<b>4.3. Actividades áulicas</b>	<b>101</b>
<b>5. Capítulo 5. Prueba Piloto 2010</b>	<b>107</b>
<b>5.1. Muestra participante</b>	<b>107</b>
<b>5.2. Aplicación del Pretest</b>	<b>108</b>
<b>5.3. Análisis del Pretest</b>	<b>108</b>
5.3.1. Estadísticos de Fiabilidad	109
5.3.2. Triangulación de los Resultados	109
5.3.3. Conclusiones del Pretest	118
<b>5.4. Aplicación del Postest</b>	<b>118</b>
<b>5.5. Análisis del Postest</b>	<b>119</b>
5.5.1. Estadísticos de Fiabilidad	119
5.5.2. Triangulación de los resultados	119
<b>5.6. Discusiones y conclusiones finales de la Prueba Piloto</b>	<b>129</b>
<b>Capítulo 6. Desarrollo de la Investigación 2011</b>	<b>131</b>
<b>6.1. Población y muestra</b>	<b>132</b>
<b>6.2. Objetivos de la Investigación</b>	<b>133</b>
<b>6.3. Fases de la Investigación 2011</b>	<b>134</b>
<b>6.4. Aplicación y análisis del Pretest</b>	<b>134</b>
6.4.1. Análisis cuantitativo de los resultados del Pretest	135
6.4.1.1. Comparación de frecuencias relativas	135
6.4.1.2. Estadísticas paramétricas	146
6.4.2. Análisis cualitativo de las respuestas al Pretest	147
6.4.3. Conclusiones del Pretest	160
<b>6.5. Análisis complementarios</b>	<b>162</b>
6.5.1. Análisis de las representaciones de campo	162
6.5.2. Análisis del Trabajo de Integración de Campos	168
6.5.3. Transcripción de respuestas a la pregunta 17 del Trabajo de Interacciones y Campos- Parte A	175
<b>6.6. El Postest</b>	<b>176</b>



6.6.1. Metodología utilizada para su análisis	176
6.6.1.1. Análisis de las frecuencias relativas	178
6.6.1.2. Estadísticas paramétricas	192
6.6.1.3. Estadística no paramétrica. Prueba de Wilcoxon	194
6.6.2. Conclusiones del Postest	198
<b>Capítulo 7. Discusiones y conclusiones finales</b>	<b>203</b>
<b>7.1. Conclusiones</b>	<b>206</b>
7.1.1. Resumen de las concepciones previas identificadas y analizadas	206
7.1.2. Nivel alcanzado en las capacidades analizadas	207
<b>7.2. Discusiones y conclusiones finales</b>	<b>211</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>215</b>
<b>Anexos</b>	<b>223</b>
Anexo 1. Declaración de Interés Educativo y Municipal	225
Anexo 2. Cuestionario de opinión- De los Profesores	227
Anexo 3. Cuestionario de opinión- De los Industriales	228
Anexo 4. Cuestionario de opinión- De los Egresados	229
Anexo 5. Cuadro comparativo de los contenidos en Física	230
Anexo 6. Programa de Física 2008	232
Anexo 7. Cuadro comparativo de los contenidos en Química	234
Anexo 8. Programa de Química 2009	236
Anexo 9. Encuesta a profesores sobre Educación basada en competencias	237
Anexo10. Planificaciones de Ciencias Naturales, de Física y de Química	238
Anexo 11. Pretest	249
Anexo 12. Relevamiento de respuestas a las 5 primeras preguntas del Pretest	251
Anexo 13. Planificación de la Unidad Didáctica	258
Anexo 14. Cuestionario Guía de Interacciones y Campos. Parte A	260
Anexo 15. Cuestionario Guía de Interacciones y Campos. Parte B	262
Anexo16. Documento de Interacciones Básicas	265
Anexo 17. Trabajo de Integración de Campos	267
Anexo 18. Nota de permiso dirigida a la dirección de la escuela- año 2010	269
Anexo 19. Matriz de datos del Pretest y del Postest	270

*“...y finalmente la filosofía generalizó las ideas de Maxwell hasta fundar una doctrina según la cual el conocimiento mismo no es otra cosa que el hallazgo de analogías.”*

Boltzman, 1892



## Introducción

El camino que llevó a esta investigación tuvo sus orígenes en mi Memoria de Investigación Tutelada (DEA), en el marco del *Doctorado en Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología*, de la Universidad de Granada. Cuando debí elegir un tema para la misma, rápidamente opté por algo muy caro a mi vida: la Escuela Técnica, que en Argentina y ubicada en el nivel medio, fue y es hacedora de promoción social y semillero de universidades.

Como profesora en algunas de ellas, había observado el deterioro que trajo a la escolaridad argentina, y en particular a las escuelas técnicas, la implementación de la Ley Federal de Educación (1993). Por otro lado, el asistencialismo de planes sociales, que apareció en el 2001 como una solución temporal, se transformó en permanente, y cambió el sentido y la acción de la escuela, no ya como promotora de saberes y capacidades, sino como lugar de permanencia, para no perder dichos planes.

El DEA, que aparece en forma resumida en el Capítulo 1, con el nombre de “*Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza*”, mostró lo que a priori los profesores y padres veníamos observando: una escuela técnica que había perdido identidad, y de no mediar una acción reparadora, desaparecería como tal. En la mayoría de las provincias argentinas el deterioro fue muy grande. En Mendoza, la gestión de asociaciones de padres, de algunos profesores y directivos, y el apoyo del Colegio de Técnicos (ente que matricula a los técnicos recibidos), logró frenar cambios que la Dirección General de Escuelas estaba promoviendo. No obstante, cuando dichos actores se percataron de lo que estaba sucediendo, ya muchos de esos cambios se habían producido. Finalmente en el 2005 se re-crearon, a través de la Ley de Educación Técnica, aunque todavía las transformaciones que hubieran debido surgir no se han puesto en práctica.

La investigación puso en evidencia, a través de encuestas a profesores, egresados e industriales, que la problemática principal se encontraba en la enseñanza de las Ciencias Básicas (Fracaro y Perales, 2010; 2012).

Frente a los resultados obtenidos, y el lugar que ocupó como docente de una de las escuelas técnicas emblemáticas de Mendoza, la *Escuela Técnica Pablo Nogués*, la búsqueda de una línea de investigación para el doctorado fue natural.

Debía encontrarla allí, donde conocía los problemas y las fortalezas, y donde disponía del recurso humano con quien trabajar.

Siendo profesora en tres cursos paralelos de Electrotecnia 1, había observado las dificultades que presentan los alumnos en el aprendizaje de los conceptos de campo eléctrico y magnético, y en la falta de permanencia en el tiempo de dichos conocimientos.

¿Sería responsable la enseñanza lineal y apoblematizada, que por cuestiones de tiempo impartíamos, donde se introducían leyes y ejercicios de fuerzas y de campos, sin reconocer la necesidad de la existencia de los nuevos conceptos y sin el proceso histórico que llevó a los mismos?

Necesariamente el currículum los contempla, dado que las capacidades como técnicos electromecánicos y eléctricos así lo exigen. Pero reconocía en los demás profesores y en mi persona la preocupación de que los alumnos ignoraran el sentido del aprendizaje de los campos y en mayor medida, la confusión entre ellos. Debido a ello, los transformaban en *conocimientos estancos*, sin sentido, no transferibles a otras situaciones, volviendo rápidamente a las concepciones previas.

¿Podría, entonces, una estrategia diferente, que en el tiempo estipulado, con la situación social reinante, lograrse a través de un estudio paralelo de campos, reconociendo analogías y diferencias, crear un modelo de campo que permaneciera en el tiempo?

Por ello, esta Tesis, desarrollada en el marco de la Didáctica de la Física, tiene como **objetivo principal** determinar en qué grado la aplicación de una estrategia didáctica basada en el uso de las *analogías*, facilita el aprendizaje de las interacciones a distancia y del campo eléctrico, magnético y gravitatorio, vistos como un único concepto de campo, con sus similitudes y diferencias. La idea es lograr que el alumno genere un *modelo de campo*, una representación provisoria, perfectible e idealizada del fenómeno físico. Y según afirman Raviolo et al. (2010:592) “*No existen muchas actividades que puedan ayudar a llevar adelante este objetivo. La utilización de analogías es una de ellas*”.

Tanto el concepto de campo magnético como el de campo eléctrico y sus fuentes son cuestiones básicas sin las cuales no se puede construir una teoría científica de fenómenos electromagnéticos. La sociedad actual no puede prescindir del concepto de *campo* y su influencia en nuestra vida diaria. Para la Física supuso poner en duda la teoría mecanicista de *interacciones a distancia*, produciendo una *revolución conceptual*, y para la Técnica, el conocimiento de ondas electromagnéticas fue fundamental no solo para la construcción y funcionamiento de equipos electromagnéticos, sino que llevó a la revolución en comunicaciones, a la nueva era de la información (Martín y Solbes, 2001).

A un nivel particular, la importancia de dichos conceptos, como también del cálculo y utilización de los circuitos electromagnéticos es esencial para los egresados de la escuela Pablo Nogués, escuela media que otorga títulos profesionales, tales como Técnico Electricista y Técnico Electromecánico.

La introducción en mis clases, entonces, de los conceptos de *campo* y de *interacciones a distancia*, ha sido una preocupación y un desafío, dado el nivel de abstracción de los mismos, que los sitúa fuera del ámbito de la observación en la experiencia diaria. Por otro lado, involucra otros muy diferentes, tales como fuerza, carga, velocidad, corriente eléctrica y campo (Guisasola et al., 2003).

Esto nos llevó primeramente, a la búsqueda y lectura de investigaciones relacionadas con la didáctica en la enseñanza de los tópicos mencionados, para obtener información sobre el punto de vista desde el que son tratados y, finalmente, reconocer la relevancia de la presente investigación. En la exploración, se encontraron numerosos trabajos que investigan las concepciones alternativas de los alumnos sobre interacciones y sobre campos, desde una mirada constructivista (Baser y Gebán, 2007; Furió y Guisasola, 1998; Galili, 2003; Siegel y Lee, 2001; Rainson et al., 1994; Maloney et al., 2001; Guruswamy et al., 1997; Guisasola et al., 2003) y, en menor medida, aquellos relacionados con diferentes estrategias de enseñanza que tengan en cuenta dichos conceptos. En general son propuestas sustentadas en un modelo de aprendizaje de investigación dirigida, tales como las descritas por Furió y Guisasola (2001), Guisasola et al. (2003), Martín y Solbes (2001), Viennot y Rainson (1999) y Llancaqueo (2006), entre otras.

Pero, ¿cuál es la forma en que debemos introducir el concepto de *campo*? Martín y Solbes (1999) consideran que hay dos formas. La primera, como un procedimiento heurístico, un modelo útil para facilitar cálculos; la segunda, como una realidad física cuya existencia permite explicar muchas situaciones y procesos.

La primera opción se suele usar cuando se restringe a campos estáticos, pero perdemos la posibilidad de dejar asentado el camino para interpretar ondas electromagnéticas y la necesidad de los campos como transportadores de energía.

En esta investigación elegimos, entonces, la idea de campo como realidad física, reconociendo la dificultad de lograr en un adolescente de 15 o 16 años la interpretación de un concepto tan abstracto, lejano a su realidad cotidiana. Se hace, por ello, necesaria la búsqueda de estrategias para lograrlo, de modo de crear un *modelo mental de campo* que permita ser enriquecido a lo largo de su vida estudiantil y profesional.

El presente trabajo surgió de esta búsqueda de estrategias hasta pensar en el uso de *analogías y diferencias* respecto de los distintos campos -gravitatorios, magnéticos y eléctricos- en un proceso de ir construyendo dicho modelo: el descubrimiento de sus fuentes, el reconocimiento de los elementos intervinientes y los fenómenos que por y en ellos se producen. Por ello, se revisaron las investigaciones sobre la analogía como estrategia de enseñanza. En este caso, se estudiaron los trabajos de Oliva et al. (2001), González y Moreno (1998), González (2002), Duit (1991), Raviolo et al. (2010), Glynn (2007; 2008), extrayéndose de este último la metodología de enseñanza con analogías.

Entendemos por analogía al establecimiento de relaciones para comparar características semejantes entre el *análogo*, o conocimiento conocido, y el *tópico* o *blanco*, que es el nuevo contenido conceptual, procedimental o actitudinal que se pretende enseñar. Partimos de observar que los seres humanos utilizamos nuestro conocimiento sobre distintos fenómenos para interpretar y entender aquellos que se nos presentan como nuevos, transfiriendo propiedades y utilizando analogías en forma casi automática. Las personas usamos analogías en la vida cotidiana cuando queremos comunicar nuestras ideas sobre temas que no nos son tan conocidos, recurriendo a referentes más familiares, semejantes en algunos aspectos al que queremos expresar. En el trabajo científico, el

uso de analogías ha sido un instrumento fundamental para la elaboración de nuevos conocimientos, como fue la construcción de la teoría de campo electromagnético de Maxwell, partiendo de la ideas de Coulomb, y posteriormente de Faraday (Acevedo, 2004). En el caso particular de esta investigación, los diferentes campos son *análogos* y *blancos* al mismo tiempo ya que todos se encuentran en el mismo nivel de conocimiento por parte del estudiante. De este modo, la transferencia analógica se hace en todos los sentidos, observando cuáles son sus similitudes y cuáles sus diferencias, formándose un modelo general de *campo* que le permita reconocer, transferir y hacer inferencias cuando se encuentre presente ante un nuevo campo.

Por ello, el **objetivo general** busca determinar en qué grado la estrategia planteada logra formar en los alumnos un modelo de campo, de forma que pueda explicar los distintos fenómenos a través del mismo y transferirlo a otras situaciones.

De aquel se desprenden los **objetivos específicos**:

- Identificar las concepciones alternativas de los alumnos.
- Analizar si con la estrategia planteada los alumnos reconocen las fuerzas a distancia y las explican a través de campos.
- Reconocer si la estrategia contribuye a formar capacidades argumentativas y de razonamiento analógico.

Metodológicamente, la investigación comienza con un **Pretest**, cuya aplicación tiene dos fines: indagar sobre los conocimientos previos de los estudiantes, de modo de ajustar la secuencia didáctica y poder contrastar, a través de un **Postest**, el nivel de conocimientos adquiridos y el avance en la construcción de modelos de interacciones a distancia y de campo. Ambos corresponden al mismo cuestionario, que fue construido para esta investigación. Este se compone de 15 preguntas abiertas sobre distintos fenómenos físicos y con ellas se pretende obtener evidencias sobre la consecución de los objetivos planteados.

Luego del Pretest se aplica una secuencia didáctica que utiliza estrategias habituales de enseñanza, dentro de la orientación constructivista, a través de un enfoque mixto: explicación del profesor, búsqueda, lectura e interpretación del material, trabajo en pequeños grupos, demostraciones experimentales, y discusión de la clase completa, exponiendo las analogías y diferencias encontradas, analizándolas y logrando el consenso grupal.

Según Gil (1996) el cambio conceptual que pretende producir, si va acompañado de un cambio procedimental y actitudinal, consigue metas más altas que el aprendizaje de una analogía en sí o del modelo que subyace. Contribuye a la formación de capacidades tales como comparar, relacionar, sintetizar, diferenciar y argumentar dentro de las competencias procedimentales, o adquirir actitudes científicas (Oliva et al., 2001). Y, como toda herramienta didáctica, su idoneidad no está en su uso, sino en la adecuada preparación y diseño, en la elección de analogías y sus atributos (Glynn, 2008).

Tanto el Pretest como el Postest formaron parte de la recogida de datos de esta investigación para comparar, correlacionar y extraer conclusiones. Se estudiaron, además, los dibujos realizados por los alumnos sobre el modo en que imaginan y representan los diferentes campos (la visualización que de ellos tienen), como así también algunos registros de actividades áulicas de aplicación conceptual y de utilización de analogías, que sirvieron para extraer conclusiones y contrastar resultados.

Por último, para favorecer la lectura y el análisis del informe final de la investigación que abarca esta tesis, se presenta a modo de síntesis la estructura del mismo. El trabajo consta de siete capítulos, que se resumen a continuación.

En el **Capítulo 1**, se introduce en forma de Estudio Preliminar la investigación realizada en el marco del DEA, llamada *Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza*, que sirvió como punto de partida para la presente investigación. En la parte A, a través de encuestas a egresados, industriales y profesores, se muestran las problemáticas detectadas en la escuela técnica actual y las competencias que los profesionales técnicos deberían detentar. Pero, además, en la parte B, a través de un estudio de caso, sabiendo que la escuela debería promover un técnico profesional con competencias específicas, se analiza en qué grado los profesores conocen el significado de una educación en competencias y se determinan las competencias que se deberían desarrollar.

El **Capítulo 2** contiene el Marco Teórico de la investigación. En este capítulo inicialmente se explica en forma más ordenada y completa el modo y la razón de la investigación, y se amplía la información de la introducción. En él se explicita la revisión de la literatura científica y trabajos similares respecto de analogías y de campo, y la postura adoptada.

El **Capítulo 3** se orienta al diseño de la investigación. Se presentan los objetivos y la metodología, así como la elección, construcción y validación de los instrumentos de evaluación. Estos consisten en un Pretest y Postest de 15 preguntas abiertas. Se trata de un diseño cuasi experimental de investigación.

En el **Capítulo 4** se incluye la construcción de la Unidad Didáctica, sus objetivos, actividades y la planificación de la misma. Para ello, se reorganizaron los contenidos, se eligieron las capacidades a desarrollar y se revisó el material bibliográfico. Finalmente se construyó la Unidad Didáctica teniendo en cuenta la estrategia didáctica basada en la búsqueda de analogías y diferencias, para la construcción del concepto de *campo*.

En el **Capítulo 5** se describen los resultados de la experiencia 2010 de la investigación, realizada en la Escuela Técnica Pablo Nogués, de la ciudad de Mendoza. Debido a la gran cantidad de problemas que surgieron en su implementación, se tomó como *Prueba Piloto*. No obstante lo mencionado, pudimos extraer provecho de ella, ya que nos permitió dar validez a los instrumentos de recogida de datos y a la unidad didáctica. La exposición de las falencias nos llevó a las correcciones pertinentes, como también a reconocer la necesidad de un tiempo mayor para la aplicación de la estrategia, con los recaudos respecto del mismo.



El **Capítulo 6** muestra el desarrollo de la experiencia 2011, que se llevó a cabo en la misma escuela y con tres grupos similares a los de la prueba piloto: uno control y dos grupos experimentales. En este capítulo se realiza el análisis cuantitativo de los datos obtenidos a través de los instrumentos de evaluación. Además, para realizar una triangulación metodológica, se lleva a cabo el análisis cualitativo de los mismos, de los gráficos de los alumnos y de distintos trabajos realizados durante la aplicación de la Unidad Didáctica. Se contrastan, además, observando con diferentes evidencias, el grado de consecución de los objetivos planteados.

En el **Capítulo 7** se expresan las conclusiones generales. Se parte de recordar los objetivos de esta investigación, se exponen los principales resultados y la valoración de los mismos, se analizan aciertos y desaciertos y se sugieren líneas de acción. Se reconoce que si bien no se logró que los estudiantes crearan un modelo de campo, se observa un aporte importante de la estrategia didáctica por analogías en el proceso de su construcción.

### **Fases de la investigación**

El DEA -que fuera publicado en formato de libro (Fracaro y Perales, 2012) y recientemente declarado de **Interés Educativo y Municipal**, por el Honorable Concejo Deliberante de Maipú, municipio perteneciente a la provincia de Mendoza<sup>1</sup> (2013)-mostró una falencia en la enseñanza de las Ciencias Básicas en la Escuela Técnica en Mendoza, tal como lo expresaron egresados, profesores e industriales. Dicha problemática podría extenderse a todo el territorio nacional, dados los cambios que introdujo la Ley Federal de Educación, que llevó a la casi desaparición de las mismas. Esto motivó que se usara dicho diagnóstico como punto de partida para buscar posibles soluciones. Por otro lado, la experiencia docente sobre la enseñanza de la electrostática, la electrodinámica y el electromagnetismo como ejes del espacio curricular llamado Electrotecnia 1 en dichas escuelas, delimitó el qué investigar, cómo y cuándo.

El proceso de investigación tuvo tres partes, que se enuncian a continuación:

#### Fase 1: (2009- 2010)

- Revisión de literatura científica.
- Revisión de programas y documentos, para enmarcar la propuesta de enseñanza.
- Planificación de la estrategia didáctica.
- Secuencia didáctica: diseño y elección de las actividades áulicas.
- Diseño de los instrumentos de evaluación y su interpretación.
- Validación de los instrumentos.

#### Fase 2: (2010- 2011)

- ✓ Aplicación de la propuesta- Prueba piloto 2010.
- ✓ Análisis de los resultados del Pretest.

---

<sup>1</sup> Se adjunta el documento de Declaración de interés educativo y municipal como Anexo 1

- ✓ Análisis de los resultados del Postest.
- ✓ Puesta a punto de las actividades e instrumentos.

### Fase 3: (2011- 2013)

- Aplicación propuesta 2011.
- Análisis de los resultados del Pretest.
- Análisis de las actividades.
- Análisis de los resultados del Postest.
- Triangulación de resultados.
- Conclusiones.

### Organigrama de la investigación

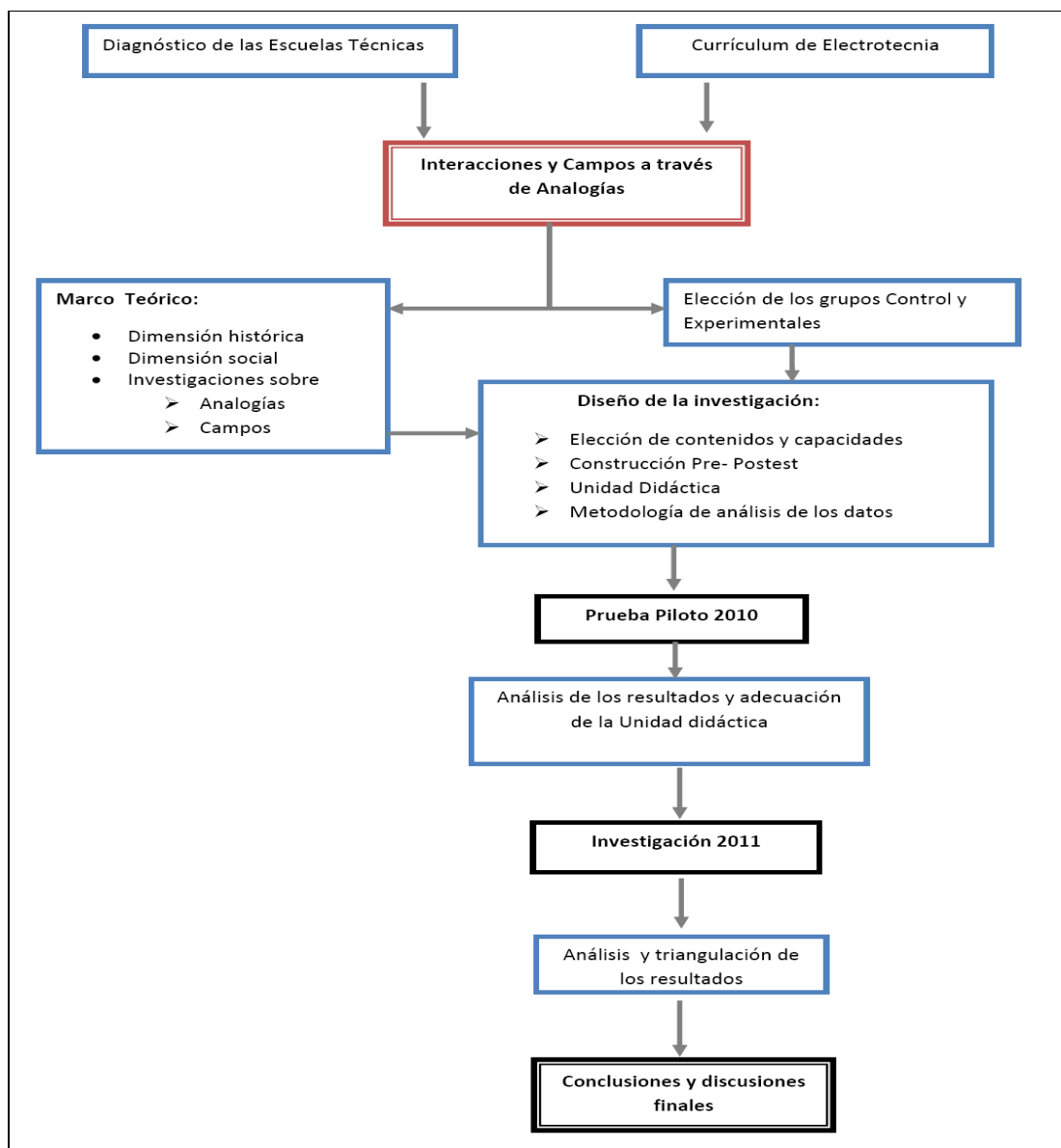


Figura 1-Organigrama de la Investigación



## Capítulo 1. Estudio preliminar

### Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza

En el año 2009, en el marco del DEA correspondiente al Doctorado de la Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, realizamos una investigación cuyo fin era el diagnóstico de la Escuelas Técnica en Mendoza (Argentina), de modo de delimitar sus problemáticas y a partir de dicho diagnóstico encontrar un línea de investigación que no sólo aportara al conocimiento científico sino, además, llevara soluciones al ámbito escolar.

La investigación comenzó buscando demostrar la existencia de un problema real en la educación técnica en Mendoza, percibido por los profesores, que indican que la base insuficiente en Ciencias Básicas no permite al educando alcanzar las competencias que sus perfiles profesionales expresan, e ingresar sin dificultad a las distintas universidades.

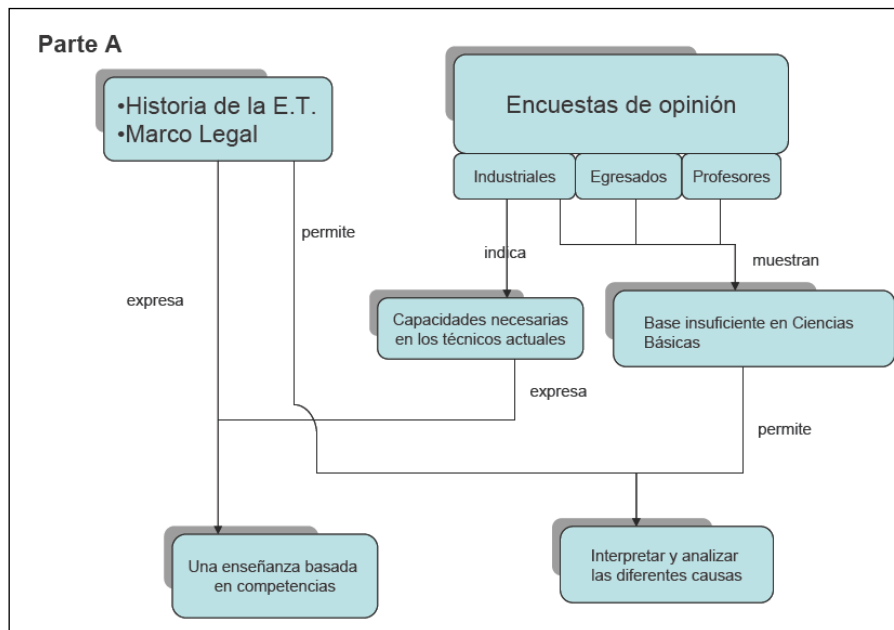
Por ello la investigación se dividió en dos partes, tal como lo muestran las Figuras 3 y 4, que representan el Organigrama de Investigación del DEA.

La **PARTE A** tenía como objetivo mostrar que la problemática principal radica en la enseñanza de las Ciencias y además, encontrar otras que influyen para lograr el perfil de egresado de una escuela técnica a través de:

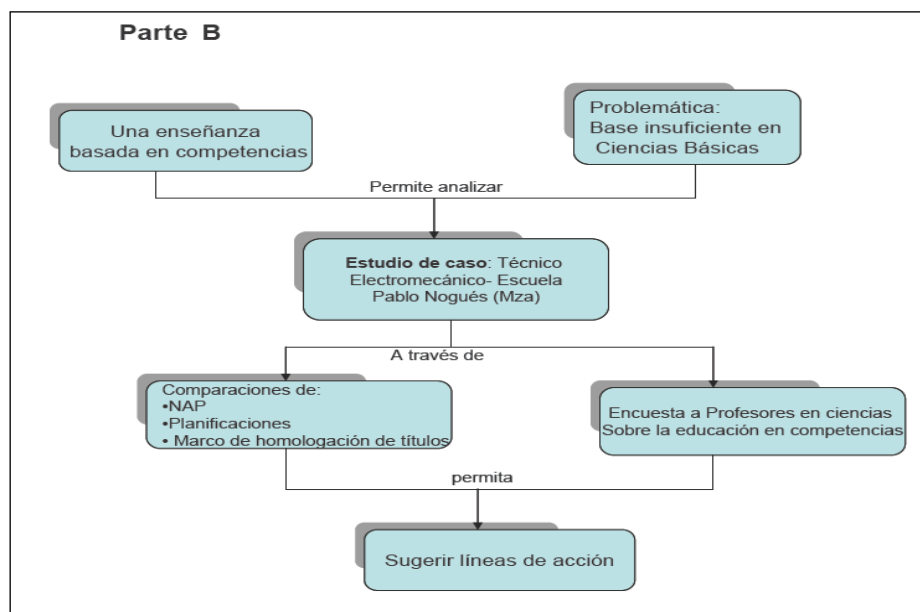
- a) Un marco histórico y legal que explicara el por qué de las problemáticas y encuadrara los cambios que puedan efectuarse para corregirlas.
- b) Tres encuestas de opinión que permitieran:
  - Mostrar desde la percepción de los egresados, de los industriales y de los profesores, la importancia de la Escuela Técnica.
  - Delimitar las falencias que los mismos encuentran en ella y evidenciar como problema principal una base insuficiente en Ciencias Básicas.
  - Obtener información sobre las necesidades que la educación otorgada no ha satisfecho, en relación al estudio y /o el trabajo de los egresados.
  - Conocer qué competencias consideran esenciales las distintas industrias en los técnicos profesionales.

Este conocimiento respecto a la educación técnica, cuyas resoluciones y acuerdos marcos muestran perfiles profesionales expresados en forma de capacidades, habilidades y actitudes, revelan un camino hacia una Educación en Competencias.

Debido a ello, y con el conocimiento de las principales problemáticas, la **PARTE B** intentaba saber qué es educar en competencias, y en qué medida una educación en competencias puede ayudar a resolver algunos de los problemas planteados, en especial la enseñanza de las Ciencias.



**Figura 1.1-** Organigrama de la investigación preliminar Parte A



**Figura 1.2 –** Organigrama de la investigación preliminar Parte B

Para lograrlo se llevó a cabo un estudio de caso, tomando la investigación dos direcciones:

- ❖ Una encuesta, a los profesores de ciencias básicas de la Escuela Técnica Pablo Nogués (Mendoza) para saber su dominio sobre educación en competencias y el conocimiento sobre el aporte que el espacio curricular a su cargo realiza al perfil de Técnico en Electromecánica.
- ❖ Una comparación de contenidos entre Programas en ciencias, los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios(NAP) y los indicados por el Marco de Referencia de Homologación de Títulos, redactado en el 2007.

## 1.1. Parte A: Diagnóstico

### 1.1.1. La Historia y el Marco Legal.

La nueva Política Educativa Nacional Argentina tiene como fines y objetivos prioritarios “*Garantizar una educación integral que desarrolle todas las dimensiones de la persona y habilite tanto para el desempeño social y laboral como para el acceso a estudios superiores*”, según la nueva Ley Nacional de Educación (2006). Es importante recalcar esa dualidad de educar para la vida y el sentido propedéutico.

Fueron los objetivos de las primeras escuelas técnicas argentinas, creadas a fines del siglo XIX hasta la actualidad. No es ni era terminal; buscaba integrar un nivel alto de contenidos técnicos y científico tecnológicos con una formación laboral que permitiera a sus egresados ingresar al mercado de trabajo, como una preparación adecuada para seguir estudios terciarios y universitarios (Gallart, 2006).

Las primeras escuelas técnicas argentinas, creadas a fines del siglo XIX, buscaban integrar un nivel alto de contenidos técnicos y científico-tecnológicos con una formación laboral que permitiera a sus egresados ingresar al mercado de trabajo, como una preparación adecuada para seguir estudios terciarios y universitarios (Gallart, 2006).

A mediados de la década de 1870 la enseñanza secundaria ya había sido implantada en el país: había catorce colegios nacionales, con fines propedéuticos, y pronto se agregaron escuelas comerciales y normales (para la formación de maestros primarios).

El 15 de marzo de 1897 se creó el departamento Industrial anexo a la Escuela de Comercio Carlos Pellegrini, de la ciudad de Buenos Aires. El 17 de marzo de 1889, por decreto del entonces Presidente de la República, Julio Roca, dicho departamento pasó a ser la primera Escuela Industrial Argentina, bajo la dirección del ingeniero Otto Krausse. Las especialidades iniciales fueron: Mecánica, Química y Construcciones.

En 1941 se produjo el principal cambio del siglo XX, una escuela secundaria de cinco años, con un ciclo básico común de tres, que permitió al promediar dicho ciclo el paso de los estudiantes de una rama a otra en la educación media. Hubo en todo este período iniciativas para volver terminales a la mayoría de estas escuelas, y un fuerte rechazo a dichas iniciativas, mostrando la imagen colectiva sobre la educación secundaria como un paso previo a la universidad y vehículo de movilidad social (Gallart, 2006): en un país con gran componente inmigratoria, la educación se percibe como modo de inserción y de movilidad social, produciendo una gran clase media que la interpreta, en un mundo de economía cambiante, como la mejor “herencia” que se puede dejar.

En 1944, en plena guerra mundial, y obligados a fabricar prácticamente cualquier producto manufacturado, se crea la Comisión Nacional de Aprendizaje y Orientación Profesional (CNAOP), apareciendo las escuelas-fábricas cuyo objeto era calificar a los operarios, y apoyadas fuertemente por la Unión Industrial Argentina, escuelas cuyo único fin era la de formar al obrero (Pronko, 2003).

En 1959, durante la presidencia de Frondizi, exponente del desarrollismo basado en un modelo industrializador de país, se crea el Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET), que reúne todas las escuelas industriales, escuelas-fábricas, profesionales de mujeres, y de Artes y Oficios, bajo la conducción de un cuerpo colegiado integrado por profesores, empresarios y trabajadores, siguiendo el modelo de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (Echarte, 2005).

El CONET era un ente autónomo, dentro de la estructura del Ministerio de Educación, pero con autarquía y financiamiento propio, proveniente de un impuesto a la nómina del empleo industrial. Su presidente, nombrado por el gobierno, tenía jerarquía y autonomía propia. Solía ser un ingeniero de prestigio en el ambiente industrial.

Las Escuelas Nacionales de Educación Técnica (ENET) integraron, a partir de 1965, a las antiguas Escuelas Industriales, las de la CNAOP y las pocas restantes de Artes y Oficios. El plan de estudios contemplaba los tres años de educación básica de la escuela secundaria, más el agregado de taller en contraturno, complementado por un ciclo de tres años de especialización (Gallart, 1983; Gallart, 1987).

En cuanto al crecimiento de la matrícula, en 1955 contaban con más de 86.000 matriculados, y en los años ochenta superaban los 367.000 alumnos, aproximadamente la quinta parte de los matriculados en educación media.

### **Decadencia**

Hacia mediados de 1970 la industria perdió protagonismo y el gobierno nacional creó pocas escuelas técnicas. Pero en las provincias seguían siendo requeridas. Debido a ello se fundaron escuelas técnicas semejantes a las nacionales, aunque al no tener el respaldo de grandes industrias, no se consideraban de igual calidad.

En la década del 90, con el deterioro del mercado de trabajo y las crisis económicas, llegó la Ley Federal de Educación (1993), que intentaba transformar el sistema educativo, y con él hacer desaparecer las Escuelas Técnicas como tales, surgiendo simultáneamente Tecnicaturas Superiores privadas. Se ve aquí el sistema neoliberal imperante. Siguiendo este modelo, en 1991 se transfirieron a las provincias las escuelas secundarias nacionales, y con ellas cuatrocientas escuelas técnicas con más de doscientos mil alumnos, perdiendo el apoyo del CONET, que en 1993 desaparece:

*“Los gobiernos de las jurisdicciones provinciales tuvieron que hacerse cargo de tres problemas a la vez: la gestión de un importante número de escuelas que antes no dependía de ellas, un gran incremento de la matrícula como consecuencia de la mayor cobertura de la educación general básica, y un cambio curricular y organizacional para el que no estaban preparadas y que enfrentaba serias dificultades con la legislación laboral y los sindicatos docentes”. (Gallart, 2006:23).*

La Ley Federal establecía una educación general básica (EGB) de nueve años y un ciclo polimodal de tres años con cinco modalidades, pero nada decía de las escuelas técnicas. Por ello se las incorporó en alguna de las modalidades, y a través de actas-acuerdos se intentó implementar módulos correspondientes a Trayecto Técnicos Profesionales, que

debían ser impartidos a contraturno, y que serían optativos y abiertos para que personas ajenas a las instituciones pudieran también cursarlos. Muchas provincias vieron la imposibilidad de realizarlo de ese modo, aunque sí desarrollaron dichos Trayectos Técnicos Profesionales, mas no ya de forma modular, sino como espacios curriculares.

Pero a partir de 2001 hubo una fuerte reacción: por un lado los padres, que veían la disminución en la calidad de la educación de sus hijos como así también la pérdida de una herramienta de trabajo, al indicar el Colegio de Técnicos que los alumnos no serían matriculados; por otro, la reactivación de la industria a partir del 2003, con demanda de nuevos trabajadores, encontrando escasez de personal calificado. Esto hizo que no desaparecieran y resurgieran a través de la Ley de Educación Técnica (2005).

### **¿Y en Mendoza?**

Quien inscribió a sus hijos en una escuela técnica en noviembre de 1998, para el siguiente ciclo lectivo, se encontró al iniciar las clases que su hijo cursaba un Polimodal con la modalidad en Bienes y Servicios, y la pérdida de muchas horas de materias básicas, para incorporar otras propias de la modalidad. Es de destacar que los boletines informativos con las notas de acreditación de los alumnos traían especificada dicha modalidad, no así la tecnicatura que se suponía estaban cursando, escondiendo sin ofrecer explicaciones que la Escuela Técnica como tal había desaparecido. Al mismo tiempo se fue desfinanciando, llevando a hacer inoperantes talleres y laboratorios, que tuvieron que ser mantenidos por la cooperadora escolar o por los alumnos.

En 2002 se autorizaron las modalidades del nivel polimodal y las orientaciones y especialidades de la Formación Técnica Profesional, pero como meras orientaciones, ya que nada decía con respecto a las titulaciones. La idea era que al no recibir ningún título al finalizar los 6 años de estudio, la sociedad hiciera desaparecer dichas escuelas, al no querer anotar sus hijos en las mismas, y así no pagar el costo político de hacerlo a través de algún decreto. No previeron la reacción de padres, de los maestros de taller, de algunos directivos, y del Colegio de Técnicos, que comenzaron con notas a la Dirección General de Escuelas, al Consejo Federal de Educación, a la Legislatura y terminaron recolectando firmas de la ciudadanía y realizando marchas y petitorios.

Finalmente, entre los años 2003 y 2004, y mediante resoluciones de la Dirección General de Escuelas de la Provincia de Mendoza, sustentadas en acuerdos marcos respectivos, se definieron los perfiles profesionales para las distintas tecnicaturas y se establecieron las áreas de competencias.

Luego de esa ardua lucha, hoy se ve nuevamente impulsada por la Ley Nacional de Educación (2006) y la Ley de Educación Técnica del 2005, que la recrea. La implementación de los cambios recién está comenzando y urge un nuevo planteo del área de Ciencias en dichas escuelas.

La Ley N° 26058 de Educación Técnica, expresa una educación técnica, promotora de competencias profesionales, que otorga un título profesional al cabo de 6 años de estudio.



La ley N° 26206, de Educación Nacional, contempla la Educación Técnica como una de las ocho modalidades del nivel secundario, obligatoria hasta su finalización, cuya finalidad es educar para el pleno ejercicio de la ciudadanía, para el trabajo, y para continuar estudios superiores. La política educativa es fijada por el Estado Nacional a través del Consejo Federal de Educación, y deberá tener estructura unificada en todo el país para lograr la validez nacional de los títulos.

### **1.1.2. Estudio empírico**

El estudio empírico se basó en tres encuestas destinadas a los distintos actores relacionados con las Escuelas Técnicas en Mendoza, y cuya opinión nos interesa: los profesores del área técnica, los egresados, y los industriales que contratan a técnicos.

#### **1.1.2.1. Objetivos de las encuestas de opinión**

Los objetivos de estas encuestas fueron:

- Contrastar la necesidad de la Escuela Técnica en el nivel secundario.
- Visualizar las distintas problemáticas en la enseñanza de competencias para lograr el perfil de técnico.
- Delimitar algunas de las competencias actuales requeridas de los técnicos por las empresas e industrias.

#### **1.1.2.2. La construcción de la encuesta**

Las tres encuestas de opinión fueron formuladas con cuatro preguntas similares, buscando una fácil comprensión, y una pregunta abierta para obtener información adicional, donde cada uno pudiera expresar sus inquietudes. Este formato fue elegido para poder triangular los resultados y poder extraer conclusiones generales. (Véanse Encuestas en Anexos 2, 3 y 4).

Las mismas fueron elaboradas teniendo en cuenta consideraciones obtenidas en Jornadas Institucionales en distintas escuelas técnicas, como así por pedido expreso de directivos de las mismas, preocupados por la falta de consistencia en ciencias básicas de los alumnos, que no les permite lograr el grado de competencias que como egresados necesitan.

La primera pregunta presenta cuatro opciones e intenta saber si hay consenso sobre la necesidad de la Escuela Técnica ubicada en el nivel secundario, y de ser así demostrar que la mera copia de otras estructuras ajenas a nuestro pasado no tiene cabida en el contexto mendocino.

La segunda, de carácter semiabierto, trata de indagar si interpretan la estructura del polimodal como algo positivo o negativo para obtener las competencias que requieren los técnicos.

La tercera y cuarta pregunta, de opción múltiple, buscan obtener información sobre las problemáticas y deficiencias que cada uno de los actores observa en la educación de los técnicos, para poder así buscar caminos que lleven a una posible solución.

La quinta es en cada caso una pregunta abierta, que fue incorporada en el proceso de validación a pedido de los especialistas.

#### 1.1.2.3. Población y muestra

Cada tipo de encuesta correspondió a una población diferente:

- Para la de los profesores se eligió como población a aquellos que conforman el plantel de profesores de la Formación Técnica Profesional de las cuatro Escuelas Técnicas que pasaron a Polimodal en Bienes y Servicios de la ciudad de Mendoza, lo que totaliza 220 profesores.
- Para la encuesta de los industriales se eligió la Zona Industrial Mendocina, que nuclea 300 empresas, cubriendo una gran gama de industrias: electromecánicas, químicas, petroleras, etc. Por otro lado, y como referencia, se eligió como parte de la población a dos grandes empresas del medio (YPF e IMPSA), que participan a nivel mundial y que, a pesar de no encontrarse ubicadas dentro de esa zona, requieren de gran cantidad de técnicos del medio.
- Para la de técnicos, se tomó como población a los técnicos egresados de los últimos 10 años de las cuatro escuelas técnicas antes mencionadas, que suman un total aproximado de 2800.

#### 1.1.2.4. Proceso de muestreo

En los tres casos se utilizó un método no probabilístico.

En la encuesta a profesores, la dificultad radicó en la imposibilidad de reunirlos en un horario determinado, para poder usar un método probabilístico de muestreo. La muestra invitada fue de 60 profesores, participaron 43, quedando esa misma como muestra real, ya que fue correctamente interpretada y contestada.

Para la encuesta a las industrias no fue posible aislar las respuestas en cuanto a que contratan técnicos de distintas escuelas de la provincia, y no necesariamente de las que se está tomando como población. Se obtuvieron un total de 32 encuestas, de las cuales 4 pertenecen a YPF y 4 a IMPSA, como grandes industrias. El resto representan a las diversas pequeñas y medianas empresas ya mencionadas.

El problema mayor se suscitó con los técnicos, porque era imposible determinar dónde se encontraban, de modo que se utilizó la modalidad de redes o bola de nieve. Para ello se siguieron los siguientes criterios:

- Que estuvieran representados técnicos recibidos antes del 2004 y después del mismo, porque esa fecha determina la primera promoción egresada dentro del formato de EGB3 y Polimodal.
- Que estuvieran representados técnicos que siguieron la universidad y aquellos que apenas recibidos decidieron trabajar en distintas industrias.

Las encuestas fueron llevadas a cabo en los meses de octubre y noviembre de 2008.

### 1.1.2.5. Análisis y Triangulación de los Resultados

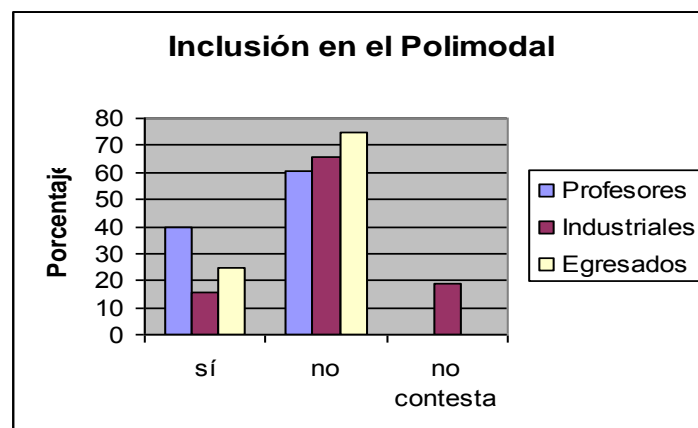
La comparación de las tres encuestas muestra gran coincidencia en las opiniones de los distintos actores. A continuación se analizan las distintas preguntas.

**Pregunta 1:** *Sobre la necesidad de la Escuela Técnica Media.*

De las cuatro opciones, Mucha, Relativa, Poca o Ninguna, estas dos últimas no son elegidas por los encuestados: no es percibida por la sociedad una educación que forme técnicos sin que esté incluida dentro del nivel secundario. Los tres grupos coincidieron en un porcentaje cercano al 90% respecto de la gran necesidad de la Escuela Técnica Media, indicando que las políticas educativas de la última década fueron contrarias a la opinión de todos los consultados.

**Pregunta 2:** *Si fue positiva la inclusión de la Escuela Técnica dentro del formato de EGB3 y Polimodal.*

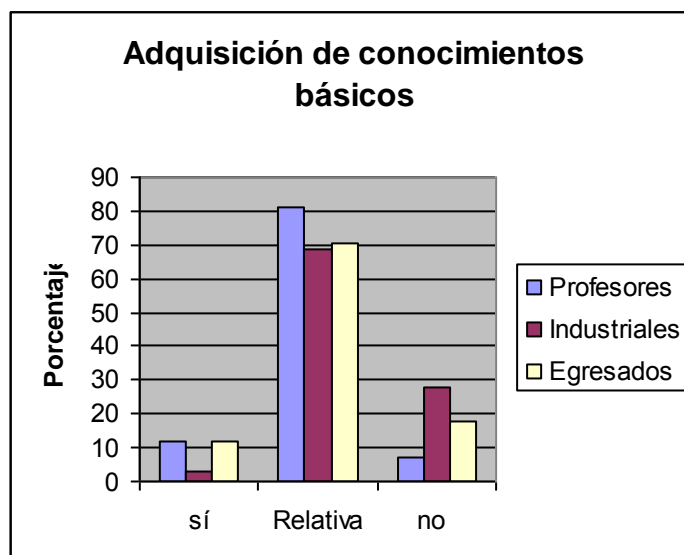
La respuesta preponderante y coincidente en los tres tipos de encuestas es el no. En este caso el porcentaje más bajo corresponde a la respuesta de los profesores (superando, sin embargo, el 60%), posiblemente porque muchos fueron parte de ese cambio, y el más alto fue el de los egresados, quienes lo sufrieron, superando el 75% (gráfica 1). Muestra también que quienes no contestaron la pregunta son únicamente algunos industriales, quienes indicaron desconocer el tema.



**Gráfica 1.1** - Triangulación sobre la inclusión de la Escuela Técnica dentro del Polimodal.

**Pregunta 3:** *Sobre la adquisición de conocimientos básicos para adquirir las competencias como técnico.*

La gráfica 2 muestra que tanto profesores, egresados como industriales consideran que si bien la Escuela Técnica siguió intentando otorgar los conocimientos básicos que sustentan las competencias como técnicos, se logró relativamente, expresando una preocupación al respecto, mostrada ampliamente en las respuestas a la pregunta 4, donde se indican las causas de esa falta de conocimientos.



Gráfica 1.2 - Triangulación sobre la adquisición de conocimientos básicos en la Escuela Técnica

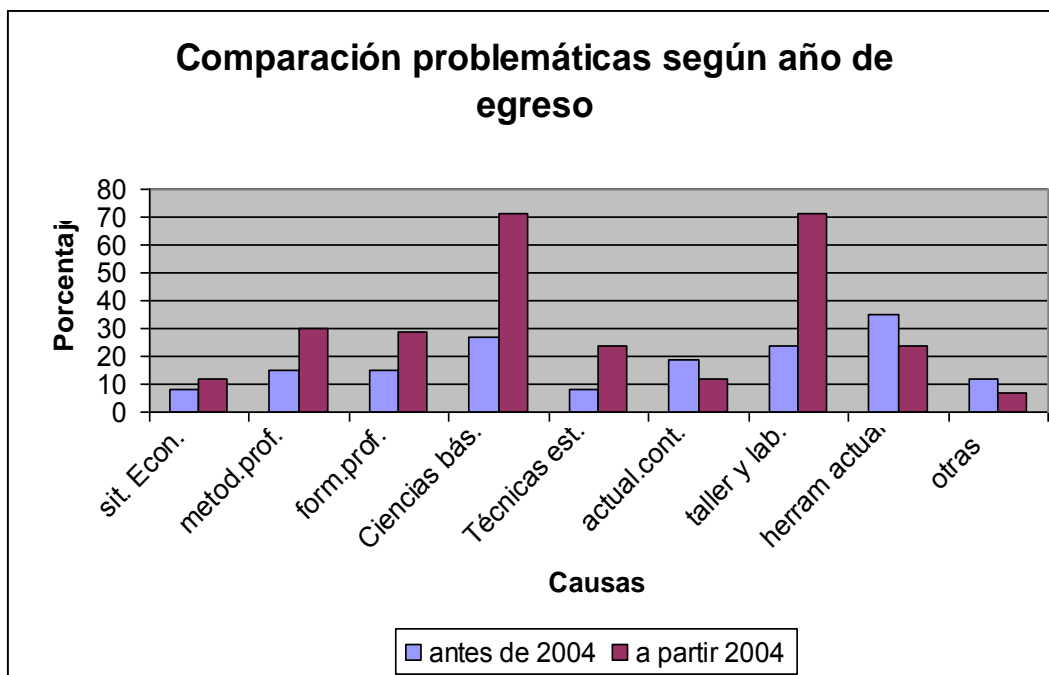
**Pregunta 4:** *Sobre las causas que no permitieron lograr las competencias que el trabajo o estudio requieren*

Las causas que se analizaron, y que debieron numerarse en orden de prioridad si se consideraba más de una, fueron:

- Situación económica de los alumnos
- Metodología utilizada por los profesores
- Formación del profesorado
- Base insuficiente en Ciencias Básicas
- Falta de técnicas y horas de estudio
- Falta de actualización de contenidos
- Disminución de horas de taller y laboratorio
- Falta de conocimiento de herramientas y software actuales
- Otras causas (que se pidió se explicitaran)

Fue importante observar las diferencias de opinión de los egresados antes de la aplicación de la Ley Federal de Educación y de aquellos que lo hicieron a partir de la misma. En la gráfica de barras siguiente (Gráfica 1.3) se puede comparar por problemática las percepciones de los egresados según año de egreso.

Se visualiza el crecimiento de estas causas a partir del 2004, donde los porcentajes mayores se dieron en Ciencias Básicas y en la Disminución de horas de taller y laboratorio. En ambos casos los porcentajes de insatisfacción superan el 70%. Dichas causas muestran la disminución de sus logros como técnicos competentes cuyas capacidades están basadas fuertemente en el conocimiento científico y en el “saber hacer”, logrados en las prácticas de laboratorio y en los trabajos de taller.



**Gráfica 1.3** - Comparación de las problemáticas percibidas por los técnicos según año de egreso.

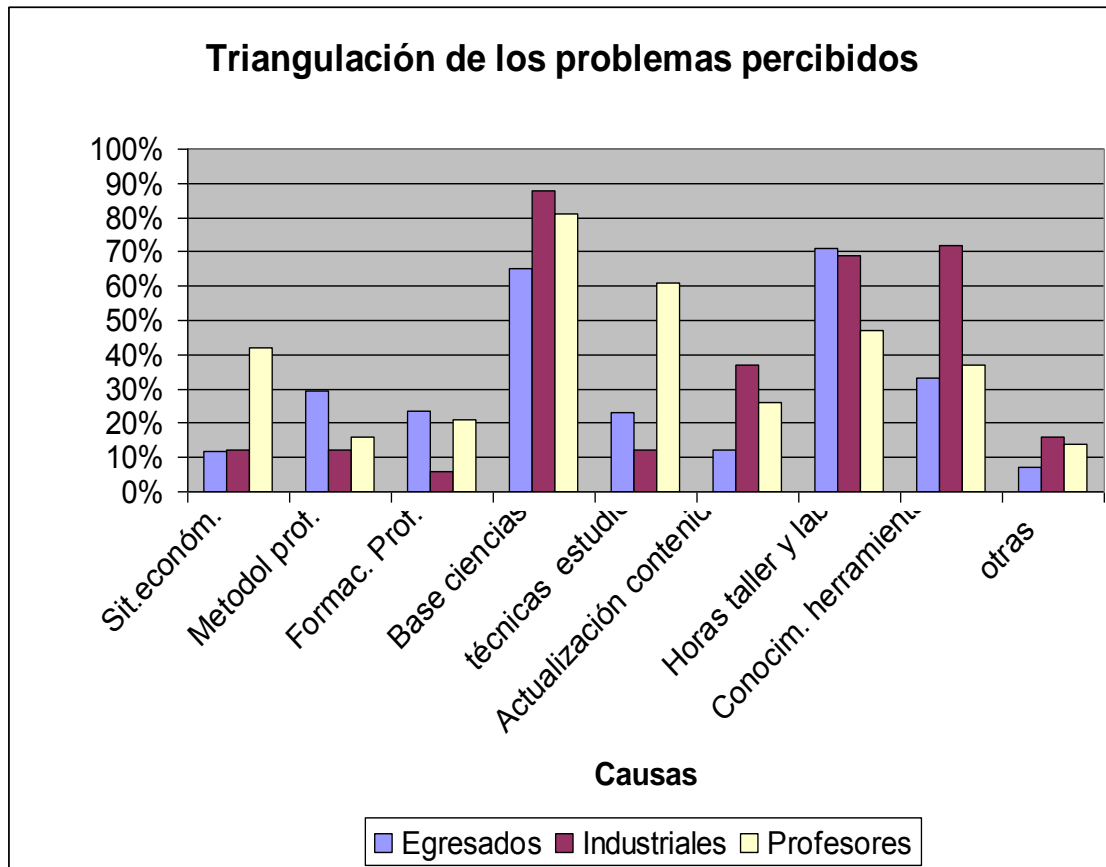
También hay un crecimiento en los porcentajes en cuanto a los Métodos utilizados por los profesores, la Falta de técnicas y horas de estudio y en la Formación del profesorado, como causas que afectan y afectaron la adquisición de competencias.

Del mismo modo la Gráfica 1.4 compara las percepciones de profesores, industriales y egresados después del 2004 sobre las causas por las que no se adquieren en forma satisfactoria las capacidades, habilidades, actitudes y destrezas para que los egresados sean profesionales competentes.

En ella se puede observar la coincidencia en considerar como mayor problema la falta de base científica que permita lograr las competencias requeridas. Esta problemática es multicausal. Por un lado, la disminución de horas en ciencias básicas dentro del currículum, la falta de técnicas y horas de estudio por parte de los alumnos y la metodología utilizada por los profesores, fuertemente conductista. Por otro, la falta de articulación con las materias técnicas específicas, dada por el desconocimiento de una gran parte de los profesores del perfil del egresado, y las capacidades a lograr.

Esto indicaría que las causas están interrelacionadas, pero que todas convergen en una problemática común, que limita la capacidad de los alumnos de lograr competencias más complejas cuya base es netamente científica.

La segunda problemática, percibida más fuertemente por los egresados, es la disminución de horas de taller y de laboratorio. Indica la necesidad del “saber hacer” que los habilite al mundo del trabajo y que está íntimamente relacionada con el “saber” científico, es decir, con la práctica que debe estar enraizada en el conocimiento para poder analizar e interpretar correctamente resultados y la capacidad de transferirlos a otros ámbitos.



**Gráfica 1.4-** Triangulación de los problemas percibidos.

Una tercera problemática, expresada sobre todo por los industriales, es la falta de conocimiento por parte de los técnicos de las herramientas y software actuales, y esto muestra otra vez la falta de capacidad de la escuela de seguir los cambios tecnológicos a la velocidad que estos suceden, ya sea por propia inercia, por la falta de adecuación de los profesores como así también por las posibilidades y los recursos con los que las escuelas técnicas cuentan para proveerse de dichas herramientas, muy inferiores a los de las industrias. Por ello es que tanto profesores como alumnos perciben como un refuerzo sumamente necesario las pasantías o “prácticas profesionalizantes” en los lugares de trabajo.

Es de destacar que la situación económica de los alumnos, que parecería una causa muy importante en el contexto actual, es observada en mayor medida por los profesores, que permanentemente están en contacto con aquellos y sus problemáticas derivadas de las crisis económicas que vive el país, no así por industriales y egresados, que responden posiblemente a su experiencia particular o de su entorno.

**Pregunta 5:** *Sobre los cambios que introduciría en la Escuela Técnica.*

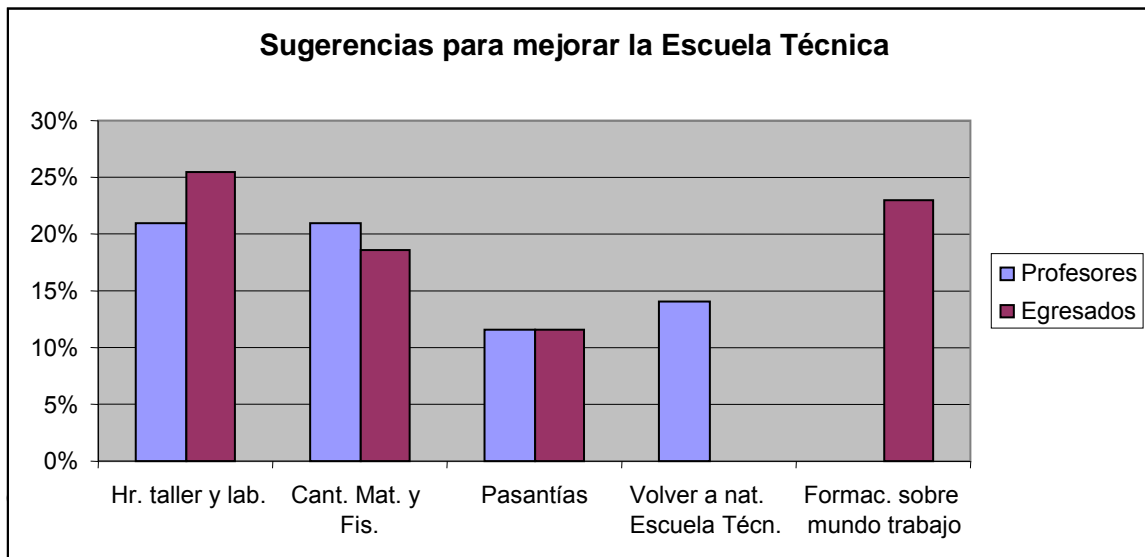
Ésta fue una pregunta abierta similar para los profesores y egresados, cuyas coincidencias se observan en la Gráfica 1.5.

Se analizó teniendo en cuenta las sugerencias de mayor porcentaje en ambas, deduciendo una total coincidencia en cuanto a la necesidad de horas de Taller y Laboratorio, de Matemática y de Física, así como un incremento en las Pasantías o

Prácticas Profesionalizantes. Los egresados sienten también la importancia de otorgar al estudiante un mayor conocimiento del mundo laboral y sus requerimientos. Por otro lado, los profesores indican la importancia de que la Escuela Técnica tenga estructura y prácticas propias, por su propia naturaleza. Estas prácticas de mejora coinciden en un todo con la percepción de las problemáticas.

La pregunta abierta para los industriales se diferenci6 de las anteriores dado que se centr6 sobre *qué capacidades, habilidades, destrezas y actitudes necesita que tengan en la actualidad los profesionales técnicos en sus empresas.*

Las respuestas se categorizaron en nueve capacidades, mostrando principalmente que el técnico requerido debe, ante todo, ser capaz de “Analizar y resolver situaciones problemáticas” (indicada por el 50% de los encuestados). Para ello es necesario, además de tener un razonamiento crítico, una base sólida de conocimientos científicos que le permita discernir rápidamente, elegir entre las posibles soluciones, aquella más idónea, es decir, utilizar un saber experto. Indica que las competencias como técnico se van modificando con el tiempo en la medida que dicho profesional esté expuesto a situaciones problemáticas reales.



**Gráfica 1.5-** Sugerencias para mejorar la Escuela Técnica

Se observa la necesidad de un técnico que esté en constante proceso de actualización, que la educación no termine cuando el alumno egresa de la escuela, sino que sea capaz de actualizarse y aprender.

Es importante, además, la *Habilidad para utilizar las herramientas de trabajo*, que posee una relación directa con las necesidades de los egresados y profesores de *Aumentar las horas de Taller y Laboratorio*, así como de *Pasantías en ámbitos de trabajo*. La *Utilización de la computadora y software específicos* así como el *Manejo del idioma inglés* son otras de las capacidades instrumentales que necesitan los industriales de sus técnicos.

Son mostradas también las capacidades interpersonales, de relación con el otro, como saber trabajar en equipo, tener iniciativa, saber escuchar y discernir críticamente.

#### 1.1.2.6. Discusión de Resultados y Conclusiones. Parte A

El análisis de los datos obtenidos, junto con la ubicación histórica y legal donde se enmarca la Escuela Técnica en Argentina - particularmente en Mendoza - muestra la pérdida de la esencia de la misma, toda vez que los egresados, profesores e industriales expresan que una vez realizados los Trayectos Técnicos Profesionalizantes, no se logran las competencias requeridas exigidas por el trabajo o el estudio.

Frente a los resultados se evidencia una falta de capacidades y habilidades que emanan de un insuficiente conocimiento de las Ciencias Básicas que, además, apunten a la resolución de problemas, a formar un espíritu crítico y a la posibilidad de transferir dichos conocimientos a situaciones problemáticas diversas en su trabajo, su estudio o en la vida en comunidad.

Esta problemática, que fue elegida por los distintos encuestados como causa principal para la no adquisición de las competencias profesionales, posee varios orígenes, entre otros:

- El ingreso de la Escuela Técnica al EGB3 y Polimodal llevó a una enseñanza de las ciencias desde 8° y 9° muy diferente a como se planteaba desde la Escuela Técnica tradicional, una “enseñanza para la vida”, que es acertada en la medida que se quiera lograr sólo eso, pero se pierde el objetivo de sentar las bases para que se logren las competencias como técnico.
- Una necesidad de mayor carga horaria para las asignaturas científicas - y en todos los años - para que se construyan en los adolescentes “modelos mentales” coherentes sobre la ciencia, hacer ciencia y los conocimientos científicos, de modo que sirvan para transferirlos ante nuevas situaciones y usarlos como base donde se asienten nuevos conocimientos.
- La falta de técnicas y hábitos de estudio, facilitada por una escuela de contención, determinada por las políticas educativas que esperan reducir los niveles de repitencia bajando el nivel de exigencia a los alumnos.
- Un cambio en la mentalidad del mundo, y de los adolescentes en particular, en la forma de “cómo se aprende”, que obliga a metodologías de enseñanza diferentes, y en la resistencia de muchos profesores a dichos cambios, ya sea por falta de capacitación, por la cantidad de horas que trabajan y la ausencia de incentivos, como por el hecho que generalmente se tiende a enseñar de la misma forma en que se aprendió.

Surgen algunas preguntas: si bien desde las leyes, actas y planificaciones se habla en función de competencias laborales, ¿los profesores están llevando al aula los cambios que permitan la adquisición de las mismas, o sólo son expresadas en papeles?, ¿conocen los profesores de ciencias básicas el perfil del egresado? Para ver en qué estado se encuentran las respuestas a las mismas, es que analizamos un caso: la Escuela Técnica N° 4-111, Pablo Nogués, escuela emblemática de la ciudad de Mendoza, correspondiente a la Parte B del DEA.



## 1.2. Parte B: La Educación de Competencias

A fines del 2007 el INET , organismo asesor del Consejo Nacional de Educación, junto con comisiones técnicas jurisdiccionales, constituidas por especialidad, elaboraron los Marcos de Referencia para la homologación de títulos de técnicos de nivel secundario, identificando los conocimientos, habilidades, destrezas , valores y actitudes que otorgan sostén al campo profesional en cuestión. En ellos se indica para cada especialidad cuáles son los aportes que deben hacer las ciencias básicas, como Matemática, Física y Química, para lograr las competencias que den respuesta a las expectativas del mundo empresario, como así también dar la oportunidad de seguir estudios superiores, recordando que la escuela técnica, como modalidad de la educación secundaria, no es terminal.

Como son en sí un conjunto de capacidades complejas es necesario que sean mediadas y desarrolladas en el ámbito escolar.

Esta presentación en los documentos oficiales de aprendizajes como competencias, indica dejar atrás un currículo centrado en el contenido para ir hacia un currículo centrado en el estudiante, lo que obliga a repensar la dinámica escolar desde un enfoque más holístico.

Es por ello que en esta parte de la investigación nos hemos centrado en la Educación de Competencias, saber en qué consiste, y de qué modo un diseño curricular basado en normas de competencias puede subsanar las deficiencias encontradas, sobretodo en ciencias, y lograr las competencias que el egresado necesita.

Surgen varias preguntas al respecto: ¿podrá ser el camino para subsanar los problemas mostrados? ¿Cómo puede un currículo basado en competencias aportar al conocimiento en Ciencias Básicas y su posterior aplicación? ¿Es posible pasar de la estructura curricular actual a una más dinámica y flexible centrada en el desarrollo de capacidades, habilidades, destrezas y valores? ¿Está el cuerpo de profesores dispuesto a repensar su propia práctica docente? ¿Cuáles son las prácticas y estrategias docentes para desarrollar un currículum basados en competencia? ¿A qué modelo de enseñanza de la ciencia apunta? ¿Cómo deben evaluarse dichas competencias?

Si bien existen posturas encontradas acerca de cuánto debe influir el mercado laboral en la prescripción de las competencias, ya que no sólo se forma para el aquí y ahora, sino que dar respuesta a lo largo del tiempo, sin olvidar también, que se trata de la educación integral de adolescentes, es importante comprender que las exigencias que la sociedad actual impone a un ciudadano, son muy diferentes a las requeridas hace diez años atrás (Leiton, 2006).

Por un lado no se puede ceder a que sea el mercado laboral quien indique los criterios y normas de calificación, ya que dependen de la política socio económica de un país y de los vaivenes del mercado. Por otro, que sea el mundo académico, en cuyo caso seguirá

la lógica de las disciplinas o áreas de formación, pero sin comprender que las competencias a lograr son para desarrollarse fuera de ese contexto (Leiton, 2006).

Según Mario Bunge (1989) para modernizar nuestras escuelas, debemos observar lo hecho por otros países más adelantados, y aprender de ellos, pero no “copiar”, ya que ninguna experiencia extranjera puede importarse sin modificaciones, sin observar el contexto, las necesidades y la idiosincrasia de cada pueblo.

Tampoco es posible pensar en un cambio impuesto desde la política educativa, si los actores intervinientes-profesores y alumnos-no interpretan qué se espera de ellos.

El cambio no sólo debe promoverse desde fuera, sino de la necesidad del mismo por parte de los profesores, desde la reflexión del cuerpo docente y de su *capacitación*, desde la aplicación paulatina pero permanente de nuevas prácticas y estrategias. Debe ser fortalecido con el aumento de horas dedicadas a la enseñanza de las ciencias y técnica en las escuelas primarias y secundarias, como así de talleres y laboratorios adecuados para llevar adelante las prácticas necesarias para su rol de técnicos (Bunge, 1989).

### 1.2.1. Competencia

Para poder trabajar al respecto, es importante determinar qué es una competencia. Desde el mundo del trabajo y desde el mundo de la educación se han intentado varias definiciones. Algunas son coincidentes, otras son totalmente diferentes. Este es uno de los problemas principales en la puesta en marcha de una educación basada en competencias. La diversidad de concepciones favorece numerosas interpretaciones, incluso erróneas, en cómo debe encararse la formación basada en el desarrollo de competencias.

*“Una competencia no constituye una forma de algoritmo memorizado y practicado repetidamente en vista de asegurar la perennidad y la reproducción, sino un saber actuar muy flexible y adaptable a diversos contextos y problemáticas.”* (Tardif, 2008:3)

Es un actuar flexible, porque moviliza en forma selectiva aquellos recursos necesarios para resolver una determinada situación problemática.

Se habla de competencias laborales, competencias profesionales y competencias educativas. ¿Deben las competencias educativas estar supeditadas a las competencias laborales y profesionales requeridas, o debe ver al individuo en un sentido más holístico?

Algunas definiciones al respecto se editan a continuación para buscar el consenso entre ellas.

**Competencia laboral:** Según la Organización Internacional del trabajo (OIT, 1993), competencia laboral *“es la idoneidad para realizar o desempeñar un puesto de trabajo eficazmente, con las requeridas certificaciones para ello.”*

En el documento “Certificación de Competencias Laborales”, CINTERFOR/OIT (1998) se define como competente para el trabajo a *“quien dispone de conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes necesarias para desempeñarse eficazmente en situaciones específicas de trabajo.”* El buen desempeño de trabajo no tiene que por qué ser profesional

Coincidentemente, Bunk (1994) indica que *“posee competencia laboral quien dispone de los conocimientos, destrezas y aptitudes necesarios para ejercer una profesión u ocupación, resolver los problemas profesionales en forma autónoma y flexible, colaborar en su entorno de trabajo y en la organización en donde se desempeña.”*

El Ministerio de Educación de Argentina, en el Acuerdo Marco A 12 (1998) indica que *“Competencia es un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, actitudes, valores y habilidades relacionados entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional.”*

**Competencia profesional:** Se refieren a un desempeño de trabajo asociado a un título profesional.

Según Lucrecia Tulic (2006), las *“Competencias profesionales son el conjunto de aptitudes que permiten resolver problemas de complejidad creciente en escenarios diversos de trabajo, de manera autónoma y flexible que permita la transferencia a situaciones nuevas, así como la construcción de una postura que integre a los aspectos cognitivos y de habilidades, los elementos éticos y el pensamiento crítico requerido.”*

Desde este punto de vista Le Boterf (1997), indica que competencia es *“el conjunto de recursos personales y de redes que el individuo tiene que combinar y movilizar para manejar eficazmente las situaciones profesionales”*

Los recursos personales son:

- Conocimientos
- Saber hacer metodológicos y técnicos
- Capacidades cognitivas
- Saber hacer relaciones
- Recursos emocionales
- Lo aprendido en la experiencia

Recursos externos: Por ejemplo, una base de datos, software específicos como AutoCad, simuladores, Internet en la escuela, biblioteca, talleres, etc.

**Competencia educativas:** son entendidas como *“el conjunto de habilidades y destrezas que remiten al desarrollo cognitivo de una persona, al despliegue de su inteligencia, tanto racional como emocional y que son atributos de las instituciones de educación de cualquier nivel”* (Leiton, 2006). Se desarrollan gradualmente en un ámbito de educación formal.

Desde cualquier perspectiva, hay elementos comunes:

- Combinación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se ponen en acción para lograr un desempeño eficiente en un determinado contexto.
- La conjunción de diferentes saberes: "saber", "saber hacer", "saber ser" y "saber convivir".
- Que dichos conocimientos, habilidades y destrezas sean identificables y evaluables.
- Que la evaluación tome todos los elementos de la competencia como parte de la evidencia.

Desde lo antes mencionado, podemos coincidir con Cornford (1999) quien indica que *"competencia es una actividad cognitiva compleja que exige a la persona establecer relaciones entre la práctica y la teoría, de demostrar la capacidad de aprender a aprender, así como el desarrollo concreto de la experiencia y los conocimientos técnicos"*.

El Proyecto Tuning (González y Wagenaar, 2003) define a las competencias como la combinación de capacidades, habilidades, actitudes y atributos que permiten un desempeño competente, como parte del producto final de un proceso educativo.

Conocimientos= saber

Atributos= ser

Habilidades= hacer

Actitudes= querer

Desempeño= resultados

Este proyecto aborda un sistema de titulaciones fácilmente reconocibles y comparables para Europa. Concretamente el proyecto se propuso determinar las competencias genéricas y las específicas de cada ciclo. Las competencias describen lo que el estudiante *sabe* o puede demostrar una vez completado un proceso de aprendizaje. Las competencias se describen como puntos de referencia para la elaboración y evaluación de planes de estudio y no pretenden ser moldes rígidos. Del mismo modo se realizó el Tuning para América latina, identificando las competencias genéricas y específicas para las distintas titulaciones.

Se elaboró un cuestionario que fue aplicado a diferentes destinatarios de universidades de diversos países europeos, a fin de indagar sobre una treintena de competencias. En él se focalizan competencias que habitualmente no se explicitan en el currículum universitario (Jabif, 2007).

Se expresan tres categorías de competencias:

**Competencias instrumentales:**

- Analizar, sintetizar, evaluar
- Organizar, planificar, resolver problemas y tomar decisiones

- Manejar el ordenador, buscar y analizar información de distintas fuentes
- Comunicarse en forma oral y escrita en la propia lengua
- Comunicarse en una segunda lengua

**Competencias interpersonales:**

- Discernir críticamente
- Escuchar
- Trabajar en un equipo interdisciplinario
- Comunicarse con expertos de otras áreas
- Trabajar en un contexto internacional
- Saber comprometerse éticamente

**Competencias sistémicas:** Son competencias integradoras, y requieren como base la adquisición previa de competencias instrumentales e interpersonales. Ellas son:

- Aplicar los conocimientos en la práctica
- Investigar
- Saber aprender
- Saber adaptarse a nuevas situaciones
- Generar nuevas ideas
- Saber liderar
- Aprender culturas y costumbres de otros países
- Saber trabajar de forma autónoma
- Diseñar y gestionar proyectos
- Tener iniciativa y espíritu emprendedor
- Preocuparse por la calidad
- Tener motivación de logro

Nuevamente se observan los distintos tipos de saberes: “saber”, “saber hacer”, “saber ser” y “saber convivir”.

1.2.1.1. Capacidades y Competencias

¿Pero cómo se logran dichas competencias? Para ello deberíamos explicar la diferencia entre competencia y capacidad.

Parecieran indicar lo mismo, pero la competencia sólo existe en la acción: se pone de manifiesto en el actuar en situaciones profesionales. Otorga un significado de unidad. Ser competente implica el dominio de la totalidad de elementos y no sólo de las partes.

Distintas capacidades, aplicadas en acción otorgan competencias. Una competencia moviliza varias capacidades y su desarrollo no concluye nunca: se mantiene en una evolución constante, en la medida que en los ámbitos donde son requeridas cambien, se actualicen, produzcan nuevos problemas, nuevas situaciones, y donde la exposición de las capacidades y la reflexión de lo hecho vaya transformando al profesional en un profesional experto.

Las instalaciones educativas deberían estar en el proceso anterior: otorgar las capacidades necesarias para que el egresado sea competente en situaciones del campo laboral. Las capacidades o recursos internos están basadas fuertemente en los conocimientos: éstos permiten la planificación de la acción y la reflexión sobre lo hecho.

El eje de la formación de profesionales es el desarrollo de capacidades, las que a su vez constituyen la base para el desarrollo competente en diversos ámbitos de trabajo. Para poder planificar una educación en competencias primero hay que delimitar qué competencias se quieren lograr, para así ubicar qué capacidades son necesarias para lograr dichas competencias.

Las capacidades pueden llegar a ser competencias, sin embargo un individuo puede ser muy capaz pero poco competente. La competencia diferencia el saber lo que hay que hacer, de la acción misma frente a una situación real.

Liliana Jabif (2007) hace una adaptación de Le Boterf (2001), donde se observa cómo las combinaciones de capacidades permiten lograr una determinada competencia (Figura 1.3.)

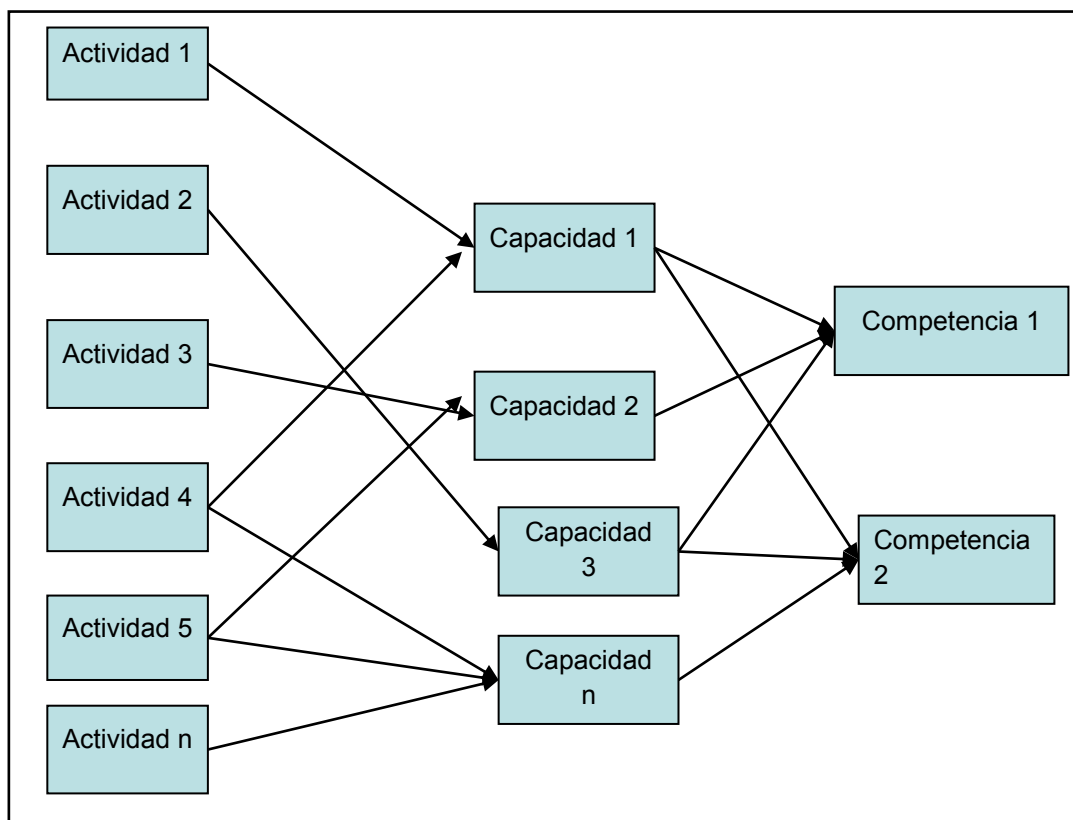


Figura 1.3- Capacidades y competencias- (adaptado de Jabif - 2007)

Por ejemplo, actividades que desarrollen la “capacidad de análisis” puede ser la resolución de problemas y trabajo de laboratorio, que será puesta en evidencia como competencia cuando deba aplicar dicha capacidad frente a otro problema similar a los que se producen en ámbitos de trabajo.

#### 1.2.1.2. Estrategias didácticas para la enseñanza de competencias

La enseñanza tradicional, centrada en el profesor, se orienta casi exclusivamente en la adquisición de conocimientos: en el “saber” y en el “saber hacer”. En dicha enseñanza se considera que el aprendizaje se produce cuando el docente entrega el conocimiento al alumno, suponiendo además, que el grupo es un todo homogéneo, por lo que aprenden todos a la vez y de la misma manera. Las estrategias didácticas se basan en exposiciones, conferencias, etc. Los contenidos se jerarquizan sin tener en cuenta los requerimientos de la sociedad o las expectativas de los alumnos, es academicista y disciplinar (Jabif, 2007).

La educación basada en competencias, está **centrada en el alumno**. El profesor es un facilitador del aprendizaje. Dicho aprendizaje se transforma en un proceso activo y de interacción que promueve la construcción de capacidades, transferibles a contextos y problemas distintos de aquellos que se utilizaron para su adquisición. Por eso, los contenidos se eligen en base al perfil profesional que se desea lograr en el egresado.

En una educación de competencias, además de definir capacidades y seleccionar contenidos, se deben buscar metodologías, técnicas y recursos didácticos que facilitarán el desarrollo de dichas capacidades.

La variedad en las estrategias y recursos utilizadas por el profesor deben lograr que el alumno sea responsable de su propio aprendizaje, asuma un rol activo y reflexione sobre lo que hace.

Algunos de los posibles métodos de enseñanza que facilitan la construcción de competencias, a las que se les pueden agregar también las tradicionales tales como clases expositivas como una estrategia más, son:

- ✓ **Estudio de caso**
- ✓ **Elaboración de proyectos**
- ✓ **Resolución de problemas**
- ✓ **Trabajo en grupo**
- ✓ **Aprendizaje autónomo**
- ✓ **Prácticas en laboratorio**
- ✓ **Aprendizaje como argumentación**

Cada uno de estos métodos, además de permitir el aprendizaje de conocimientos y procedimientos, facilita el desarrollo de capacidades complejas, que hace a la formación de competencias.

A continuación se explicitan algunas características de las estrategias mencionadas.

✓ **Estudio de caso**

Los estudios de casos reflejan situaciones similares a las que se encontrarán los educandos en su vida profesional, y le permite aplicar sus conocimientos teóricos a la interpretación o resolución de casos similares. Se basa en la descripción corta de eventos reales que induce a los estudiante a pensar, analizar, discutir y lograr conclusiones, las cuales se basan en las perspectivas que poseen los participantes de la situación o problema planteado.

Liliana Jabif (2007) desglosa las capacidades y competencias que promueve, que aquí se resumen:

- Capacidad de análisis
- La reflexión y el pensamiento crítico
- Aprender a “saber actuar”
- Saber argumentar y contrastar argumentos

✓ **Elaboración de Proyectos**

El ejecutar un proyecto promueve diferentes capacidades y competencias, según los fines didácticos para el que fue pensado, entre ellos:

- La resolución de problemas y elaboración de propuestas de mejora
- Aplicación de conocimientos
- Análisis, reflexión y pensamiento crítico
- Responsabilidad y compromiso personal
- Trabajo en equipo, manejo de problemas y conflictos
- Administración del tiempo y recursos
- Comunicación e interacción

Una forma de estructurar el método de proyectos es:

- Seleccionar el tema y tipo de proyecto
- Manifestar a los estudiantes qué se espera de ellos y qué competencias se quiere lograr.
- Elaborar preguntas que sirvan de guía
- Organizar los grupos
- Guiar a los estudiantes en la búsqueda de información
- Ayudarlos en la selección de recursos externos: Ponerlos en contacto con expertos, software, etc.

✓ **Aprendizaje basado en problemas**

Según Xavier Roegiers (2008), hay dos modelos de aprendizaje basado en problemas:

La búsqueda de analogías y diferencias como estrategia en la enseñanza de Interacciones a distancia y del concepto de Campo en Física



a) El modelo de “prioridad a la introducción de situaciones previas”. Consiste esencialmente en:

- Afirmar la importancia de resolver situaciones - problemas como punto de partida de cualquier proceso de aprendizaje
- Utilizar el socio - constructivismo como método más apropiado para resolver situaciones problemáticas complejas. Los estudiantes se dividen en pequeños grupos, donde cada situación compleja se considera como un reto a superar. Las clases se llevan a cabo para extraer recursos necesarios (conocimientos, habilidades, etc.) para resolver dicha situación, y poder luego extrapolarlos a otras situaciones.
- Al introducir en primer lugar las situaciones previas promueve la *autonomía* del estudiante. Los estudiantes “aprenden a pensar” en situaciones múltiples.

b) El modelo de “prioridad a la introducción de situaciones posteriores”. En este modelo el aprendizaje de recursos se lleva a cabo mediante un trabajo anterior a situaciones complejas. Lo que importa en la fase inicial es la utilización de recursos múltiples y variadas situaciones complejas. Se alternan dos tipos de aprendizaje: de contenidos puntuales y de integración. Una vez que el alumno aprendió los contenidos puntuales, el profesor presenta diversas situaciones complejas donde los estudiantes han de movilizar todo lo aprendido anteriormente. El reto está en desarrollar la competencia del estudiante a través de la acción. Se fomenta el ciudadano que “actúa”.

Ambos modelos propician la construcción de conocimientos del saber, del saber cognitivo, operativo y de relación.

Este aprendizaje se utiliza para lograr las capacidades de:

- Identificación y resolución de situaciones problemáticas.
- Análisis y razonamiento
- Dar una respuesta individual a problemas que surgen de la realidad, promoviendo la confianza y la responsabilidad
- Hábitos de auto - aprendizaje y de trabajo en grupo

✓ **Trabajo en grupos**

Este método se utiliza para aprender a dar respuesta a las distintas situaciones planteadas, teniendo en cuenta la opinión del grupo, como así también la capacidad de organizarse, dividir tareas y poder llegar a tomar decisiones en forma colectiva.

Aprender a trabajar en grupo desarrolla capacidades muy importantes para el trabajo profesional, tales como:

- Saber escuchar y planificar con otros
- Aprender a organizarse y coordinarse
- Tomar decisiones en forma colectiva
- Diferenciar entre información relevante de la que no lo es

- Responsabilidad individual y grupal
- Trabajar en forma colaborativa
- Comunicación e interacción

✓ **Aprendizaje autónomo**

Desarrolla la capacidad del estudiante de aprender por sí mismo: investiga, analiza, consulta fuentes, organiza materiales, sintetiza ideas, elabora informes sin dependencia directa del profesor. Este proporciona orientación sobre las fuentes más idóneas, es un *guía* del proceso de aprendizaje. Todo contenido que se estudie debe estar referido a una bibliografía básica y otra complementaria.

Por eso esta metodología requiere que el profesor elabore “guías de estudio”, donde se especifique cuáles son los logros esperados, y debe incluir actividades que desarrollen las capacidades deseadas.

Permite el desarrollo de varias capacidades sistémicas, tales como:

- Investigar
- Analizar y sintetizar ideas
- Organizar el trabajo
- Saber aprender

✓ **Prácticas en Laboratorio**

Se usa para desarrollar el “saber hacer operativo”, como el “saber hacer cognitivo”. La enseñanza de la ciencia abarca tres elementos principales: aprender ciencia (adquirir y desarrollar conocimientos conceptuales y teóricos); aprender sobre ciencia (desarrollar una comprensión de los métodos de la ciencia, y adquirir conciencia acerca de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente), y hacer ciencia (desarrollar experiencia en la investigación científica y en la resolución de problemas). El trabajo de laboratorio juega un papel destacado en la consecución de los tres (Hodson, 1999).

Gagné (1965) identificó **once habilidades** que se ponen en juego en las prácticas de laboratorio, las básicas como observar, medir, inferir, predecir, clasificar, registrar datos, y las integradas a un nivel superior, como interpretación de datos, control de variables, formulación de hipótesis. Los procesos básicos se consideran esenciales para la comprensión y utilización de procesos integrados.

Lejos de las prácticas de laboratorio por “descubrimiento”, no es posible participar en los procesos independientemente de los contenidos. La forma de clasificar, medir y formular hipótesis depende de la comprensión teórica. Lo que debería enseñarse en las clases de ciencia es la observación científica, la clasificación científica y a formular hipótesis científica. No se puede llevar a cabo ninguno de ellos sin un conocimiento teórico.

Las prácticas de laboratorio abarcan generalmente cuatro elementos:

- \* Fase de diseño y planificación, donde se plantean preguntas, se formulan hipótesis, se inventan procedimientos experimentales y seleccionan técnicas
- \* Fase de experimentación y reunión de datos
- \* Fase de reflexión, para interpretar los descubrimientos experimentales, en base a perspectivas teóricas
- \* Fase de registro e información de descubrimientos, justificaciones teóricas, interpretaciones y conclusiones

Además de las habilidades propias del hacer científico se desarrollan actitudes de orden, responsabilidad y disciplina.

### ✓ **Aprendizaje como argumentación**

Esta forma de enseñanza es mucho más que una estrategia, es un modelo de enseñanza basada en la perspectiva de Toulmin (1999) como posible forma de enseñar ciencia y una línea de investigación sobre la didáctica de la enseñanza de la ciencia. Pone en relieve la importancia del lenguaje, y sobre todo de la argumentación en la construcción, justificación y valoración del conocimiento.

*“...la argumentación es una importante tarea de orden epistémico y un proceso discursivo por excelencia en las ciencias y, que propiciar la argumentación en la clase permite involucrar a los y las estudiantes en estrategias heurísticas para aprender a razonar, al tiempo que sus argumentos, como externalización del razonamiento, permiten la evaluación y el mejoramiento de los mismos” (Henao y Stipcich, 2008:49).*

Argumentar pone en evidencia competencias comunicativas, como también los aprendizajes adquiridos. El alumno aprende a discutir, razonar, argumentar, criticar y justificar ideas y en ese proceso aprende ciencia. Para ello requiere de estrategias basadas en el lenguaje. En la Figura 1.4. (Henao y Stipcich, 2008), se muestran las competencias puestas en juego en el proceso de hacer ciencia y aprender ciencia.

El razonamiento y la argumentación implica capacidades tales como relacionar datos y sacar conclusiones, evaluar enunciados teóricos a la luz de datos empíricos, modificar aseveraciones a la luz de nuevos datos y usar modelos y conceptos científicos como soporte de las argumentaciones (Henao y Stipcich, 2008).

Según Kuhn (1993) desde este punto de vista los científicos no descubren hechos, sino que deben persuadir a otros para que acepten como hechos los enunciados que construyen. Pero no todo vale, todas las argumentaciones deben enfocarse con criterios de rigurosidad científica.

El razonamiento y la argumentación implican capacidades tales como relacionar datos y sacar conclusiones, evaluar enunciados teóricos a la luz de datos empíricos, modificar aseveraciones a la luz de nuevos datos y usar modelos y conceptos científicos como soporte de las argumentaciones (Henao y Stipcich, 2008)

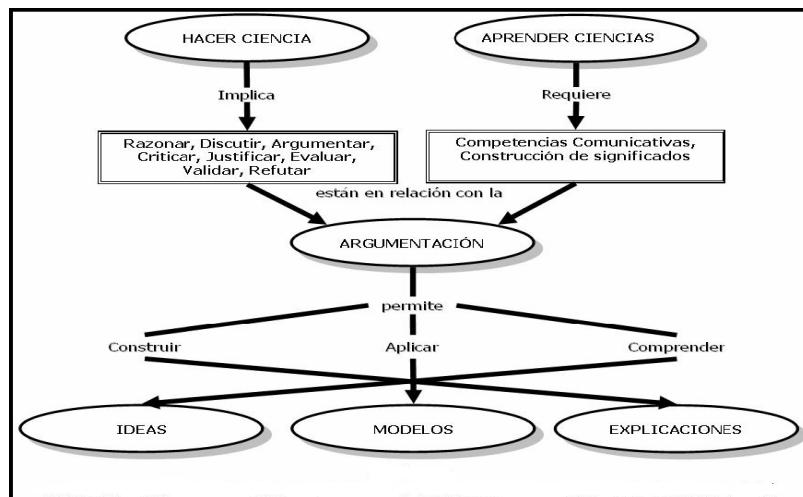


Figura 1.4 – Aprendizaje como argumentación en el proceso de hacer y aprender Ciencia. (adaptado de Henao y Stipich, 2008).

Utilizar el aprendizaje como argumentación implica dejar de lado la enseñanza tradicional y positivista para transformarse en comunidades de aprendizaje donde la participación de los estudiantes los lleve a clasificar, comparar, usar analogías, justificar(a través de leyes, teorías, cálculos, etc.) y valorar las explicaciones. Se apoya en otras estrategias y necesita del lenguaje para construir significados, que todos comprendan.

### 1.2.1.3. El rol del profesor

Un currículum basado en competencias exige a los docentes su actuación desde la composición del mismo. Si bien el perfil del egresado ya viene dado desde las políticas educativas, los educadores deben lograr establecer el grado de profesionalización a alcanzar por parte de los estudiantes. Este proceso, donde deben estar involucrados todos los docentes para entender qué se espera de ellos, permite delimitar las competencias que el egresado deberá adquirir para lograr su perfil (Tardif, 2008). Exige una *re-ingeniería del proceso de enseñanza y aprendizaje*.

Los profesores, habituados a la transmisión del conocimiento en su sentido más literal, deben transformarse en promotores de competencias. Exige pasar del **modelo convencional**, centrado en el contenido y en el profesor, donde la exposición es el modelo didáctico predominante, a un **modelo alternativo**, centrado en el aprendizaje y en el alumno, con diversidad de técnicas didácticas, donde se desarrollan habilidades, destrezas, actitudes y valores en forma intencional (Leiton, 2006).

Una vez delimitadas las competencias para lograr el perfil del egresado (el programa tendrá un número restringido de competencias, ya que éstas movilizan varias capacidades), los pasos que deben llevar a cabo los docentes son los siguientes:

- 1- Precisar el desarrollo esperado en cada competencia (la misma competencia tiene grados según se trate, por ejemplo, de la formación de un ingeniero o de un técnico).
- 2- Determinar las *capacidades* a movilizar para lograr dichas competencias.

3- Escalonar las competencias en la formación.

4- Establecer *criterios de evaluación* para cada una de las competencias, en cada período de formación, estableciendo los distintos *indicadores intermedios de logro*.

5- Una vez realizado los pasos anteriores, y no antes, determinar la metodología y estrategias didácticas y las prácticas evaluativas. Esto permite una organización del trabajo docente, siguiendo la lógica de las opciones precedentes, la naturaleza de las competencias, el grado de desarrollo esperado y las capacidades que deben ser integradas.

6- Determinar las modalidades de evaluación

Los profesores deben trabajar en forma colegiada y articulada. En una enseñanza basada en objetivos y por disciplinas los profesores pueden ignorar completamente lo que los estudiantes aprendieron antes, y lo que necesitan aprender después. En una educación basada en competencias la complementariedad horizontal y vertical debe ser conocida por los docentes involucrados, para poder determinar:

- Competencias a privilegiar
- Las capacidades a desarrollar y los recursos externos necesarios
- Modalidades didácticas y de evaluación

Según Leiton (2006) el desafío del profesor es *“elaborar competencias desde el área en que se inscribe su asignatura, enmarcadas en el perfil del egresado que se espera, y abrir esas competencias en capacidades e indicadores de logro para implementar metodologías centradas en el estudiante y medir su impacto en el aprendizaje”*.

#### 1.2.1.4. La evaluación de las competencias

*“La evaluación es quizás el más vital de todos los procesos involucrados en la formación técnica profesional”*. (McDonald et al., 1995:41)

Evaluar significa señalar el valor de una cosa, es decir producir un juicio de valor. La evaluación de competencias es analizar las evidencias recogidas para estimar si el alumno ha logrado las capacidades evaluadas, produciendo el evaluador experto un juicio en base a criterios.

Una adecuada evaluación permite durante el proceso educativo no sólo asegurar el reconocimiento a los buenos estudiantes, y certificar al final del mismo las capacidades adquiridas, sino también conocer el avance de los alumnos y las falencias durante ese proceso, y servir como retroalimentación de las prácticas docentes, como al estudiante ubicarse dentro de ese proceso.

Cuando el proceso de evaluación es correcto, tanto los estudiantes como los empleadores pueden confiar en la calificación y en la formación de los egresados.

La evaluación debe ser diferente a una comparación entre individuos. Debe considerarse como un “*proceso de recolección de evidencias y de formulación de juicios sobre la medida del progreso de desempeños requeridos*” (Hager, Gonczi y Athanasou, 1994).

Esta recolección de evidencias debe provenir de distintas fuentes de modo de producir juicios de valor lo más completos posibles. Exige momentos y formas de evaluación variadas y continuas, en base a criterios acordados con anterioridad al proceso. Un enfoque basado en competencias asume que los estándares educacionales establecidos pueden ser alcanzados por la mayoría de los estudiantes

En este enfoque el proceso de evaluación se produce:

- ✓ Estableciendo cuáles son los criterios de evaluación y cuál es la evidencia requerida.
- ✓ Mostrando al alumno desde el comienzo cuáles son dichos criterios, especificándolos con suficiente detalle dando los objetivos y los estándares a ser alcanzados (McDonald et al., 1995), para que cada uno de ellos pueda juzgar la medida en que el criterio es satisfecho, es decir, autoevaluándose. Todo acto de evaluación da al estudiante un mensaje sobre qué se debe aprender y cómo.
- ✓ Organizando la evaluación.
- ✓ Recogiendo la evidencia y registrando resultados.
- ✓ Produciendo juicios de valor.
- ✓ Revisando procedimientos

Según lo expresado por McDonald et al. (1995), los efectos de evaluaciones incorrectas son más fuertes que los de una mala enseñanza e incluso opuestos a aquellos que se proponen.

Los estudiantes tienden a focalizar su atención sobre los tópicos que suelen ser evaluados, dejando de lado aquellos que no, haciendo que los aprendizajes sean influidos por las tareas de evaluación.

Los estudiantes exitosos buscan apuntes de los docentes para conocer lo que éstos consideran saberes importantes de modo de aprobar las evaluaciones formales, ignorando materiales importantes pero que no serán evaluados.

Persistirán en sus estrategias de evaluación que fueron exitosas en el pasado, por ejemplo, si para contestar un cuestionario de opciones múltiples necesitaba la memorización, cuando responda un cuestionario similar seguirá con la misma estrategia, aunque ésta no sea conveniente.

#### 1.2.1.4.1. Aspectos de la evaluación

El rol de la evaluación tiene sentido si responde a las preguntas de todo proceso educativo:

- ¿Qué evaluar?

- ¿Cómo evaluar?
  - ¿Cuándo evaluar?
  - ¿Para qué evaluar?
  - ¿Con qué evaluar?
  - ¿Quién evalúa?
- ❖ **¿Qué evaluar?**

Se deben evaluar tanto los **procesos** como los **resultados**. La evaluación de proceso permite la retroalimentación, ya que señala los logros y las necesidades, y permite al docente regular el aprendizaje, identificar las dificultades y al estudiante conocer sus propios errores y dificultades, poder realizar acciones para modificarlos e ir familiarizándose con los criterios de evaluación (Jabif, 2007).

Se deben evaluar además, no sólo los conocimientos conceptuales sino los cognitivos, las habilidades, actitudes y valores. Todos ellos deben estar explicitados o suficientemente explicados a los alumnos para saber cuáles son los criterios de evaluación.

❖ **¿Cómo evaluar?**

En base a criterios de desempeño y evidencias o indicadores de logro establecidos, que deben ser conocidos desde el comienzo por los alumnos sobre qué se espera de ellos y con qué criterio serán evaluados.

En el ámbito de la escuela secundaria estos elementos deben ser conocidos y aceptados tanto por los alumnos como por los padres o responsables, habituados a una calificación totalmente objetiva y cuantificable, de comparación entre pares, que enfatiza los resultados, para aceptar una evaluación más holística, basada en los juicios del experto docente. Esta dificultad muchas veces determina que el docente vuelva a sus prácticas evaluativas tradicionales. Por otro lado, hay que capacitar a los docentes que ya han pasado mucho tiempo instrumentando una evaluación tradicional de resultados, para que adopten una evaluación basada en normas de competencia, donde se juzgue el desempeño, según las evidencias recogidas.

❖ **¿Cuándo evaluar?**

Hay tres momentos de evaluación, ya ampliamente reconocidos por el profesorado de los distintos niveles de la educación en Argentina, que son:

**Evaluación inicial o diagnóstica:** que permite conocer las ideas previas de los alumnos, los conocimientos ya adquiridos y detectar dificultades. Por otro lado, de un modo constructivista el estudiante pone en evidencia sus ideas previas produciendo el conflicto cognitivo necesario para comenzar a construir su propio conocimiento. Si bien este tipo de evaluación es conocido, es muchas veces obviado por los docentes, tanto por su afán de optimizar los tiempos como por no valorar en su justa medida el valor diagnóstico y el proceso que produce a nivel cognitivo en los alumnos.

**Evaluación de proceso formativa:** Señala los logros y las dificultades, permite al docente regular el proceso de aprendizaje, buscar nuevas estrategias, estimular los aciertos y a los alumnos identificar sus errores, poder corregirlos y familiarizarse con criterios de evaluación (Jabif, 2007).

**Evaluación final o sumativa:** Permite verificar y certificar capacidades. Permite al docente establecer un juicio de acuerdo a los indicadores de logro establecidos, mostrando cuáles estudiantes y en qué grado han construido dichas capacidades. Pero desde el momento que acredita, oscurece muchas veces la intención de la evaluación formativa, dada la importancia dada por los estudiantes (y en las prácticas docentes) a esta evaluación, en detrimento del proceso. Por otro lado hay capacidades que sólo se pueden evaluar en el tiempo, y no es suficiente, entonces para producir un juicio válido, tener como fuente una evaluación final.

Este tipo de evaluación muchas veces suele ser también externa. En muchos países, y según las políticas educativas, consideran que es el mejor modo hasta ahora conocido para asegurar uniformidad de estándares. No obstante *“la evaluación de competencias separada de contextos específicos....estructurados con límites de tiempos fijos para todos, y basados en un particular selección de materias y tópicos a ser evaluados es problemática”* (McDonald et al., 1995:65).

Y es problemática no sólo porque muchas de las evidencias que conforman la competencia deben obtenerse de muchas fuentes y en distintos momentos en el tiempo, y no en una sola evaluación, que busca sólo resultados, sino que es percibido por los profesores como una especie de control sobre sus propias prácticas docentes, despertando resistencias.

#### ❖ ¿Para qué evaluar?

Cada uno de los momentos y formas de evaluación tiene un objetivo específico. Resumiendo, la evaluación diagnóstica sirve para conocer ideas previas y adecuar el proceso de enseñanza-aprendizaje; la formativa, para conocer los avances y dificultades de los alumnos y de retroalimentación en el proceso educativo; la evaluación final para verificar y certificar capacidades.

#### ❖ ¿Con qué evaluar?

¿Cuáles son los instrumentos requeridos para lograr las evidencias que permitan dar un juicio sobre los desempeños de los estudiantes?

Como en un enfoque en competencias los estudiantes no necesitan alcanzar los estándares todos juntos y al mismo tiempo, la evidencia puede ser recogida a lo largo del tiempo usando una variedad de métodos e instrumentos. Los juicios de evaluación se emitirán frente a un balance entre criterios y evidencias.

Hay una diversidad de formas y fuentes para recabar evidencias sobre el proceso educativo y certificar competencias.



*“La selección y el uso de herramientas de evaluación está relacionado con la pregunta de qué y cuánta evidencia es suficiente para evaluar aquello que necesita ser evaluado” (McDonald et al., 1995:51).*

Estas formas y fuentes para recabar evidencias de desempeño son los instrumentos y técnicas de evaluación.

Los instrumentos de evaluación no son fines en sí mismos, pero la calidad de ellos es importante, ya que un instrumento inadecuado provoca una distorsión de la realidad.

Existen diversidad de instrumentos que son además estrategias didácticas en sí, ya que permiten la autoevaluación, el desarrollo del pensamiento, analizar, comparar, relacionar, criticar, resolver problemas y plantear hipótesis, como también la verificación de dichas capacidades. Algunos de ellos se nombran a continuación (Depresbiteris, 2005; Jabif, 2007).

#### ✓ **Prueba operatoria**

La prueba operatoria tiene la finalidad de verificar la habilidad del alumno de operar los conocimientos adquiridos para analizar situaciones problemáticas, hechos o fenómenos, realizar críticas ante esos hechos a la luz de los conocimientos, plantear hipótesis, etc. Propician el abandono de la simple memorización a cambio de establecer relaciones.

#### ✓ **Análisis de casos**

La presentación de casos desencadena el pensamiento, la duda, la producción de hipótesis, la comprobación de las mismas, la inferencia, el pensamiento divergente. Son actividades significativas: se basa en la experiencia, en el interés que despierta un caso real, y en los conocimientos previos.

#### ✓ **Mapas conceptuales**

Es una técnica de evaluación propia del constructivismo. La finalidad principal es analizar los procesos de pensamiento de los alumnos, cómo jerarquiza los conceptos y cómo los relaciona. Los mapas son indicadores del grado de diferenciación que una persona establece entre los conceptos.

#### ✓ **Portafolio**

El portafolio es la compilación de todos los trabajos realizados por los estudiantes durante el curso. En él se agrupan resúmenes de textos, proyectos, informes de laboratorio, trabajos prácticos, evaluaciones, autoevaluaciones, etc.

Sirve para que el estudiante evalúe su propio trabajo, reflexione sobre él y mejore su producto, como también le ofrece al profesor la visión del trabajo del alumno como un todo, observando la evolución del mismo a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. El estudiante puede reflexionar junto con el profesor sobre lo que necesita mejorar y le permite a este último conocer mejor al alumno y sus ideas.

### ✓ **Proyectos**

La evaluación a través de proyectos permite verificar varias capacidades:

- identificar objetivos
- anticipar resultados
- escoger las estrategias más adecuadas para la resolución de un problema
- realizar acciones y procesos que permita lograr los resultados requeridos

Además, si el proyecto es en equipo, permite verificar actitudes tales como:

- respeto
- capacidad de oír
- liderazgo
- toma de decisiones en conjunto

### ✓ **Observación**

Hay dos formas de observación: sistemática y asistemática.

La observación sistemática es aquella en que el observador tiene objetivos previamente definidos y como consecuencia, sabe cuáles son los aspectos que evaluará.

La observación asistemática es aquella que se refiere a las experiencias casuales, de las que el observador registrar el mayor número posible de informaciones, sin relacionarlas previamente con objetivos claros y definidos.

### ✓ **Entrevista**

La entrevista es una técnica que propicia la recolección de datos de naturaleza cuantitativa y cualitativa.

El instrumento que acompaña la técnica de la entrevista es un guión de preguntas. Para la recolección de datos cuantitativos, el guión de la entrevista es más cerrado; en la recolección de datos cualitativos, el guión puede tener una estructura básica de preguntas que será enriquecida a medida que se desea profundizar determinados aspectos.

### ✓ **Evaluaciones escritas: tests y pruebas**

*Testear* quiere decir verificar alguna cosa por medio de situaciones previamente organizadas.

Hay varios tipos de test: de aptitudes, de actitudes, de maduración, de personalidad, de rendimiento escolar. Ellos son pensados normalmente, como una muestra de indicadores del conocimiento de un alumno recolectados en un punto determinado en el tiempo.

Generalmente se usa la palabra test para referirse a aquellos instrumentos que son fiables y válidos o sea que pasaron por procedimientos de análisis estadístico.

*Fiabilidad* es la calidad por la cual el test puede ser aplicado varias veces, en distintas situaciones ofreciendo resultados consistentes y estables.

*Validez* es la calidad de los tests de medir lo que se proponen medir.

Los tests que no fueron sometidos a estudios de fiabilidad son llamados pruebas. La validez es necesaria, pues una prueba tiene que medir lo que intenta verificar.

Los pasos sugeridos para la elaboración de una prueba práctica son:

- Definir la competencia que será evaluada
- Seleccionar una o más tareas que permitan la manifestación de la competencia
- Elaborar la prueba
- Validar la prueba con un alumno
- Aplicar la prueba

Cualquiera sea la forma de evaluación, lo importante es que indique claramente al alumno los aspectos en los cuales será evaluado y al docente permita observar los aspectos que desea evaluar.

#### ❖ ¿Quién evalúa?

En una educación de competencias es importante que la evaluación no sea sólo hecha por el profesor, sino que exista *auto evaluación* y *coevaluación* (Jabif, 2007).

Las evaluaciones del profesor están basadas en un juicio que se apoya en la experiencia y por ende, debe tomar decisiones acerca de la cantidad y el tipo de evidencia requerida, cuándo y cómo obtenerla. En este sentido es importante incorporar la práctica de auto evaluación y la co-evaluación: será necesario habituar a los estudiantes a elaborar juicios de valor sobre su propio proceso y resultado y el de sus pares, cuál es el logro de sus capacidades y cuánto falta para ello. De esta manera el alumno recibe retroalimentación sobre cómo se desarrolla su aprendizaje y sabe de antemano qué se espera de él (Jabif, 2007).

En última instancia, quien determina el nivel de competencia alcanzado, bajo su juicio experto es el profesor, por lo que debe conocer y manejar todos los aspectos antes mencionados de la evaluación.

#### 1.2.1.5. Críticas al currículum basado en competencias

Los detractores de un Diseño Curricular basado en Competencias (DCBC) critican entre otras cosas, que el cambio no sea paradigmático, que sea superficial, o que se justifiquen los estándares de competencias únicamente a través de la competitividad laboral (Leiton, 2006), haciendo que los objetivos de la educación estén limitados por las necesidades de la industria, o sean únicamente estos, dejando de lado el desarrollo total de la persona, y que sea la filosofía educativa y económica del gobierno de turno quien delimite e indique qué debe el egresado aprender y de qué manera.

Otros indican que un currículum basado en competencias es incapaz de reconocer la complejidad del aprendizaje y la importancia del conocimiento en la adquisición de las habilidades. Consideran que la Educación Basada en Normas de Competencia (EBNC) puede llevar a una educación más preocupada en cómo debe hacerse para llevar a cabo una tarea y no reconoce el valor de obtener los conocimientos y habilidades que permitan reflexionar y diagnosticar las causas de los problemas y concebir estrategias para su solución.

Sugieren que:

- Las competencias se enfatizan de tal manera que se suele prestar escasa atención al componente del conocimiento.
- Las materias generales son difíciles de integrar de acuerdo a los profesores de aquellas materias.
- El orden lógico de las áreas del conocimiento podría perderse.

Algunos investigadores (Conford,1997) sostienen que el enfoque modular llevado adelante ya en distintos países como Australia en materia de capacitación no toma en cuenta el tiempo que requieren los estudiantes para poner en práctica sus habilidades, así como para reflexionar sobre lo que están aprendiendo, a fin de que puedan almacenar información en la memoria de largo plazo. Por ello sugiere un currículum en espiral (antítesis del enfoque modular), conforme al cual se regrese varias veces a los distintos temas hasta lograr su comprensión y se transforme en una competencia.

Desde cualquier punto de vista las necesidades de la industria, o a las demandas del mercado económico y laboral no deben limitar los objetivos de la educación, o éstos ser idénticos a dichas necesidades.

### **1.2.2. Estudio de caso - El Técnico Electromecánico**

En la parte A se observó que tanto resoluciones como las leyes educativas en donde se enmarca la Escuela Técnica, indican un camino hacia una educación basada en competencias. Para saber qué se estaba realizando al respecto en la escuela Pablo Nogués, la investigación siguió los pasos que se describen:

- Un estudio sobre qué es una competencia y en qué consiste una educación en competencias.
- Una revisión de documentos que especifiquen los contenidos científicos que deberían impartirse a un Técnico Electromecánico.

Para ello se analizaron:

- Los NAP (núcleos de aprendizajes prioritarios)
- Los contenidos según los Marcos de referencia de homologación de títulos para un Técnico Electromecánico
- Los programas de la escuela en Ciencias

- Una encuesta a profesores del área de Ciencias, sobre qué es educar en competencias y si realizaban acciones al respecto en el aula
- La revisión de las planificaciones del área de Ciencias

#### 1.2.2.1. Revisión de los documentos

En la búsqueda de saber qué está sucediendo en las escuelas técnicas, sus problemáticas y las posibles soluciones, en la Parte A de este trabajo, se realizaron encuestas de opinión a profesores, industriales y egresados, y la triangulación de resultados mostró una Base Insuficiente en Ciencias Básicas.

Para saber si la problemática provino de los cambios introducidos en la currículum al aplicarse la Ley Federal de Educación, se compararon contenidos en Física y Química, utilizando los NAP, los programas para el Técnico Electromecánico de la escuela Pablo Nogués y el Marco de Referencia para la Homologación de Títulos para dicha titulación, recientemente elaborado, y que todavía no ha sido aplicado. En este último se indican los contenidos de los campos de formación científico- tecnológico específico que **no pueden estar ausentes** en la formación del técnico en cuestión.

En el cuadro comparativo de los contenidos en **Física**, que se encuentra como Anexo 5 en este documento, se observa la cantidad y diversidad de contenidos mínimos en los NAP, que difícilmente pudieron implementarse. Esto se evidencia si se observan los programas de la escuela. En ellos se vislumbra la intención de introducir dichos contenidos dentro del currículum, teniendo en cuenta la carga horaria actual y la necesidad de que estos contenidos no sean estudiados solamente desde un abordaje cualitativo, sino que permita adquirir las capacidades y habilidades indicadas en el Marco de Homologación de Títulos. Cabe recordar que Física es un espacio curricular solo ubicado en 1º año del Polimodal y de 4 horas semanales.

Resumimos a continuación el resultado de las comparaciones.

- El programa de **Física**<sup>2</sup> de la escuela, ante la necesidad de optimizar la carga horaria, deja de lado contenidos sobre oscilaciones, ondas, luz y sonido, así como las leyes de la termodinámica, indicados tanto en los NAP como en el Marco de Homologación de Títulos.
- Por otra parte. hay otros contenidos en este marco que no están contemplados en los NAP, como los correspondientes a hidrodinámica.
- Los NAP indican que deben otorgarse conocimientos de Electrotecnia para **todos los polimodales**, pero una Física de 4 horas semanales en un solo año no permite incluirlos. Sin embargo dichos conocimientos los adquieren los estudiantes de las escuelas técnicas con orientación en Electromecánica, porque además de Física, existen dos espacios curriculares específicos, tales como Electrotecnia 1 y Electrotecnia 2, ya existentes en el plan anterior correspondiente al Decreto 1574/65, aunque en la actualidad con menor carga horaria.

---

<sup>2</sup> Véase Anexo 6- Programa de Física

Respecto al análisis de los contenidos en Química, se puede observar en el cuadro anexo comparativo (véase Anexo 7) de los NAP, los contenidos del Marco de Homologación de Títulos, y de los Programas correspondientes a la Escuela Pablo Nogués que:

1. El programa de **Química**<sup>3</sup> de la escuela y los NAP coinciden prácticamente en prácticamente todos sus contenidos.
2. Paradójicamente tanto en el programa de Química como en los NAP no se observa en forma desarrollada contenidos en la “química de los compuestos de carbono”, que constituyen la materia fundamental de los seres vivos- cadenas proteicas, lípidos, pigmentos, vitaminas, aminoácidos- sino tampoco aquellos que permiten conocer las características de los materiales orgánicos provenientes de los hidrocarburos, nombrados en el Marco de referencia de homologación de Títulos y que consideran necesarios para lograr el perfil de técnico. El programa de la escuela agrega solo al final del mismo las “transformaciones del carbono”. Los NAP hablan de “estructura y funciones de las biomoléculas”, pero en ambos casos sigue siendo uno de los tantos contenidos del currículum en Química, por lo que la Química Orgánica no es abordada como tal.
3. Por otro lado, el programa no incorpora la resolución de problemas y cálculos estequiométricos, coincidiendo con lo expresado por los profesores del área, dado que la carga horaria no lo permite.

#### 1.2.2.2. Los profesores y su concepción sobre la educación de competencias

En la búsqueda de soluciones respecto de las problemáticas identificadas tanto por los egresados, como por los industriales y por los profesores respecto a las escuelas técnicas y en especial, la de una base insuficiente en Ciencias Básicas, sabiendo que se deben otorgar competencias profesionales al final del camino, es que se intentó saber cuál es la concepción sobre una educación basada en competencias de los profesores de Ciencias Naturales, de Física y de Química de la tecnicatura Electromecánica de la Escuela Pablo Nogués, de Mendoza.

##### 1.2.2.2.1. Metodología utilizada

Para obtener la información requerida respecto al conocimiento de los profesores sobre el aporte desde su materia al perfil profesional y desde una perspectiva de competencias se utilizaron dos herramientas ya validadas por Leiton (2006):

a) Una encuesta a profesores, que se adjunta en Anexo 9, a la cual se le realizó las adaptaciones necesarias para lograr los indicadores que muestren:

- ❖ La concepción de dichos profesores respecto a qué es educar en competencias
- ❖ Su conocimiento respecto al perfil del egresado y sus competencias como técnico

---

<sup>3</sup>Véase Anexo 8- Programa de Química

- ❖ El aporte que hace el espacio curricular correspondiente a la formación de dichas competencias
- ❖ Si conoce y aplica metodologías para lograr las competencias desde el área y realiza evaluaciones en función de las mismas.

b) El análisis de las planificaciones de los profesores de Ciencias Básicas, que complementa la visión sobre las prácticas docentes y su aporte a la formación del perfil del egresado. Dicho análisis tuvo en cuenta que:

- ❖ los objetivos sean expresados en términos de capacidades
- ❖ los contenidos sean el soporte para la formación de las mismas
- ❖ la distribución de horas teóricas y prácticas permitan afianzar dichas capacidades
- ❖ las actividades fomenten el desarrollo heurístico
- ❖ los criterios de evaluación permitan lograr las evidencias necesarias para retroalimentar el proceso de enseñanza- aprendizaje, y producir juicios de valor adecuados a las capacidades evaluadas

#### 1.2.2.2.2. Análisis de los resultados de las encuestas a los profesores

Del total de ocho profesores de Ciencias Naturales, Física y Química correspondientes a la titulación profesional en Electromecánica, participaron de las encuestas con total predisposición seis de los mismos, sabiendo que cualquier beneficio, por pequeño que sea en la necesidad de lograr las capacidades que desde la disciplina se promueven, es en beneficio del alumno en particular y de la escuela técnica en general.

Aquellos que no quisieron participar, coincidiendo con Campanario (2002), no desean o se muestran reacios a la hora de permitir se observen sus planificaciones, se miren sus exámenes y apuntes, que se trate de apreciar sus clases, o simplemente se intente saber su concepción sobre qué es educar competencias. Consideran además, que investigaciones en didáctica son investigaciones de segunda clase.

En la Tabla 1.1 se observa que la problemática principal en una educación basada en competencias se encontraría en saber cómo y cuándo evaluar dichas competencias.

APELLIDO y NOMBRES: .. ..... <span style="float: right;">(opcional)</span>			
ÚLTIMA TITULACIÓN: .....EXPEDIDA POR:...			
CÁTEDRA DE DESEMPEÑO DOCENTE:.....			
ÀREA DE EJERCICIO DOCENTE:.....			
AÑO EN QUE SE DICTA SU ASIGNATURA: .....			
<b>Educación Basada en Competencias</b>			<b>N= 6</b>
Evidencia requerida	sí	no	Me falta por adquirir

1) Conozco las características de un currículo basado en competencias	33%	33%	33%
2) Conozco y comparo distintos tipos de competencias (básicas, específicas transversales)	33%		66%
3) Caracterizo las relaciones entre la educación, el trabajo y la formación por competencias	66%	16%	16%
4) Puedo construir y describir las competencias de los futuros egresados	16%	16%	66%
5) Identifico las competencias que debe desarrollar mi disciplina en el marco de las competencias que se esperan del egresado	83%		16%
6) Puedo diseñar el currículo según normas de competencia		33%	66%
7) Puedo evaluar el diseño curricular de mi institución frente al modelo de adquisición de competencias		50%	50%
8) Caracterizo y clasifico las competencias que deben adquirir mis alumnos desde mi disciplina	83%		16%
9) Diseño estrategias para favorecer diversos tipos de aprendizaje según esquema de formación de competencias	83%		16%
10) Establezco mecanismos de seguimiento del desarrollo de las competencias en los estudiantes desde mi disciplina	33%		66%
11) Conozco y aplico una metodología adecuada para evaluar cada una de las competencias promovidas en los exámenes de proceso y resultado	16%		83%

**Tabla 1.1-** Resultados del conocimiento de los profesores sobre EBC

### **Agrupación de las evidencias por indicador**

Para poder evaluar las respuestas, se promediaron los porcentajes de las evidencias requeridas por indicador, tal como se muestra en la Tabla 1.2.

Como se observa en el mismo, en la escuela Pablo Nogués los profesores en Ciencias conocen lo que es una Educación basada en Competencias (EBC), aunque no lo hacen bien respecto de sus características. Evidencia una EBC en formación, y que los cambios ya se están produciendo en forma lenta aunque continua.

Dicen conocer relativamente las competencias de los futuros egresados, pero pueden elaborar las específicas desde su disciplina para contribuir al desarrollo de aquellas. Esto es contradictorio, ya que no puede desde la disciplina elaborar estrategias para la formación de competencias que satisfagan el perfil del egresado si se desconoce o conoce parcialmente ese perfil. El desconocimiento no es producto del desinterés por parte del docente, sino de la situación del docente medio en Mendoza: son profesores itinerantes, que trabajan en varias escuelas durante la semana, y donde los proyectos institucionales (PEI) y perfiles de los alumnos difieren según la institución. Tienden a realizar prácticas educativas similares para lograr capacidades diferentes, ya sea por falta de tiempo, como por no terminar de comprender la importancia del proceso educativo en la formación de competencias.



Según los indicadores tienen un conocimiento relativo de cómo se logran las evidencias que corroboren las competencias adquiridas, y por ello la no aplicación de metodologías adecuadas para evaluarlas. Esto se observa también en las planificaciones, tal como se muestra a continuación.

<b>INDICADOR</b>	<b>Evidencia requerida</b>	<b>Apreciación</b>
1) se es capaz de diferenciar la formación educativa vigente de otra basada en competencias	1,2,3	<b>50% NO o RELATIVAMENTE</b>
2) se es capaz de identificar las competencias profesionales del futuro egresado de la modalidad o de la carrera	4,5,6,7	<b>70% NO o RELATIVAMENTE</b>
3) se es capaz de explicitar algunas competencias a desarrollar en los estudiantes para contribuir en su formación educativa	5,8,9	<b>80% SÍ</b>
4) se es capaz de desarrollar el proceso de enseñanza y el de evaluación en términos de competencias	9,10,11	<b>55% RELATIVAMENTE</b>

**Tabla 1.2-**Resultado de la Agrupación de evidencias: El conocimiento de los profesores sobre la EBC

#### 1.2.2.3. De la revisión de planificaciones

Las planificaciones<sup>4</sup> fueron presentadas según formatos y modelos elaborados por la escuela, por lo que lo expresado allí no significa una adhesión al modelo de Enseñanza por Competencias, sino un cumplimiento de formalidad. Por otro lado, existe un “híbrido” en el pensamiento y en la forma de enseñanza de los directivos y profesores, porque si bien ha habido cambios en esa dirección, obligados por el perfil que se debe obtener del alumno, coexisten distintos tipos de enseñanza y de actividades en el aula, no demasiado coherentes con lo que se quiere lograr.

Proviene del conocimiento superficial respecto a un currículo que promueva competencias, como de la cantidad de alumnos que hay por curso, que no permite aplicar estrategias variadas, y lograr las evidencias necesarias del progreso de los alumnos en la carga horaria otorgada a la materia.

- **Física**

<b>Análisis de las Planificaciones</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Relativamente</b>
Los objetivos están definidos en términos de capacidades	<b>X</b>		
Los contenidos son pertinentes a la formación esperada para ese año, para otorgar capacidades que ayuden al perfil.	<b>X</b>		
La distribución de horas teóricas y prácticas permite un proceso de aprendizaje articulado		<b>X</b>	
Las actividades propuestas fomentan el desarrollo de heurísticos		<b>X</b>	
Los criterios de evaluación apuntan al desarrollo de un pensamiento crítico		<b>X</b>	

**Tabla 1.3-** Análisis de la planificación de Física

<sup>4</sup> Véanse Planificaciones de Física, Química y Ciencias Naturales en Anexo 10

En el análisis de las planificaciones de Física, se observa el conocimiento parcial ya mostrado en las encuestas a profesores. Dicho análisis se sintetiza en la Tabla 1.3.

En este caso se observó la mayor distancia respecto a un diseño curricular basado en competencias.

• **Ciencias Naturales de 9º**

Respecto de las planificaciones, si bien los objetivos son expresados en términos de capacidades los contenidos en Ciencias Naturales son prácticamente todos de Biología y el cuidado del Medio Ambiente, esenciales para el conocimiento de sí mismos, del cuidado de su salud, y la necesidad de una ciudadanía responsable, pero que no da cabida para las capacidades técnicas que el perfil del técnico promociona.

Análisis de las Planificaciones	SÍ	NO	Relativamente
Los objetivos están definidos en términos de capacidades	X		
Los contenidos son pertinentes a la formación esperada para ese año, para otorgar capacidades que ayuden al perfil.			X
La distribución de horas teóricas y prácticas permite un proceso de aprendizaje articulado			X
Las actividades propuestas fomentan el desarrollo de heurísticos			X
Los criterios de evaluación apuntan al desarrollo de un pensamiento crítico			X

Tabla 1.4- Análisis de la Planificación de Ciencias Naturales

• **Química**

En esta planificación se muestra un avance hacia un diseño curricular en competencias, coincidiendo con una nueva titulación del profesor a cargo, que, además muestra un conocimiento amplio del perfil del egresado. Expresa verbalmente su preocupación dado que los NAP no tienen en cuenta la Química Orgánica, ni la posibilidad horaria de poder otorgarlos.

Análisis de las Planificaciones	Sí	No	Relativamente
Los objetivos están definidos en términos de capacidades	X		
Los contenidos son pertinentes a la formación esperada para ese año, para otorgar capacidades que ayuden al perfil.			X
La distribución de horas teóricas y prácticas permite un proceso de aprendizaje articulado	X		
Las actividades propuestas fomentan el desarrollo de heurísticos	X		
Los criterios de evaluación apuntan al desarrollo de un pensamiento crítico			X

Tabla 1.5- Análisis de la Planificación de Química

La debilidad radica todavía en los criterios de evaluación, que no expresan cómo son evaluadas las capacidades indicadas en la planificación, y cuáles son los indicadores que estarían indicando su grado de desarrollo.

Todavía no se toma la suficiente conciencia de la importancia de la evaluación como la parte más importante de una EBC, ya que ella nos muestra los avances, el grado de desarrollo de las competencias, y sirve como retroalimentación para el profesor, pero sobretodo, para el estudiante. En el cuadro 8 se observan los resultados.

### 1.3. Discusiones y conclusiones del Estudio Preliminar

Este trabajo partió sabiendo que la escuela técnica en Argentina, y en Mendoza, en particular, había pasado por un proceso de destrucción, dadas determinadas políticas educativas en la década pasada. Si bien en estos últimos años comenzó un proceso de reestructuración, que ha llevado a nuevas leyes y resoluciones, el cambio real no ha llegado todavía a las escuelas, en donde directivos y profesores mantienen en lo posible las competencias que los egresados necesitan para comenzar su historia profesional o sus estudios superiores.

Esta resistencia se basa prácticamente en mantener contenidos, a pesar de la desarticulación de la escuela técnica como tal, donde la disminución en horas de ciencias básicas ha sido fundamental para perder el alto nivel que mostraban los egresados antes del 2004, que repercute en las competencias que como profesionales deben detentar.

La investigación mostró en la parte A que no sólo los profesores interpretan esta **Base insuficiente en Ciencias Básicas**, sino que coinciden en ese diagnóstico tanto los egresados como los industriales que los contratan.

En la Gráfica 1.4 - Triangulación de los problemas percibidos - se observa que el porcentaje respecto a esta problemática supera en los tres tipos de encuestados el 70%. Si bien es el mayor problema detectado, no surge aislado de las demás causas que limitan las capacidades del egresado expresadas en las encuestas, sino que están íntimamente relacionadas entre sí

- **La metodología de los profesores.** Una educación todavía basada en contenidos, si bien desde hace tiempo se promueve una educación basada en el alumno, en otorgar conocimiento, capacidades, habilidades y actitudes.
- **Pocas horas de taller y de laboratorio,** que incide en el saber hacer cuya base son esas Ciencias Básicas.
- **Falta de técnicas y hábitos de estudio,** que políticas educativas muy permisivas relajaron, para disminuir los niveles de repitencia y la deserción escolar, olvidando la finalidad de la Escuela Técnica.
- **La pérdida de identidad de la Escuela Técnica,** al pasar a un polimodal en Bienes y Servicios e igualar los espacios curriculares con dicho polimodal.

Como las leyes y marcos de referencia hablan de capacidades, habilidades y actitudes que deben detentar los egresados de la Escuela Técnica se requirió a los industriales cuáles son a su parecer las que deben observarse en los técnicos de hoy. Aunque hay un

pedido unánime de más horas de enseñanza de las ciencias, es importante recalcar que entre las competencias que se están requiriendo resaltan:

- la capacidad de *interpretar y resolver problemas* (el 50%)
- la capacidad de *análisis crítico*
- la capacidad de *trabajar en equipo*
- la capacidad de *seguir aprendiendo*
- la habilidad de *utilizar correctamente las herramientas de trabajo*
- la *adaptación a distintos ámbitos de trabajo*

Es por ello, que a pesar de mantener o exigir como criterio para demostrar las competencias de egreso un buen conocimiento científico, es necesario aprender a resolver problemas abiertos, a analizar y argumentar, a pensar y relacionar conceptos.

Esto llevó a indagar en la Parte B de esta investigación en qué consiste una Educación Basada en Competencias, para luego realizar un estudio de caso en una Escuela Técnica de Mendoza y poder observar cómo se está trabajando al respecto. Para ello se contó con la colaboración de los profesores en Ciencias de la especialidad Electromecánica de la Escuela Pablo Nogués.

En dicho estudio se observó:

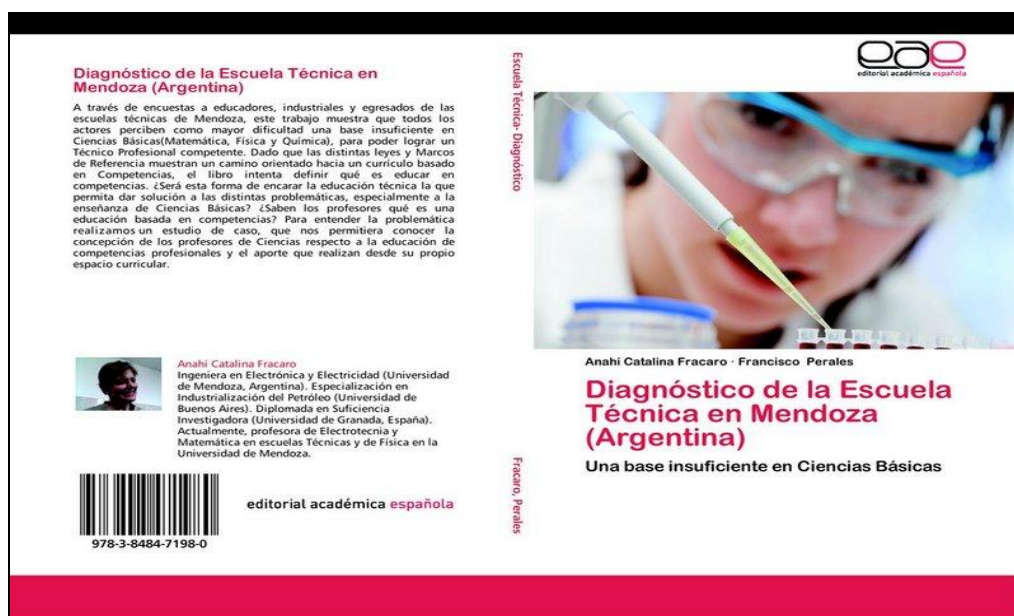
- Gran cantidad de contenidos en Ciencias, expresado tanto en los NAP, Marco de Homologación de Títulos, y en los programas de las escuelas, en contraposición de la poca carga horaria para desarrollar los mismos.
- Un camino en educación en competencias, expresado tanto en leyes, resoluciones como en las planificaciones.
- Un relativo conocimiento de los profesores en Ciencias sobre el perfil del egresado y del aporte de su disciplina a dicho perfil
- Un desconocimiento sobre cómo evaluar competencias científicas.
- Un conocimiento parcial sobre el aporte de las distintas estrategias a la formación de competencias.

Frente a los problemas planteados se abrieron líneas de acción, entre ellas:

- Promover cursos que sirvan para conocer el perfil del egresado de la institución, y en base a ello el profesor desde su área pueda ayudar a estimular las capacidades que lo conforman.
- Realizar investigaciones sobre *evaluación de competencias científicas*.
- Realizar intervenciones para investigar sobre la aplicación de estrategias para promover competencias científicas. A partir de esta línea surge la presente investigación doctoral, **aplicando como estrategia las analogías para la construcción del modelo de campos en Física.**

- Delimitar las competencias que se requieren de los técnicos en la actualidad, algunas de las cuales fueron expuestas en esta investigación según la opinión de los industriales, donde aparece la necesidad de un técnico flexible, capaz de adaptarse a los cambios y seguir aprendiendo, de trabajar en grupo, de saber escuchar y sostener con argumentos su opinión.
- Llegar hasta las autoridades jurisdiccionales para mostrarles los problemas percibidos tanto por los profesores, como egresados e industriales, para que desde su ámbito les sirva como antecedentes frente a posibles acciones. En este sentido, se presentó la Parte A del DEA en el **Congreso Iberoamericano de Educación**, en septiembre de 2010. Al mismo tiempo fue publicado en la **Revista Iberoamericana de Educación** en octubre de 2010 (en <http://www.rieoei.org/3245.htm>) y editado en forma completa por la Editorial Académica Española en julio de 2012. Finalmente en marzo de 2013 fue declarado de **Interés Educativo y Municipal** por el Honorable Concejo Deliberante, de la municipalidad de Maipú, uno de los departamentos que componen la geografía de Mendoza (Anexo 1).

La portada y contraportada del libro se muestran a continuación.



El diagnóstico muestra la necesidad de cambios en la educación técnica. Pero para que esos cambios produzcan efectos reales en la educación, no debe ser percibida por los adolescentes como una pérdida de tiempo. Que la escuela no cumpla solo el papel de socializadora, que es importante, sino que enseñe la capacidad de analizar y el espíritu crítico, frente a los desafíos que la sociedad actual presenta.

No es dejar la escuela sin contenidos - ya que no se puede ser crítico, sino hay que criticar, no se pueden resolver problemas en forma experta, eligiendo entre las posibles soluciones la óptima, sino se cuenta con una base que sustente la solución - más bien enseñar a partir de ellos competencias que hagan al perfil del técnico.

Por ello, esta investigación, a partir de contenidos que corresponden al currículum de Electrotecnia 1 del título profesional de Técnico Electromecánico, selecciona algunas de las capacidades necesarias para ir construyendo paso a paso las competencias que debe detentar, explicitadas en resoluciones y documentos oficiales de homologación de títulos.



## Capítulo 2. Marco Teórico

Este capítulo presenta la literatura científica que da respaldo a la presente investigación. Se estructura en tres partes:

- La primera fundamenta a través del porqué y el cómo la importancia de este trabajo;
- la segunda resume los trabajos de investigación sobre la analogía, su utilidad didáctica, las dificultades de su aplicación y el uso de la misma en la formación de un modelo;
- la tercera muestra la necesidad del concepto de campo, según diversas investigaciones, su dimensión histórica y social y, finalmente, cómo ha sido estudiado dicho concepto desde diferentes perspectivas de investigación.

### 2.1. Fundamentación

#### 2.1.1. El porqué

La siguiente investigación tiene su origen en las dificultades que presentan los estudiantes de Escuelas Técnicas de Mendoza, cuyas edades oscilan entre los 15 y 16 años, en la interpretación de conceptos físicos -y su posterior uso- correspondientes al currículum de Electrotecnia 1 del Técnico Electromecánico y del Técnico Electricista..

Desde un Marco Educativo, los CBC (Contenidos Básicos Comunes) de la Educación Polimodal en Argentina, todavía vigentes-no obstante la sanción de la nueva Ley de Educación Nacional, del 2006- proponen abordar la enseñanza científica desde:

- a. Una mayor formalización de los conceptos básicos, mediante el análisis de las diferentes teorías y modelos, y la expresión matemática de algunos fenómenos.
- b. Una visión más integrada de los fenómenos naturales.

Más allá de lo expresado por los CBC, la Escuela Técnica presenta currículum y programas específicos, entre ellos Electrotecnia 1 y 2, donde el estudio de fuerzas y campos eléctricos y magnéticos resulta fundamental.

El tratamiento en conjunto de ambas interacciones y campos comparándolos análogamente entre sí y con el campo gravitatorio, cumpliría con esa visión integrada de los fenómenos naturales y, además, nos acercaría al modo en que los científicos fueron desarrollando sus teorías, utilizando las analogías tanto para interpretar los fenómenos como para explicarlos con mayor facilidad.

Pero, además, en el aula se evidencian cuestiones similares a las expresadas en las distintas investigaciones realizadas respecto a la enseñanza de conceptos tales como interacciones a distancia, la introducción del concepto de campo eléctrico y potencial



eléctrico, el de magnetismo y sus fuentes. Esto muestra que el problema tiene, geográfica y temporalmente, carácter universal. La propiedad de universalidad se verifica al detectar a través de diversos estudios que los mismos esquemas aparecen en individuos de distintos países y sistemas educativos diferentes (Driver, 1985).

Tal cual lo expresan Furió y Guisasola (1998), los conceptos necesarios para la interpretación de la electrodinámica, el análisis de los circuitos y el posterior cálculo de las variables, está íntimamente relacionado con aquellos adquiridos en la electrostática, tales como campo eléctrico y diferencia de potencial.

Las dificultades se ven acentuadas debido a que la introducción de campo eléctrico dentro de los libros de texto e incluso en la forma que los profesores incorporan dicho concepto en el aula presenta una “*visión aproblematicada y acumulativa lineal*” (Strube, 1988; Guisasola, 1997). Después de explicar las fuerzas entre cargas o entre imanes, se enseña la noción de campo y sus fórmulas, sin mostrar el porqué del origen de dicho concepto y la necesidad del mismo.

Furió et al. (1998) indican que las dificultades epistemológicas que la comunidad científica tuvo que superar para lograr el concepto de campo electromecánico son las mismas que hay que poner en evidencia frente al alumno para que éste pueda hacer el salto conceptual.

Los saltos epistemológicos que la comunidad científica fue realizando, y que provocó un avance significativo en la electricidad y el electromagnetismo son resumidos en Furió y Guisasola (2001):

- a) La búsqueda de explicación de los procesos de electrización condujo a la hipótesis de que la materia posee cargas, aunque aparentemente se presente como neutra.
- b) La profundización en el estudio cuantitativo de las interacciones entre cargas (mecánica newtoniana), permitió consolidar esa hipótesis.
- c) El problema de la transmisión de la interacción eléctrica a través de un medio, junto a la unificación de la electricidad y el magnetismo, condujo a la introducción de la teoría de campos electromagnéticos.

Pareciera necesario, entonces, lograr en los alumnos dichos cambios epistemológicos, donde la secuencia va mostrando la necesidad de nuevos conceptos.

### **2.1.2. El cómo**

Para lograr los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales expresados en la unidad didáctica, se pensó en introducir la *analogía* como una *estrategia transversal* a dicha unidad, más allá del uso de otras estrategias que permitieran poner en contacto al alumno con los nuevos conocimientos y la apropiación de los mismos.

Como se expresa en la introducción del presente trabajo, se trata de aplicar estrategias habituales de enseñanza, dentro de la orientación constructivista, a través de un enfoque mixto: explicación del profesor, búsqueda, lectura e interpretación del material, trabajo

en pequeños grupos, demostraciones experimentales, y discusión del grupo total, exponiendo las analogías y diferencias encontradas por los pequeños grupos, analizándolas y logrando el consenso grupal.

Si bien las personas generalmente tratamos de explicar lo desconocido comparándolo con algún objeto conocido -tal como lo indican Oliva et al. (2001) -es muy común transferirle intuitivamente características y propiedades que no son tales. Los alumnos suelen explicar utilizando analogías los fenómenos físicos que no comprenden. Coincidentemente con investigaciones científicas, por ejemplo, explican que el imán atrae otros cuerpos porque tiene dos polos conformados por acumulación de cargas positivas en un extremo y de cargas negativas en el otro.

Es por ello que la aplicación de analogías debe ser cuidadosamente mediada por el profesor y expuesta en forma explícita para que se produzca el cambio conceptual en forma correcta.

La búsqueda y observación sistemática de las analogías y de las diferencias entre distintos conceptos, ecuaciones y resolución de situaciones problemáticas a lo largo de todo el recorrido didáctico, exige poner en evidencia lo común de lo diferente, donde el papel de esto último es enfrentar las ideas previas de los alumnos con el conocimiento científico.

Por otro lado, y durante el avance de la aplicación de la unidad didáctica, es preciso lograr que el alumno:

- Observe cómo la comunidad científica a lo largo del tiempo-y no en forma instantánea- fue introduciendo hipótesis cuya demostración sustentó teorías, donde las analogías jugaron un papel importantísimo tanto en la formulación de dichas hipótesis como en la explicación a la comunidad científica de los resultados de su investigación.
- Realice sus propias analogías para explicar la necesidad del concepto de campo.
- A partir de la observación del campo creado por un imán (cuya aproximación se puede observar con el mismo y limaduras de hierro) intente dibujar su propia representación del campo eléctrico y gravitatorio, por un lado para observar qué ideas previas tienen los alumnos al respecto y, por otro, para confrontarlo con las representaciones que la comunidad científica realizó de los mismos y la información que en dichas representaciones intentan incorporar.

Finalmente, y como resultado de todo lo anteriormente explicado, el objetivo es que el alumno vaya formando un *modelo* de campo, a partir de las analogías entre campo eléctrico, magnético y gravitatorio, transferible a otras circunstancias y aplicaciones, y que dicho modelo se vaya perfeccionando en el tiempo a lo largo de toda su educación.

## **2.2. La analogía y su utilidad didáctica**

A lo largo de la historia, las analogías han jugado un papel muy importante en descubrimientos científicos, no como prueba, ya que no los son, pero sí como

inspiración para lograr dichos descubrimientos y a la hora de explicarlos a la comunidad científica. Según expresa Oliva et al. (2001) “*constituyen una herramienta frecuente en el pensamiento ordinario de la gente*”. Cada vez que intentamos explicar algo nuevo, lo relacionamos con algo conocido.

También los profesores de ciencias, como los libros, a menudo se sirven de las analogías para introducir los nuevos conceptos. Si se utiliza con eficacia pueden mejorar el aprendizaje mediante la construcción de puentes conceptuales entre lo viejo y lo nuevo. Como toda herramienta didáctica, su idoneidad no está en su uso, sino en la adecuada preparación, diseño y aplicación. Según Glynn (2008), las analogías, cuando se usan correctamente, puede ayudar a la formación de conceptos científicos significativos en los estudiantes.

### 2.2.1 ¿Qué es una analogía?

Es la comparación de similitudes entre dos conceptos: el *blanco* o *tópico* (concepto desconocido) y el *análogo* (concepto de referencia). Según Duit et al. (2001), Glynn (2007; 2008) y González y Moreno (1998; 2000), todo proceso de aprendizaje incluye la búsqueda de semejanzas, los vínculos entre lo ya conocido y lo nuevo. Enlaza algunos atributos - principios, características, fórmulas, etc.- que relacionan los conceptos, y que permite comparar, discernir, y formar un modelo mental del nuevo concepto a través del conocido, tal cual se observa en la Figura 2.1.

Por ello, el proceso analógico está ligado a los modelos mentales (Johnson- Laird, 1983 y Holland et al., 1985): para construir una analogía debe existir el modelo mental del análogo (de referencia), la génesis de un modelo de la nueva situación a comprender y un modelo que sirva de puente, que recoja los atributos y relaciones comunes a los dos sistemas (fig. 2.1). La idea es promover la “elaboración” de relaciones entre lo que ya se sabe y lo que es nuevo. La “elaboración” desempeña un papel crítico en un marco constructivista para el aprendizaje de la ciencia. Los alumnos aprenden progresivamente modelos mentales cada vez más sofisticados.

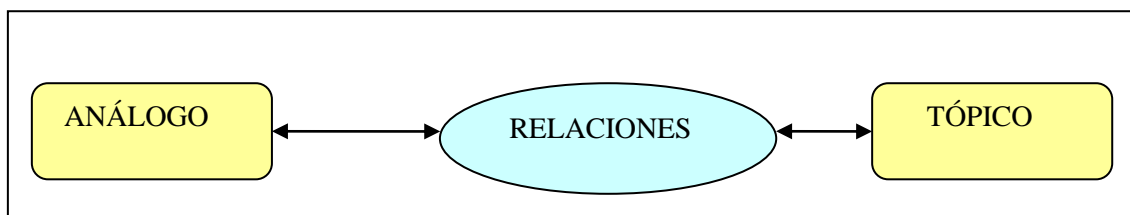


Figura 2.1- Estructura de una analogía.

### 2.2.2. Dificultades en la aplicación como estrategia didáctica

A pesar de lo generalizado del uso de las analogías, existen detractores al respecto, ya que presenta algunas dificultades en la práctica docente ordinaria. Cuando se usa ineficazmente produce dificultades en el aprendizaje y si no se ha cuidado la identificación correcta de los atributos del análogo a transferir, se pueden producir

relaciones no deseadas, incluso puede dificultar el aprendizaje al provocar malentendidos.

Algunas de las dificultades analizadas por Duit (1999) son:

- A veces el análogo no es lo suficientemente conocido o es muy complejo para el alumno.
- Los alumnos aprenden la analogía como si fuese un objeto de enseñanza en sí mismo; otras se quedan sólo en detalles aparentes y anecdóticos
- A veces se comparan relaciones que no les parecen semejantes.
- Generalmente la analogía se presenta como algo acabado que debe resultar evidente para los estudiantes. Los alumnos juegan un papel pasivo, es una mera transmisión- recepción.
- El alumno puede tener concepciones alternativas, reforzando falsas asociaciones entre dominios.
- El aprendizaje de la analogía se concibe como un fin en sí mismo, olvidándose que sólo es un instrumento. De este modo no se exponen sus puntos débiles o límites.
- La analogía se introduce como algo puntual y aislado, y no atiende cuáles son los aspectos del objeto que se pretende ilustrar. Por ejemplo, “es como un elefante”, sin especificar nada más. Cabe preguntar: ¿cuál es la relación del blanco con el análogo?, ¿qué debemos observar?, ¿es tan grande..., tan longevo..., tiene tanta memoria...? De este modo lleva a fijaciones funcionales y a dificultades posteriores. Los alumnos se quedarán con lo anecdótico sin trascender las relaciones.

Pero teniendo los cuidados necesarios, eligiendo las analogías y atributos o relaciones correctas, desde un marco constructivista, puede ser un recurso metodológico, una estrategia educativa fundamentada desde la psicología y la neurología, y desde el papel que ha jugado en la construcción del conocimiento científico.

### **2.2.3. Líneas básicas para su aplicación**

Oliva et al. (2001) presentan cuatro líneas básicas para la aplicación de las analogías como estrategias. Su propuesta se basa en las siguientes cuestiones para la toma de decisiones:

- ¿Cuál es la analogía que se va a emplear?
- ¿Qué papel juega el alumno y el profesor en la construcción de la misma?
- ¿Cuál será el modelo didáctico que dirija el proceso de construcción?
- ¿Cuáles son los fines que se perseguirán con ella?

Debe tenerse en cuenta, además, que:

- El análogo debe ser más accesible que el objeto o blanco.
- La analogía debe ser concreta y susceptible de ser representada con una imagen. El uso de representaciones visuales puede ser importante para la comprensión de la analogía. Se fundamenta en el papel de las imágenes en la formación de modelos mentales (Duit, 1991; Johnson-Laird, 1983).
- El análogo debe simplificarse en lo posible, para dejar en evidencia los atributos a relacionar
- La semejanza entre los fenómenos no debe ser ni demasiado estrecha ni demasiado débil. Si son muy distintos, los alumnos muestran dificultades para encontrar las relaciones. Si son muy parecidos, el estímulo para encontrar diferencias es muy pequeño.
- Cuando el alumno tenga concepciones alternativas del análogo se debe evitar el empleo de los mismos, ya que se corre el riesgo de transferir las concepciones alternativas al objeto o blanco a través de la analogía (Duit, 1991).
- El alumno debe realizar un papel activo en el aprendizaje a través de analogías. Si las analogías son interpretadas por el profesor, según sus propios esquemas mentales, no siempre serán entendidas en la dirección que se pretende, ya que ellos posiblemente utilicen otros. De allí la importancia para el éxito de que los estudiantes participen activamente en la construcción del conocimiento (Brown y Clement, 1989). Algunas interpretaciones de los alumnos pueden ser nocivas o poco útiles, por lo que resulta importante la intervención del profesor. Este debe realizar una labor constante de evaluación y guía del alumnado. La evaluación continua permite observar qué idea extraen los alumnos de las actividades planteadas.

Se trata de aplicar estrategias habituales de enseñanza, dentro de la orientación constructivista, a través de un enfoque mixto: explicación del profesor, búsqueda, lectura e interpretación del material, trabajo en pequeños grupos, demostraciones experimentales, y discusión del grupo total, exponiendo las analogías y diferencias encontradas por los pequeños grupos, analizándolas e interpretando sus coincidencias y diferencias.

Cualquier secuencia de aprendizaje (Oliva et al., 2001) deberá incluir al menos tres fases o etapas en el proceso de construcción de la analogía:

- a) Una parte dedicada a la formación de la analogía, de la determinación del objeto y del análogo, y el establecimiento de relaciones entre ambos
- b) Una etapa que permita observar las analogías
- c) Una fase orientada al establecimiento de diferencias y limitaciones de la analogía

#### **2.2.4. La analogía en la formación de un modelo**

Desde una perspectiva constructivista podemos suponer que el razonamiento analógico permitiría el acceso a aprendizajes de difícil interpretación, que incluye una búsqueda de aspectos similares entre lo que se conoce y lo nuevo. Construir un modelo de enseñanza analógico obliga a conocer profundamente el tema que se quiere enseñar, abstraer sus conceptos nucleares y las relaciones funcionales entre conceptos y traducir todo a una situación de la vida cotidiana (Adúriz- Bravo y Galagovsky, 1997).

Según Duit (1991), la analogía debe ir más allá del aprendizaje de un concepto, del conocimiento del *blanco* a través del *análogo*. Puede servir como una herramienta heurística para realizar predicciones o como instrumento que facilite la construcción de un modelo.

Para ello, debe existir una voluntad explícita por parte del docente de llegar a construir un modelo con sus alumnos. Para lograrlo, la misma analogía debe ser empleada en distintos momentos de la construcción del modelo.

Si bien la analogía constituye un instrumento que puede facilitar el acceso al modelo, la interpretación que el alumno hace del mismo depende de los modelos mentales que activa.

La construcción del modelo en sí, como del modelo que subyace, resulta compleja. No es un proceso lineal y unidireccional, sino un conjunto de aproximaciones sucesivas, un continuo viaje de ida y vuelta entre la analogía y el modelo, que se ven modificados en forma paulatina.

A veces es bueno emplear más de una analogía para ilustrar el mismo fenómeno o las distintas partes del dominio que se quiere enseñar., de modo que la complementariedad entre las mismas, sus semejanzas y diferencias nos ayuden en el proceso de construcción del modelo.

Pero, además, no sólo sirve como formadora de un modelo, sino también como promotora de competencias o capacidades de razonamiento y actitud científica, a medida que se construye la analogía y el modelo. Como indicamos en la introducción, según Gil (1996), el cambio conceptual no puede verificarse si no va acompañado de un cambio procedimental y actitudinal del alumno. La contribución a las capacidades intelectuales como comparar, relacionar, sintetizar, diferenciar, está dentro de la promoción de competencias procedimentales al trabajar con analogías. El cambio actitudinal se va gestando en el trabajo en equipo y al involucrarse en la búsqueda de semejanzas y diferencias.

#### 2.2.4.1. ¿Qué es un modelo?

Según Adúriz-Bravo y Galagovsky (1997), los *modelos* son representaciones teóricas del mundo, para explicarlo, predecirlo y transformarlo. Los modelos coexisten en la ciencia y el científico utiliza aquel que según las circunstancias le permita resolver su problema científico. En nuestro caso la dificultad se encuentra en crear un *modelo de campo* en los alumnos. Tal como expresan Adúriz-Bravo y Galagovsky (1997: 5) “*Un modelo científico contiene la articulación de un gran número de hipótesis de alto nivel*

*de abstracción. El alto grado de “formalización” hace que quede fuera de la capacidad de operatoria y de conocimientos previos de los alumnos.”*

Generalmente el profesor utiliza en el aula modelos científicos simplificados que tienen significado para el nivel de conocimiento del mismo, pero que no encuentran referente en la estructura cognitiva de los alumnos. Debido a ello, los estudiantes incorporan memorísticamente un modelo, que no es completamente científico, y que además es poco significativo, por lo que tenderán a acomodarlos a sus propios modelos previos. (Adúriz-Bravo y Galagovsky, 1997; Izquierdo, 1999). Esto se puede observar, por ejemplo, cuando una vez finalizado el estudio de las fuentes del campo magnético, los alumnos insisten en que los polos de un imán se forman por la acumulación de cargas negativas en un extremo y de positivas en otro, tal como lo concebían desde un principio, acomodando nuevamente el conocimiento a sus modelos del sentido común, o pensamiento espontáneo.

Estos modelos del sentido común se construyen a partir de la experiencia cotidiana, en el mundo natural y de interacciones sociales. Son modelos rígidos, con reglas lógicas, de causaciones lineales e irreversibles.

En cambio, los modelos científicos, se construyen con la acción conjunta de la comunidad científica, que tiene herramientas poderosas para representar los diversos aspectos de la realidad. A diferencia de los modelos del sentido común, los modelos científicos son construcciones provisionarias y perfectibles. A la comunidad científica le queda claro que son solo modelos, no la realidad, y que pueden coexistir modelos alternativos. Esto indica que si dos modelos pretenden explicar la misma porción de la realidad no son necesariamente incompatibles. El científico generalmente elige el modelo que usará en base a su sencillez, su riqueza teórica y su poder explicativo. Podemos observar, por ejemplo, que en Física coexisten el modelo Newtoniano, el modelo de campos, y la teoría de partículas, y el uso de cada uno de ellos depende de la realidad que se pretende explicar o el problema a resolver.

No obstante lo expresado, un modelo que reemplaza a otro no suele contener al anterior, porque implica una forma diferente de mirar y modelar la realidad, pero esto no quita que el nuevo modelo contenga gran parte de las explicaciones y predicciones que el anterior, añada nuevas o las observe desde otro lugar. Un ejemplo de lo anterior son la Teoría de la Relatividad de Einstein y la Teoría clásica de Newton.

### **2.2.5. La analogía como estrategia de enseñanza**

Retomando de Glynn (2007) su modelo de enseñanza con analogías llamado TWA (“teaching with analogies”), podemos observar lo coherente de su estrategia, aquí interpretada, que cuenta de 6 pasos:

1. La introducción del concepto nuevo (la necesidad de conocer el concepto blanco para poder realizar o interpretar las relaciones que se harán luego), a través de explicaciones del profesor, de lectura de material bibliográfico, de una guía, etc.
2. Revisión del concepto de analogía e introducción del objeto análogo.

3. Identificación de propiedades y elementos relevantes entre el concepto blanco y el análogo.
4. Mapeo de similitudes
5. Observación de dónde la analogía se rompe ( búsqueda de diferencias)
6. Diseño de las conclusiones.

Cuando hay concepciones alternativas del análogo es difícil su aplicación, ya que se transfieren relaciones no existentes. Por eso, este método se suele usar para la introducción de conceptos complejos y para la visualización de sistemas con interacción de partes (circuito eléctrico, fotosíntesis, ecosistema, etc.)

El trabajo de investigación utiliza este modelo, tomando alternativamente como análogo y como tópico los distintos campos físicos: eléctrico, magnético y gravitatorio, de modo de buscar similitudes y diferencias y formar un único modelo mental de campo.

### **2.3. La Teoría de Campos en la Ciencia**

Tal como lo expresa Llancaqueo (2006), durante mucho tiempo la Física no tuvo una estructura de unidad conceptual, se dividía en distintas ramas casi sin conexión. Pero en la Física actual es posible distinguir un marco conceptual basado en unos pocos elementos tales como partículas, campos, ondas e interacciones.

Este modelo unificado está basado, entre otras suposiciones, en que el universo está compuesto de partículas con propiedades bien definidas, que hay unas pocas interacciones fundamentales entre ellas, y que estas interacciones se describen mediante campos, que dependen de los puntos del espacio y del tiempo, y donde estos campos se propagan como ondas a velocidades definidas. El campo, entonces, adquiere una realidad física, no es un mero medio matemático para poder calcular potenciales o fuerzas a distancia. Se debe hablar de la interacción de una partícula con el campo y de la posterior interacción del campo con otra partícula.

Es por ello que surge la necesidad de que los estudiantes interpreten el concepto de campo y puedan transferirlo a otras situaciones.

#### **2.3.1. Dimensión histórica**

Fernández (1996) y Acevedo (2004) explicitan la importancia de la historia de las ciencias como recurso que proporcione al alumno una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia, del trabajo y de los procedimientos científicos. Mostrar la dimensión humana del hombre de ciencias provocaría en el estudiante una actitud positiva hacia la ciencia y una visión más real y completa de la misma.

No es virtud de este apartado hacer una exhaustiva revisión histórica del concepto de campo, sino mostrar en forma más o menos coherente la necesidad de la introducción del concepto de campo para explicar los fenómenos electromagnéticos y el proceso histórico que condujo al mismo, como también la génesis de los conceptos.



Según Holton (1979) el concepto de *campo* suministró a la electricidad, al magnetismo, a la gravedad y a la luz un marco teórico común, tal como el concepto de *energía* lo hizo con los fenómenos mecánicos y térmicos. Peña (2011) indica que la introducción del concepto de campo como un ente físico fue una ruptura epistemológica y la mayor contribución conceptual de la física de varios siglos.

Es importante destacar cómo el uso de las analogías y el razonamiento analógico permitió el camino desde la Teoría de Gravitación de Newton, hasta el desarrollo de la Teoría del Campo Electromagnético de Maxwell (Acevedo, 2004). Desde el siglo XVIII, varios científicos tales como Cavendish y Coulomb utilizaron la analogía entre las fuerzas gravitatorias y las fuerzas eléctricas para explicarlas y calcularlas (Acevedo, 2004; Oliva, 2004).

Durante la primera mitad del siglo XIX se desarrollaron teorías sobre electricidad y magnetismo, que siguieron en su mayoría el paradigma newtoniano de acción a distancia. Para Newton no fue un conflicto el pensar que las fuerzas gravitatorias se producían sin necesidad de algún medio material y en forma instantánea. Y si bien este pensamiento no satisfacía a las mentes cartesianas, el predominio de la teoría mecanicista continuó hasta los descubrimientos de las interacciones entre la electricidad y el magnetismo, cuya primera evidencia concreta surgió con la experiencia realizada por el físico danés Hans Christian Oersted en 1820. Es de destacar que dicho experimento fue llevado a cabo con la convicción metafísica de la unidad de todas las fuerzas de la naturaleza (Holton, 1979).

En la experiencia de Oersted se observó una fuerza provocada sobre una aguja magnética cercana a un conductor por el que circulaba corriente. Dicha fuerza movía la aguja en una dirección perpendicular a la línea que la une al conductor. Este efecto evidenció que la aguja responde a una fuerza que actúa en una dirección *alrededor* de la corriente y no *hacia* la corriente.

El descubrimiento de Oersted produjo sensación en Europa y en 1821 el editor de la revista *Anales de Filosofía* pidió al inglés Michael Faraday realizar una revisión de los experimentos sobre electromagnetismo (si bien no tenía reputación científica, aceptó el ofrecimiento). Pero pronto salió de los límites de repetir experiencias y tratar de explicarlas para comenzar a desarrollar sus propias teorías y sus propios ensayos. Dichos trabajos permitieron posteriormente llegar a la noción de campo electromagnético.

Tal como se ha expresado, durante la primera mitad del siglo XIX las teorías de la electricidad y el magnetismo se basaban en la Teoría de Gravitación Universal de Newton de acciones a distancia, según la cual se producen en forma instantánea e independiente del medio entre las partículas. Faraday propuso una hipótesis alternativa para las acciones eléctricas y magnéticas, suponiéndolas progresivas y que requieren tiempo para propagarse, y cuya verificación era una de sus principales preocupaciones. En la Inglaterra de comienzos del siglo XIX no sólo Faraday, sino Thomson y Maxwell buscaron un mecanismo de propagación para las fuerzas eléctricas y magnéticas y el efecto del medio interpuesto.

El primer descubrimiento de Faraday sobre electromagnetismo surgió al repetir la experiencia de Oersted en 1821. Comprobó que la fuerza ejercida por la corriente del conductor sobre el imán era de naturaleza *circular*. Años más tarde expresó que el cable estaba rodeado por una serie infinita de líneas de fuerza circulares y concéntricas, y al conjunto de líneas las llamó *campo magnético* (Holton, 1979). Faraday tenía la idea que si la electricidad producía un efecto magnético, el magnetismo podía producir electricidad. Así como una corriente ejerce una fuerza sobre un imán era de esperar que sucediera que el imán ejerciera una fuerza sobre la corriente, y yendo más allá, que un imán pudiera producir una corriente (Holton, 1979).

Si bien el americano Joseph Henry, quien trabajó en forma independiente y simultánea a Faraday, fue el primero en producir electricidad a partir del magnetismo, se le conoce a éste como el descubridor de la *inducción magnética*. Este hecho no es sólo por publicar anticipadamente su descubrimiento, sino por la cantidad de experiencias realizadas sobre el tema, hasta descubrir que una corriente puede inducir otra corriente sólo mientras está variando. Observó que la variación de las líneas de fuerza magnética produce una corriente en un conductor, y que esta variación puede producirse por un imán que se mueve cerca del alambre conductor o por un cambio en la corriente que circula en otro conductor (Holton, 1979).

Faraday introdujo el concepto de *líneas de fuerza* durante las décadas de 1830 y 1840. Representaban para él un estado de esfuerzos y deformaciones que se da en el espacio entre átomos. Tiende a considerarlas como una sustancia, sujeta a los esfuerzos y transmisora de ellos (Peña, 2011). En 1845, para evitar la paradoja que conduce la noción de acción a distancia, Faraday propuso considerar que cada átomo está conectado a otro a través de líneas de fuerza, haciendo desaparecer la noción de espacio vacío y que la *sustancia* de la fuerza permea todo el espacio, como un medio continuo. Utilizó así por primera vez la palabra *campo*, llamando de este modo a la región del espacio entre polos magnéticos, que está llena de líneas de fuerza (Acevedo, 2004). Rápidamente la física británica consideró como campo al espacio completo de líneas de fuerza - eléctricas o magnéticas -, pero sin una explicación de su constitución física.

Una y otra vez, para convencer a la comunidad científica, hizo uso de las analogías para explicar sus teorías y descubrimientos y si bien estos fueron posteriormente superados, sirvieron de base de nuevos hallazgos. Precipitadamente la consecuencia de todas estas innovaciones llevó a la creación de los primeros motores y generadores eléctricos, que transformaron radicalmente la sociedad.

James Maxwell inició sus investigaciones sobre electricidad y magnetismo partiendo de las nociones de Faraday. Al igual que éste interpretó las líneas de fuerza como estados de esfuerzos y deformaciones, pero en este caso de un éter mecánico y newtoniano. Combinó este modelo con el método de analogías (Peña, 2011; Nersessian, 2002; Acevedo, 2004). Las analogías tuvieron para Maxwell un inmenso valor heurístico. En *On Faraday's Lines of Force* (1855-56) utilizó un modelo geométrico del campo para encontrar la intensidad del campo en un punto del mismo, información que no daban las líneas de fuerza. Imaginó un fluido incompresible moviéndose por tubos formados por líneas de fuerza, de modo que la dirección y la intensidad de la fuerza quedaban

representadas en cualquier punto por la dirección e intensidad del fluido imaginario (Acevedo, 2004). También introdujo una analogía hidráulica, donde la carga eléctrica positiva es considerada como una fuente y la negativa como un sumidero. Se trataría de un fluido que continuamente sale de la fuente y se destruye en el pozo. Todavía no relacionaba la óptica de Fresnel con los fenómenos electromagnéticos y utilizaba entonces el modelo explicativo de la hidrodinámica.

En su escrito sobre electromagnetismo, llamado *On Physical lines of force* (1861-1862), considera al éter como el sustrato del campo electromagnético. Para explicarlo utilizó analogías mecánicas. Consideró un modelo mecánico del éter en términos de celdas rotatorias -o remolinos magnéticos elásticos- separadas entre sí por esferitas eléctricas giratorias que evitan la fricción. Si bien era un análogo difícil de comprender le permitió esbozar una nueva teoría electromagnética donde dichas imágenes mecánicas fueron esenciales para formular las principales ecuaciones del campo electromagnético (Acevedo, 2004).

Según su teoría, los fenómenos electromagnéticos se propagan por un medio elástico, es decir, con velocidad finita, y que Maxwell dedujo cercana a la velocidad de la luz. Esta observación le permitió identificar a la luz como una onda electromagnética y simplificar que el éter y el lumínico eran la misma sustancia. Los científicos consideraban a la luz como una onda mecánica transversal que se propagaba en el éter. Maxwell consideraba también las ondas electromagnéticas como transversales (generadas por campos eléctricos y magnéticos variables), dado que la perturbación que genera el campo es perpendicular a la dirección de propagación. Esto llevó no solo a la fusión de los dos éteres, sino a suponer que el medio que propaga los efectos eléctricos y magnéticos es el mismo que transmite las ondas luminosas y térmicas. Estas simplificaciones llevaron a que cuando se abandonó la idea del éter, fue más fácil rechazar un éter general que uno a uno los éteres por separado (Holton, 1979).

La compleja pero poderosa teoría de Maxwell tuvo su respaldo dos décadas más tarde, a través del físico alemán Hertz y del holandés Lorentz. El primero trató de mostrar que las ondas electromagnéticas tienen todas las características de la luz, salvo su visibilidad. El método experimental que usó no dejó lugar a dudas sobre la equivalencia entre la luz y las ondas electromagnéticas. La luz, como éstas, se produce por el movimiento oscilatorio de partículas cargadas. Por otro lado, el holandés Lorentz partió de que la materia está hecha de moléculas cargadas (iones) que interactúan entre sí a través de un éter inmóvil, que actúa sobre los iones, pero éste no actúa sobre él, resultando un sistema dinámico no newtoniano.

Si bien el siglo XX vio nacer la Teoría Cuántica, la Teoría de Campos es un soporte vital para el desarrollo tecnológico: desde los motores y generadores, al desarrollo de antenas y satélites, base de las comunicaciones actuales.

La comprensión por parte del alumno del modo, el tiempo y el esfuerzo que llevó a los científicos explicar los fenómenos físicos permitiría mostrar la verdadera dimensión del nuevo concepto a aprender, que la enseñanza lineal y simplista empuja. Por otro lado, observar cómo estos fenómenos pueden ser interpretados por más de una teoría

con sus ventajas e inconvenientes, y con fundamentos epistemológicos diferentes, revelaría una ciencia no acabada sino siempre dinámica.

### 2.3.2. Dimensión social

Dado que esta investigación se realizó en una escuela técnica con orientaciones en Electromecánica y en Electricidad, es importante destacar que la implicancia del estudio de Campos (eléctricos y magnéticos) tiene dos aspectos:

1. Social, que posibilite al estudiante apropiarse de conceptos físicos que lo ayuden a interpretar problemas de origen científicos y tecnológicos, y que en la sociedad actual suceden en forma vertiginosa, de modo de poder actuar en forma responsable frente a los mismos.
2. Una implicancia pragmática, dado que el estudiante de la escuela técnica, al finalizar sus estudios, debe lograr conocimientos científicos y tecnológicos suficientes para analizar, calcular, utilizar, reparar circuitos sencillos, motores, transformadores, equipos de telecomunicaciones, de control, etc., tal como lo expresa el currículo correspondiente, y además, poder ingresar con éxito a la universidad.

Para hablar de la importancia social de la educación científica, y, en particular, del conocimiento del concepto del Campo Eléctrico y Magnético, nos remitimos en primer lugar a la publicación realizada por un grupo de investigadores en base a trabajos anteriores, y propiciada por la OREALC/UNESCO (Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe). El libro, cuyo nombre es “*¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*”, tiene como autores a Daniel Gil-Pérez, Beatriz Macedo, Joaquín Martínez Torregrosa, Carlos Sifredo, Pablo Valdez y Amparo Vilchez (2005). En el mismo volcaron sus conocimientos respecto de la importancia de la educación científica en la sociedad actual en *Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*.

En la Primera Parte, explican el porqué es necesaria una renovación de la Educación Científica.

Beatriz Macedo reconoce que la falta de interés hacia lo científico, asociado al fracaso escolar, constituye un problema tanto en Iberoamérica como en los países desarrollados. Lograr un cambio en este sentido responde no solo a la preocupación de que los estudiantes no aprenden ciencias y llegan a estudios superiores con mala base, sino a la necesidad de que todos los estudiantes accedan al conocimiento científico, de modo de disminuir desigualdades, terminar con el monopolio del conocimiento asociado con el poder, logrando generaciones futuras más justas y sostenibles.

En un mundo repleto de productos de origen científico- tecnológicos, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad. Todos necesitamos la información científica para realizar opciones que se plantean cada día, para ser capaces de implicarnos en problemáticas públicas que se relacionan con la ciencia y la tecnología.

Y la pregunta que surge, entonces, es *¿qué entendemos por alfabetización científica?*

Según los autores, la idea de *alfabetización* sugiere objetivos básicos para *todos* los estudiantes, de modo que conviertan a la educación científica en una educación general. Resaltan, utilizando una categorización de Marco (2000), que la alfabetización debería realizarse en tres sentidos:

1. **Una alfabetización científica práctica:** que permita utilizar los conocimientos en la vida diaria para mejorar las condiciones de vida, para el trabajo, etc.
2. **Una alfabetización científica cívica:** para que las personas puedan intervenir socialmente con criterio científico en decisiones políticas (como son las políticas sobre suelos, sobre aguas, sobre hielos continentales, sobre emisión de gases, de extracción minera, etc.).
3. **Una alfabetización científica cultural:** relacionado con la historia y la naturaleza de la ciencia, con el significado de ciencia y tecnología.

No obstante, indican que varios trabajos - entre ellos los de Fenshan (2002) - cuestionan la necesidad de una alfabetización científica.

Las discusiones se asientan sobre dos tesis.

- **Tesis pragmática:** las sociedades se ven cada vez más influidas por productos científicos y tecnológicos y los ciudadanos se desenvuelven mejor si adquieren una buena base científica.
- **Tesis democrática:** la alfabetización científica permite a los ciudadanos participar en las decisiones que las sociedades deben adoptar respecto de problemas científicos y tecnológicos cada vez más complejos.

Pero para Frensham la teoría pragmática no tiene en cuenta el hecho de que la mayoría de las personas son usuarios de productos tecnológicos, y sin embargo no necesitan para ello conocer los principios científicos en los que se basan.

Respecto a la tesis democrática, indica que pensar que una sociedad científicamente alfabetizada ayudaría a actuar frente a problemas socio-científicos es una ilusión. No se llegaría a tener todos los conocimientos necesarios para la toma de decisiones que por su complejidad no es posible lograrlo con el nivel adquirido en la escuela.

Dichas críticas llevaron a los autores a preguntarse cuál es realmente el aporte de la educación científica y tecnológica a la formación ciudadana.

Si bien difícilmente las personas alcancen a conocer todos los elementos para decidir en problemáticas complejas, es necesario que los estudiantes alcancen un mínimo de conocimientos que los vinculen con planteamientos globales y consideraciones éticas (gases tóxicos, minería contaminante, cambio climático, clonación, alimentos transgénicos, ubicación de antenas, etc.) que no exija especialización, pero que sin ellos es imposible comprender opciones de riesgo y participar en la adopción de decisiones fundamentales donde prime la prudencia.

La aplicación apresurada de tecnologías, cuyas utilidades no han sido suficientemente investigadas, sin tener garantías razonables con resultados parciales contrapuestos, que

llevan a discrepancias incluso entre los científicos, son argumentos que se esgrimen, cuestionando la participación de la ciudadanía.

Pero las preocupaciones que despiertan en las personas estas cuestiones, lleva a que las mismas participen en el debate y exijan una estricta aplicación del principio de prudencia, en contraposición de quienes apresuran la aplicación de nuevos métodos científicos y tecnológicos, por el afán del beneficio a corto plazo.

Dicha participación reclama un mínimo de formación científica que haga posible la comprensión de problemas y el reconocimiento de opciones. Y tal como lo expresan Gil-Pérez y Vilches (2004), para ello es preciso que les proporcionemos a los alumnos las ocasiones para analizar problemas y considerar posibles soluciones.

Para ello debemos cambiar la visión que muchos profesores tienen sobre la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Según Fernández (2000), visiones empobrecidas de la naturaleza de la ciencia que los profesores tenemos y transmitimos, generan desinterés y a veces rechazo de muchos estudiantes y se convierten en un obstáculo para el aprendizaje.

En este caso particular, se quiere mostrar la importancia de construir en los alumnos los conceptos de *campo eléctrico* y *campo magnético*.

La dimensión social de la enseñanza de estos conceptos parte de reconocer que nuestra vida, la de todos los seres y cosas, interactúan con campos electromagnéticos, y es tal como es, debido a ello. Estamos inmersos en el campo electromagnético terrestre, con sus fluctuaciones, que influyen en nuestra forma de proceder, en la naturaleza, en las comunicaciones. Caminamos, nos sentamos, rozamos y producimos en nuestros contactos campos electromagnéticos. Los motores que usamos, generadores, transformadores, todos funcionan a través de interacciones entre campos, la revolución tecnológica de las comunicaciones visuales y auditivas, las aplicaciones en medicina son consecuencia de ellos.

Poder reconocer la influencia de los campos, su forma de interactuar, su relación CTS, llevaría primeramente a comprender cómo el conocimiento de campos influyó en la forma de vivir y de comunicarnos en una forma que supera la ficción, no como producto de un solo científico, sino como un proceso largo y continuo de toda la comunidad científica, de procesos tecnológicos y científicos interrelacionados. Adherir a la tesis democrática, es decir, una alfabetización científica, que permita a los estudiantes ser ciudadanos que reconozcan tanto las virtudes como las problemáticas de los avances científico- tecnológicos, y actuar en consecuencia.

Pero, también - recordando que se trata de una escuela que otorga títulos profesionales- la enseñanza de estos conceptos debe tener su base procedimental, de modo que se logre un técnico competente. Al respecto, Furió y Guisasola(1998), expresan que el conocimiento de los campos eléctricos y magnéticos es necesario para el posterior análisis de circuitos y la interpretación de la electrodinámica.

El alumno debe construir el concepto de Campo, reconocer el trabajo científico, comprender la relación CTS, pero además, ser capaz de utilizar sus conocimientos para

calcular, utilizar, reparar instrumentos, circuitos y maquinarias que utilizan para su funcionamiento dicho concepto.

La Ley de Educación Nacional resalta que la educación debe ser para el ejercicio de la ciudadanía, pero también para el trabajo y para poder seguir estudios superiores. Un desafío que invita a reflexionar sobre las prácticas docentes, sobre la intención educativa en el momento de planificar las estrategias y contenidos.

### **2.3.3. Investigaciones respecto del aprendizaje y enseñanza del campo electromagnético y gravitatorio**

Para sustentar la necesidad de esta investigación, y como punto de partida de la misma, se revisaron los distintos trabajos referidos a la enseñanza- aprendizaje del concepto de *campo* en Física.

Llancaqueo et al. (2003) clasifican en cuatro categorías el aporte de las investigaciones respecto del aprendizaje y enseñanza del campo electromagnético y gravitatorio, con estudiantes secundarios y de primer nivel de la universidad, extraídos de una serie de artículos publicados en la última década, tal como se observa en el resumen del cuadro 1 que describimos y ampliamos a continuación:

**(1) Estrategias de enseñanza:** los trabajos de investigación plantean como estrategia una enseñanza basada en la investigación dirigida. Hay también algunos trabajos sobre el uso de analogías en la enseñanza de interacciones a distancia (Glynn, 2008).

**(2) Dificultades de aprendizaje:** se considera que el origen de las dificultades está anclado en las concepciones alternativas de los alumnos. Cuando los estudiantes aprenden conceptos nuevos, interpretan la información externa en base a la estructura del conocimiento que ya poseen. A veces esta estructura incluye concepciones alternativas muy resistentes al cambio (Driver, 1989). Muchas investigaciones sobre el campo se han centrado en las diferencias entre lo que el profesor enseña, y lo que los alumnos realmente aprenden, indicando que ese aprendizaje depende de esas concepciones alternativas, que el constructivismo considera como el producto entre el aprendizaje individual y el esfuerzo intelectual por darle sentido a los fenómenos del mundo.

**(3) Concepciones y razonamiento:** Baser y Gebán (2007) expresan la dificultad de desarrollar instrumentos para conocer las ideas alternativas de los alumnos en electricidad y magnetismo, dado el grado de abstracción que requieren dichos conceptos.

Los autores resumen lo que ellos llaman *preconcepciones*, que fueron extraídas de distintos trabajos de investigación sobre *electrostática*, algunas de las cuales se describen:

- Los estudiantes no tienen claro el concepto de carga eléctrica (Galili, 2003): un objeto neutro no tiene cargas.
- Tienen dificultades al explicar la transferencia de cargas (Guruswamy et al., 1997)

- Un electrón no tiene masa (Furió y Guisasola, 1998).
- Los protones se pueden transferir entre los cuerpos (Furió y Guisasola, 1999).
- Un cuerpo cargado contiene solo protones o electrones (Siegely Lee, 2001).
- Los estudiantes consideran que las líneas de campo son reales (Galili, 1993).
- Si una carga no se encuentra en una línea de campo, no se le produce ninguna fuerza (Furió y Guisasola, 1998).
- Las líneas de campo pueden cruzarse, comenzar y terminar en cualquier parte, y “hay un número finito de líneas de fuerza” (Rainson et al., 1994; Maloney et al., 2001).

En cuanto al *campo magnético* y las *concepciones alternativas*, diversos investigadores (Guisasola et al., 2003) creen que es posible describir las ideas de los estudiantes a través de *categorías explicativas*, que permiten pensar el aprendizaje como una evolución a través de distintos estadios que van desde la concepción alternativa hasta el conocimiento científico. Dichas categorías se enumeran:

- 1) Concepción inicial del magnetismo: cualidades propias de la materia.
- 2) Concepción realista ingenua: se atribuyen a las líneas de campo entidad real. La interacción magnética se produce por atracciones y repulsiones de las líneas de campo.
- 3) Concepción eléctrica: se identifica la carga eléctrica en reposo como fuente del campo magnético. Los imanes se consideran cuerpos cargados.
- 4) Concepción amperiana: se identifican las cargas en movimiento como fuente del campo.
- 5) Concepción amperiana y relativista.

**(4) Representaciones mentales:** tal como indica Guisasola et al., (2003), para analizar cómo explican las personas los fenómenos físicos, debemos tener en cuenta que los seres humanos construimos *representaciones mentales* que nos ayudan a comprender esos fenómenos.

Una representación está en lugar de alguna cosa, habitualmente un aspecto del mundo externo o de nuestra imaginación. Para la enseñanza de la física resulta interesante conocer cuáles son las representaciones internas de los alumnos a fin de poder entender cuál es el proceso de construcción y el cambio de esas representaciones.

En Greca y Moreira (1997, 1998, 2001, 2002) se resumen los trabajos de investigación referidos a las representaciones mentales que utilizan los estudiantes para poder explicar el concepto de campo, y en qué nivel de construcción de un modelo mental de campo se encuentran.

Parten de considerar que la mente de las personas no es una hoja en blanco en donde puede guardarse información arbitrariamente. Cualquier dato nuevo que recibe



interactúa con lo que sabe, y el producto son nuevos significados, que podría definirse como aprendizaje.

Dichas investigaciones se basan en la Teoría de los Modelos Mentales, de Johnson Laird (1983), perteneciente a la Psicología Cognitiva. La mente puede construir símbolos a partir de imágenes, recuerdos, creencias y manipularlos en distintos procesos cognitivos. Como la mente no puede contener una cantidad infinita de ellos, genera cierta variedad y un conjunto de reglas para su utilización, que también son símbolos. Los símbolos primitivos y las reglas forman una especie de lenguaje de la mente, expresadas en representaciones proposicionales, que capturan los conceptos.

Existen por lo menos 3 representaciones: a) las representaciones proposicionales (definidas como representaciones mentales que pueden ser expresadas verbalmente); b) los modelos mentales (análogos estructurales de una situación del mundo real o imaginario; c) las imágenes mentales.

Las tres formas de representaciones se encuentran relacionadas. Las representaciones proposicionales son interpretadas según los modelos mentales que se poseen. Serán evaluadas como verdaderas en la medida que puedan ser inferidas de los modelos mentales existentes. Las imágenes son “señales” del modelo. Así, cuando imaginamos un triángulo, lo hacemos de uno específico (equilátero, rectángulo, etc.). Sin embargo, el modelo debe contener las relaciones necesarias para definir un triángulo en general, de modo que si se nos pide que imaginemos un escaleno, podamos hacerlo.

Cuando entendemos un fenómeno físico, sabemos cuál es su causa y su resultado, sabemos cómo iniciarlo, influenciarlo o evitarlo. En el lenguaje de Johnson-Laird, es tener un modelo de trabajo de ese fenómeno (Greca, 1995).

En el proceso de enseñanza- aprendizaje debemos tener en cuenta que los modelos son construcciones provisorias y perfectibles. A lo largo de la historia de la Ciencia los modelos se han ido sucediendo en el avance hacia formas más poderosas y útiles de explicar la realidad. Los modelos coexisten en la Ciencia, y el científico se sirve de ellos según el problema científico a resolver.

En los alumnos, la comprensión de los conceptos, proposiciones, analogías y procedimientos experimentales dependerá de la formación de modelos mentales. Los alumnos traen al aula los modelos mentales con los que explican el mundo: son modelos causales simples, ya que todos los eventos tienen causa. Pretender que desde un primer momento los alumnos utilicen un lenguaje estrictamente científico no indica que ya tengan representaciones científicas. Posiblemente la hayan adquirido memorísticamente y vuelvan a sus modelos “del sentido común” o pensamiento espontáneo (Galagovsky et al., 1998).

Y si bien con la edad y con la enseñanza formal dichos *modelos mentales* van evolucionando, siendo cada vez más complejos y acordes con los modelos científicos, muchos de ellos no logran salir de esos modelos causales simples y comprender las nociones básicas de campo electromagnético de modo de formar y utilizar un modelo coherente de campo.

El Cuadro 2.1 -extraído de Guisasola et al. (2003)- resume los trabajos de investigación sobre la enseñanza de la teoría de Campos.

<i>Estrategias de enseñanza</i>	Estas investigaciones tienen por propósito el diseño y evaluación de estrategias de enseñanza del campo eléctrico para estudiantes secundarios de bachillerato, con propuestas sustentadas en un modelo de aprendizaje como una investigación dirigida (Furió y Guisasola, 2001; Martín y Solbes, 2001) orientado a superar dificultades de aprendizaje, asumidas a partir de resultados de investigaciones anteriores sobre concepciones alternativas, y resultados de análisis de contenidos y de formas de razonamiento (Viennot y Rainson, 1999). Del análisis de los resultados de la aplicación de las estrategias y de la evaluación de aprendizaje conceptual, se observa que la mayoría de los estudiantes mejora su aprendizaje del concepto de campo e informan de una mayor asimilación de las ideas significativas del concepto frente al grupo control. Las dificultades de aprendizaje se interpretan como consecuencia de un tratamiento didáctico deficiente y confuso (Martín y Solbes, 2001). Además, los resultados destacan, la detección de dificultades de los estudiantes para aceptar la existencia de un campo eléctrico en un medio donde las cargas están inmóviles, e ignorar las fuentes de campo no representadas explícitamente en forma matemática (Viennot y Rainson, 1999). Se concluye que la comprensión conceptual de los estudiantes progresa sólo cuando los aspectos causales han sido enfatizados durante la enseñanza.
<i>Dificultades de aprendizaje</i>	Estas investigaciones tienen por objetivo principal identificar, interpretar y analizar dificultades de aprendizaje del campo electromagnético en contextos de enseñanza con estudiantes secundarios (15-17 años) y primer año de universidad (17-18 años), bajo la hipótesis de que éstas dificultades se originan y relacionan con las concepciones alternativas de la mecánica (Galili,1995), o bien se deben a un paralelismo entre los problemas de aprendizaje y los problemas epistemológicos (Furió y Guisasola, 1998) que hubo que superar en la historia del desarrollo del electromagnetismo. Los resultados y conclusiones de este grupo de investigaciones muestran que una minoría de los estudiantes de enseñanza secundaria y universitaria usan en forma significativa el concepto de campo. La mayoría no establece diferencias conceptuales entre fuerza y campo eléctrico, y se aprecia que la introducción del concepto de campo a partir de su definición operacional afecta su comprensión, y a su vez, hace evidentes problemas de aprendizaje de la mecánica. Se infiere la confirmación de la hipótesis que el origen de las dificultades de aprendizaje podría estar en las concepciones alternativas y en un paralelismo entre problemas de aprendizaje y problemas epistemológicos históricos de los orígenes del concepto de campo eléctrico.
<i>Representaciones mentales</i>	Estas investigaciones están orientadas a identificar los modelos mentales (Johnson-Laird,1983) que usan las personas para pensar acerca del magnetismo y las relaciones entre electricidad y magnetismo (Borges y Gilbert, 1998), e investigar el tipo y nivel de representación mental del concepto campo electromagnético que construyen y utilizan los estudiantes cuando estudian, responden preguntas y resuelven problemas (Greca y Moreira, 1997; 1998), y una revisión en profundidad de la teoría de representaciones mentales (Greca y Moreira, 2000), que sirve de marco teórico y orienta la identificación de las representaciones del campo electromagnético. Los resultados y conclusiones de éstas investigaciones destacan, que las personas construyen modelos mentales simples en acuerdo con sus conocimientos del mundo físico, y que la expansión del conocimiento en un dominio es por asimilación y acomodación del nuevo conocimiento en modelos más sofisticados. En el caso del magnetismo, los diferentes modelos de magnetismo contruidos por los estudiantes son una evidencia de los efectos de la instrucción (Borges y Gilbert, 1998) recibida. Por otra parte los trabajos de Greca y Moreira destacan que los estudiantes que evidencian comprensión y aplicación de los significados del concepto de campo son aquellos que desarrollan un modelo mental físico del concepto según la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (1983), por tanto, aprender el marco conceptual de una teoría física implicaría generar un modelo o representación mental del mismo.
<i>Concepciones y razonamiento</i>	Este grupo de estudios apunta a investigar concepciones y formas de razonamiento de los estudiantes. En particular, identificar ideas acerca de aspectos del campo eléctrico que revelen posibles obstáculos de aprendizaje (Viennot y Rainson, 1992); identificar la coexistencia de concepciones alternativas y concepciones aceptables científicamente del campo gravitatorio (Palmer, 2002) e indagar las relaciones entre éstas concepciones. En el caso del campo eléctrico, los resultados de estas investigaciones muestran que las explicaciones de los estudiantes evidencian un razonamiento causal lineal, que dota a la carga encerrada por una superficie gaussiana de un tipo de causalidad exclusiva (Viennot y Rainson, 1992) que los lleva a negar y no usar el principio de superposición del campo eléctrico. La investigación referida al campo gravitatorio destaca como resultado relevante la identificación de concepciones alternativas en igual proporción en todos los grupos de estudiantes, sin importar aparentemente la diferencia de edad y los niveles de instrucción en física (Palmer, 2002), lo cual implicaría formas de pensamiento común que sobreviven a la enseñanza. Además, se confirma la coexistencia de concepciones alternativas y concepciones aceptables científicamente (Palmer, 2002) enlazadas por procesos de razonamiento condicional, influenciadas por el contexto de las situaciones de las preguntas.

**Cuadro 2.1.** Resumen de investigaciones realizadas sobre la enseñanza del concepto de campo (extraído de Guisasola et al., 2003)



## Capítulo 3. Diseño de la Investigación

En este capítulo se presentan los objetivos que han guiado la presente investigación, la metodología y secuencia didáctica que permitiría cumplir con dichos objetivos y los instrumentos de medida y observación. Se indica, además, que si bien ha sido un trabajo cuantitativo, no se ha perdido de vista un estudio cualitativo del mismo, cada vez que las circunstancias lo han permitido.

Se trata de un diseño cuasiexperimental. Llamamos diseño *al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación*. (Hernández-Sampieri et al., 1997:108). Esta elección se debe a que se trabajó con cursos completos de una escuela, donde la elección de los grupos experimentales y el grupo control fue realizada en forma aleatoria, por lo que no garantiza la equivalencia inicial entre grupos.

### 3.1. Objetivos

Tal como se expresara en la introducción, el presente trabajo surge como necesidad de lograr en adolescentes de 15 o 16 años de una escuela técnica, la construcción del concepto de campo como realidad física, reconociendo la dificultad de adquirir un concepto tan abstracto, lejano a su realidad cotidiana. Debido a ello se pensó como estrategia para crear un *modelo mental de campo* el uso de analogías y diferencias entre los distintos campos - gravitatorios, magnéticos y eléctricos - en un proceso de ir construyendo dicho modelo, desde el descubrimiento de sus fuentes, el reconocimiento de los elementos intervinientes y los fenómenos que por y en ellos se producen. Un concepto orgánico, que será enriquecido, completado, cambiado a lo largo de su vida estudiantil y profesional.

En la investigación se presentan los diferentes campos como *análogos y blancos* al mismo tiempo, ya que todos se encuentran en el mismo nivel de conocimiento (de desconocimiento) por parte del estudiante. De este modo, la transferencia analógica se haría en todos los sentidos, formándose un modelo general de *campo* que le permita reconocer, transferir y hacer inferencias cuando se encuentre frente a un fenómeno con características similares.

Por ello, retomaremos los objetivos planteados en la Introducción a este trabajo. El **Objetivo General** del mismo es contribuir, a través de la aplicación de una estrategia basada en las analogías y diferencias, a la formación en los alumnos de un modelo de campo físico que pueda ser transferido a otras situaciones. De él se desprenden los **objetivos específicos**:

- 1) Identificar y analizar las ideas previas de los alumnos sobre este tópico a fin de tenerlas en cuenta al momento de aplicar la estrategia. Para ello se analizan las respuestas a las preguntas del Pretest, a la luz de investigaciones anteriores.

- 2) Investigar si los alumnos de los grupos experimentales mejoran la capacidad de interpretar las interacciones a distancia y los fenómenos eléctricos y magnéticos utilizando el concepto de campo.
- 3) Comprobar si la estrategia utilizada permite al alumno mostrar las características comunes a los campos, explicitando las diferencias de forma que reconozca en los problemas de aplicación las variables intervinientes, y poder resolver en forma eficiente los mismos.
- 4) Comprobar si dicha estrategia permite la adquisición de la capacidad de argumentar a través de analogías, es decir, de utilizar un razonamiento analógico en el momento de explicar y explicarse los fenómenos físicos. La analogía como estrategia es utilizada transversalmente en toda la unidad didáctica.

### 3.2. Metodología

*“En el origen “método” adoptó la metáfora del camino, pero en qué reside esta expresión, ¿en lo terminado y seguro o en lo que se va haciendo al caminar con la incertidumbre y los riesgos de lo desconocido o poco conocido? ¿El método anida en la búsqueda o se encuentra en lo ya estatuido y aceptado? ¿O se da en la tensión complementaria que engendra lo estatuido y lo construido en el transitar del sujeto?” (García de Ceretto y Giacobbe, 2009:37)*

Y aquí nos encontramos en la misma disyuntiva, llevar a cabo una Investigación Cualitativa, de Investigación- Acción, o una Investigación Cuantitativa. Fue, quizás la parte más difícil de discernir, dado que representaba pararse en paradigmas diferentes. Saber desde dónde se investiga guiaría -tal como lo expresan García de Ceretto y Giacobbe (2009)- no solo la selección de métodos, técnicas e instrumentos, sino que definiría el concepto de realidad y su modo de abordaje.

Finalmente, y a pesar de la riqueza que aportaría a esta investigación una metodología cualitativa - buscando interpretar y comprender los fenómenos dentro del propio contexto -elegimos explicar, predecir y controlar los fenómenos con un análisis cuantitativo.

No obstante, no lo consideramos una opción absoluta. Si bien en su mayoría esta investigación utiliza métodos y técnicas cuantitativas, incorporamos sesgos de análisis cualitativos, para no perder la cantidad de información que se obtuvo en “ese caminar” que fue esta investigación. Las respuestas a las preguntas abiertas del Pretest, los gráficos realizados en clase y las respuestas a cuestiones conceptuales, incorporadas en un trabajo de integración, permitieron realizar una *triangulación metodológica* y neutralizar los sesgos de uno u otro método (Rodríguez y Valldeoriola, 2003).

La ventaja de esta triangulación es la información diversificada que se obtiene, logrando una mayor validez en los resultados. Entre las desventajas podemos nombrar el mayor

tiempo necesario para realizar el análisis de los datos, como la dificultad de encontrar una unidad de observación común (García de Ceretto y Giacobbe, 2009).

### 3.3. Secuencia didáctica a utilizar

Se experimentó partiendo del método TWA, utilizado por Glynn (2007), usando la analogía como vínculo entre el objeto o concepto conocido y el que se quiere conocer. La diferencia entre el método antes mencionado y esta investigación es -además de los conceptos involucrados y de la población utilizada- que cada campo (magnético, eléctrico y gravitatorio) es empleado alternativamente como blanco y como análogo, para que de la comparación de similitudes y diferencias se extraigan inferencias que lleven finalmente a un concepto general de campo, aplicable a otras situaciones y a otros tipos de campo.

La secuencia didáctica utilizada presenta tres partes:

- Aplicación del Pretest a los tres grupos.
- Una intervención áulica, realizada a los dos grupos experimentales, utilizando una enseñanza a través de analogías (TWA), de los conceptos de campo eléctrico, magnético y gravitatorio. Dicha intervención consta de los siguientes momentos:
  - 1) Presentación de la estrategia didáctica por el profesor, revisando el concepto de analogía y la introducción de concepto de *blanco* y *análogo*
  - 2) Introducción de los conceptos nuevos por el profesor
  - 3) Lectura del material bibliográfico con guía para buscar analogías y diferencias, utilizando las relaciones indicadas
  - 4) Refuerzo a través de videos
  - 5) Trabajo en grupo realizando un mapeo de similitudes
  - 6) Ponencia en el grupo total, orientada al establecimiento de diferencias y limitaciones de la analogía.
- Aplicación de un Postest, que nos permitiera saber:
  - 1- En qué grado se han logrado las capacidades que se pretenden desarrollar.
  - 2- Si la estrategia aplicada aportó a la construcción del modelo de campo que se deseaba formar, al comparar los resultados de los grupos experimentales con el grupo control.

### 3.4. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos utilizados para esta investigación fueron:

- Un Pretest, para aplicarse a un grupo control y dos experimentales. Está formado por 15 preguntas abiertas, de carácter exploratorio y descriptivo. Fue concebido para conocer, más allá de las concepciones alternativas de los alumnos, cuál es el punto de partida, la base sobre el cual se cimenta la construcción de nuevos conocimientos.
- Representaciones gráficas de los diferentes campos, realizadas por los alumnos.
- Trabajo Práctico de Integración de Campos, cuyas respuestas son analizadas en base al Marco Teórico y a la experiencia del investigador, que faciliten la interpretación y la comprensión de las mismas.
- Un Postest. Se trata del mismo instrumento del Pretest y el tratamiento de las respuestas es similar al mismo.

### 3.4.1. El Pretest

Como Pretest se utilizó un cuestionario de 15 preguntas abiertas. Su objetivo fue recabar información sobre el conocimiento de los educandos respecto de las interacciones y su explicación a través del concepto de campo. Además, debería proporcionar un diagnóstico, el punto de partida para poder diseñar adecuadamente la secuencia didáctica y sus contenidos. El Pretest se presenta como Anexo 11.

#### 3.4.1.1. Su construcción

El instrumento para el Pretest se diseñó con preguntas abiertas, considerando que los grupos en este nivel de la educación media prácticamente no habían tenido una instrucción en Física formal, y los distintos temas se suponen prácticamente desconocidos para ellos. Por esta razón, las preguntas cerradas inducirían a dar una respuesta que desconocen. Tal como lo expresa Hernández-Sampieri (2008), el investigador debe asegurarse, para utilizar cuestiones cerradas, que los participantes conocen y comprenden las categorías de respuesta. En contrapartida, la dificultad en la utilización de problemáticas de respuestas abiertas es que son complejas de codificar, categorizar y preparar para el análisis.

La incorporación de cada pregunta tuvo como objetivo primordial observar el grado de capacidad de los alumnos de:

- Reconocer, explicar y graficar las fuerzas de interacción entre partículas. (Materiales, cargadas o no, en movimiento o no)
- Explicar fenómenos de inducción y transferencia de cargas.
- Explicar los fenómenos utilizando el concepto de campo.
- Reconocer las fuentes que provocan la aparición de los distintos campos e interacciones.
- Reconocer analogías y hacer inferencias.

Las preguntas fueron extraídas de libros de texto de Polimodal analizados, alguna de elaboración propia, como también de investigaciones respecto a las concepciones alternativas vinculadas con la Electrostática, tal como se observa en la Tabla 3.1.

Las tres primeras, de aplicación de las leyes de Newton, se incluyeron en este diagnóstico para saber el punto de partida de los alumnos. Son los conocimientos mínimos que deberían tener para poder comprender los conceptos que se quieren enseñar. Un pobre conocimiento de las mismas llevaría a incorporar en la secuencia didáctica el tratamiento de los tópicos, aunque no a través de la estrategia planteada.

Nº de PREGUNTA	FUENTE
1	Física Polimodal Puerto de Palos- Casa Ediciones- Buenos Aires(2001)
2	Física Polimodal Puerto de Palos- Casa Ediciones- Buenos Aires(2001)
3	Elaboración propia
4	Elaboración propia
5	Elaboración propia
6	Elaboración propia
7	Física Polimodal Puerto de Palos- Casa Ediciones- Buenos Aires(2001)
8	Física Polimodal Puerto de Palos- Casa Ediciones- Buenos Aires (2001)
9	Galili, 1995 en Furió y Guisasola, 1999
10	Física Polimodal Puerto de Palos- Casa Ediciones- Buenos Aires (2001)
11	Física- EGB3-Liliana Reynoso- Ed. Plus Ultra- Buenos Aires (1999)
12	Física- EGB3- Liliana Reynoso- Ed. Plus Ultra- Buenos Aires (1999)
13	Elaboración propia
14	Furió y Guisasola, 2003(Referencia. Maloney, 2001)
15	Elaboración propia (Fotografía extraída de Física Polimodal de Puerto de Palos - Casa Ediciones- Buenos Aires, 2001)

**Tabla 3.1-** Origen de las preguntas del Pretest



Trece de las problemáticas propuestas<sup>5</sup> preguntan sobre hechos de la vida diaria o son de carácter experimental. Se incorporaron dos preguntas teóricas (5 y 14), de difícil respuesta para quien no maneje los conceptos involucrados, que fueron incorporadas para observar el nivel conceptual que manejan los educandos.

A las primeras preguntas, de interacción y de aplicación del campo gravitatorio no se les incluyeron dibujos, esquemas o fotos, de modo de no inducir, en lo posible, las respuestas, y, además, para conocer la capacidad de realizar diagramas de fuerzas.

Los esquemas incorporados a cada una de las cuestiones, forman parte del ejemplo o pregunta; los dibujos y fotos fueron incluidos para ayudar a la interpretación de las mismas, mostrar los fenómenos o reforzar la información que en ellas se presenta (Teoría de la doble codificación de Paivio, 1986, citada en Perales, 2006).

#### 3.4.1.2. Elementos para la interpretación

La interpretación del Pretest se realizó de dos maneras:

- En forma cualitativa, analizando las respuestas en búsqueda de las concepciones previas de los alumnos y en el nivel científico donde se ubican, a través de un proceso flexible y dinámico, iluminado por las investigaciones que forman parte del Marco Teórico
- En forma cualitativa, transformando el análisis de las respuestas en datos, en un proceso que consiste en darle sentido a la información recogida, para que el investigador los organice y resulten manejables (Rodríguez y Valldeoriola, 2003).

Para poder interpretar el Pretest se seleccionaron cuatro contenidos fundamentales, representados en las preguntas indicadas en el Cuadro 8.

CONTENIDOS	NÚMERO DE PREGUNTA
Interacciones	1-2-3-5-9-12
Campo	4-6-7-8-10-12- 13-15
Fuente del campo	6-8-10-11-13-14-15
Partículas intervinientes	5- 6-9-10- 13-15

**Tabla 3.2** – Contenidos del Pretest

Tal como se expresara en el Capítulo 1, la Educación Técnica debe otorgar competencias laborales y competencias para la vida. Cada profesor, desde su espacio curricular promueve capacidades que, al finalizar el ciclo, se integrarían en competencias profesionales. Debido a ello, esta investigación parte de elegir las capacidades que desde Electrotecnia se quieren promover en los alumnos a través de una secuencia didáctica basada en analogías. De este modo, las respuestas al Pretest son analizadas para encontrar evidencias sobre el nivel de adquisición de dichas capacidades. Si bien la estrategia elegida podría desarrollar otras capacidades, como las

<sup>5</sup> Véase el Pretest en el Anexo 11

argumentativas, se decidió para acotar la investigación delimitarlas a las tres que se muestran en la Tabla 3.3. En dicha Tabla también se presentan las preguntas que darían información sobre las mismas.

Finalmente, se formularon indicadores que mostrarían que dicha capacidad es alcanzada o no. Las posibles respuestas a los indicadores se extrajeron de las categorizaciones que se obtuvieron de las respuestas dadas en las pruebas piloto, asignándoseles un dígito además para poder luego ser procesadas, de modo que el dígito mayor indique la mayor capacidad.

CAPACIDAD	NÚMERO DE PREGUNTA
De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto	1-2-3-5-9
De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo	4-5-6-7-8-9-10-11-12- 13-14-15
De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones	(2-3)- (5-9)-(6-7)- (14-15)

**Tabla 3.3-** Capacidades analizadas

Los indicadores para reconocer la **Capacidad 1** “De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”, fueron:

*1.1. Utiliza leyes de Newton*

A este indicador, para poder procesar los datos, se le asignaron cuatro respuestas posibles:

- 1- No contesta o lo hace en forma errónea (por ejemplo, confundiendo el concepto de fuerza, con la idea de inercia o de energía).
- 2- Explica con conceptos de energía o trabajo. (Este indicador fue incorporado después de las respuestas dadas en la Prueba Piloto).
- 3- A través de fuerzas, pero en forma incompleta. (Por ejemplo, no incorporando las reacciones).
- 4- Utiliza correctamente las leyes

*1.2. Grafica adecuadamente las fuerzas*

Se le asignaron cuatro respuestas posibles:

- 1- No grafica
- 2- En forma incorrecta (por ejemplo, graficar velocidades , aceleraciones y fuerzas como si se tratara del mismo concepto)
- 3- En forma parcial (por ejemplo, las fuerzas sobre uno solo de los cuerpos)
- 4- Grafica en forma correcta

*1.3. Reconoce las fuentes de las fuerzas (es decir, quién las provoca)*

Presenta dos posibilidades:

- 1- No

## 2- Sí

Un resumen de lo indicado se puede observar en la Tabla 3.4.

CAPACIDAD 1: “De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”	
INDICADORES	Categorías posibles
I. Utiliza las leyes de de Newton	1. No contesta o lo hace en forma errónea 2. Explica con conceptos de energía o trabajo 3. Explica a través de fuerzas, en forma incorrecta o incompleta 4. Utiliza correctamente las leyes
II. Grafica adecuadamente las fuerzas	1- No grafica 2- En forma incorrecta 3- En forma parcial 4- Grafica en forma correcta
III. Reconoce las fuentes de las fuerzas	1. No 2. Sí

**Tabla 3.4-** Capacidad 1. Indicadores y categorías posibles

La **Capacidad 2** “*De interpretar los fenómenos a través del concepto de campo*” está desglosada en cinco indicadores, que se describen a continuación:

2.1. *Explica los fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo.* Estos indicadores fueron seleccionados a partir de trabajos de investigación. (Bradamonte 2004, Watts, 1982)

- 1- No contesta
- 2- La gravedad como propiedad de la Tierra
- 3- La interacción entre dos cuerpos
- 4- Explicación a través del concepto de campo

2.2. *Explica los fenómenos eléctricos a través del concepto de campo.* En este caso, las categorías extraídas de las respuestas de los alumnos coinciden con el proceso de evolución que los científicos respecto de la electricidad, tal como lo expresa Furió y Guisasola, 2001.

- 1- No contesta

2- Explica fenómenos de electrización a través de los procedimientos para lograrlo: frotamiento, contacto e inducción, sin introducir concepto de interacciones y campos.

3- Explica a través de fuerzas eléctricas

4- Utiliza el modelo de campo

2.3. *Explica los fenómenos magnéticos a través del concepto de campo.* Las posibilidades fueron extraídas y adaptadas de los “modelos” de la investigación realizada por Guisasola et al. (2003), coincidiendo, además con las respuestas obtenidas en la prueba piloto.

1- No contesta

2- Magnetismo como atracción: como una propiedad de los imanes a causa de su naturaleza. Una atracción en una región limitada alrededor del imán

3- Magnetismo como electricidad: los polos de un imán son vistos como regiones que tienen exceso o defecto de cargas eléctricas y polarizarían los objetos cercanos en sentido eléctrico así como interaccionarían en forma electrostática.

4- Utiliza el modelo de campo

2.4. *Reconoce las fuentes del campo*

1- No

2- En forma incorrecta (por ejemplo, indica como fuente del campo magnético acumulación de cargas positivas en un polo y negativa en el otro)

3- Sí

2.5. *Reconoce las partículas o elementos intervinientes*

1- No

2- En forma incorrecta (por ejemplo, que el imán actúa sobre la carga en reposo)

3- Sí

CAPACIDAD 2: “De interpretar los fenómenos a través del concepto de campo”	
INDICADORES	Categorías posibles
1. Explica los fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo	1) No contesta 2) La gravedad como propiedad de la Tierra 3) La interacción entre dos cuerpos 4) Explica a través del concepto de campo

<p>2. Explica los fenómenos eléctricos a través del concepto de campo</p>	<p>1. No contesta 2. la electrización a través de procedimientos 3. Explica a través de fuerzas eléctricas 4. Explica a través del concepto de campo</p>
<p>3. Explica los fenómenos eléctricos a través del concepto de campo</p>	<p>1) No contesta 2) Magnetismo como atracción 3) Magnetismo como electricidad 4) Utiliza el modelo de campo</p>
<p>4. Reconoce las fuentes del campo</p>	<p>1- No 2- En forma incorrecta 3- Sí</p>
<p>5. Reconoce las partículas o elementos intervinientes</p>	<p>1) No 2) En forma incorrecta 3) Sí</p>

**Tabla 3.5-** Capacidad 2. Indicadores y categorías posibles

La **Capacidad 3** “*Interpreta analógicamente las cuestiones y transfiere los conocimientos*” es analizada según dos indicadores diferentes, complementarios, no excluyentes.

3.1. *Si realiza comparaciones en sus respuestas respecto de situaciones o fenómenos similares.* (Este indicador no es excluyente debido a que al tratarse de preguntas abiertas y al no habersele indicado al alumno que realice comparaciones, pueden o no estar en forma escrita, más allá que pueda o no haberlas utilizado).

1- No

2- En forma incorrecta

3- Sí

3.2. *Triangulación de respuestas que deberían coincidir en su forma explicativa,* según la Tabla 3.2 de Capacidades analizadas. En él se indican de a pares las preguntas cuyas respuestas se pueden responder en forma análoga. Para ello se indican dos posibilidades:

1. No coinciden
2. Coinciden

La matriz de datos se realiza analizando pregunta por pregunta, tomando como variables a los distintos indicadores. Cada una de ellas puede tener indicadores que representen a capacidades diferentes, es decir, cada respuesta puede dar evidencias de una o más capacidades. Por ello, para identificar los indicadores, estos se han rotulado con dos números: el primero indica la capacidad, el segundo el indicador. Por ejemplo, la pregunta 5 involucra las dos primeras capacidades, que serán analizadas mediante los indicadores:

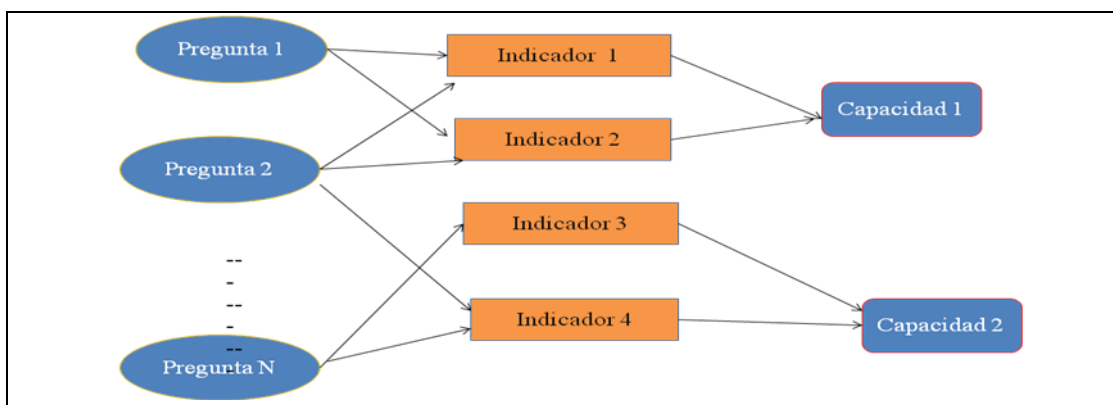
1.1: Utiliza las leyes de Newton

1.2: Grafica adecuadamente las fuerzas

1.3: Reconoce las fuentes de las fuerzas

2.1: Explica los fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo

Finalmente se triangulan las respuestas, según las preguntas que aporten evidencias respecto a la capacidad que se quiere investigar, tal como se observa en la Figura 3.1.



**Figura 3.1-**Análisis de las preguntas

Para poder categorizar las respuestas se hizo un relevamiento de las mismas, de modo de poder crear una matriz de datos que permitiera analizarlas estadísticamente.

El relevamiento se hizo por similitudes, en una primera exploración, describiéndose con las palabras usadas por los alumnos, tal cual lo muestra el Anexo 12 que resume, a modo de ejemplo, las respuestas a las 5 primeras preguntas al Pretest. Esto permitió posteriormente categorizar las respuestas, y lograr la matriz de datos mencionada.

El desglose de cada pregunta en indicadores llevó a una matriz de 49 variables, que fue analizada con el software SPSS 18. Cada variable se nombró con tres números, que indican la pregunta, la capacidad y el indicador, tal como se observa en el ejemplo siguiente:

*P112: pregunta 1 capacidad 1 indicador 2.* Indicaría el aporte de la pregunta 1 a la capacidad de utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto en cuanto a si grafica adecuadamente las fuerzas involucradas.

#### 3.4.1.3. Validación del Pretest

Este documento se presentó para su validación de contenido a dos expertos en Didáctica de las Ciencias y a cuatro profesores del área de Física de nivel secundario. Se aplicó, además, como prueba piloto, a un grupo de 10 alumnos de Electrotecnia de la Escuela Técnica Capitán Manzotti del Departamento de Las Heras (Mendoza), de similar edad, sexo, año de cursado y composición social que los grupos experimentales y control. En este caso se tomó nota de las dificultades en la interpretación de las consignas para realizar los cambios que fueren necesarios y del tiempo requerido para responder las preguntas en forma cómoda. Dicha intervención se realizó en la última semana del mes de agosto del 2010.

#### 3.4.2. El Postest

Se utiliza como herramienta el mismo cuestionario aplicado en el Pretest. Si bien la aplicación de la estrategia permitiría desarrollar solo las Capacidades 2 y 3, se realiza el análisis de las respuestas a las preguntas concernientes a la Capacidad 1 - si aplica las leyes de Newton para explicar los fenómenos físicos - porque serviría para reconocer si dicha estrategia influye en la capacidad de análisis y argumentación al momento de interpretar dichos fenómenos.

## Capítulo 4. La Unidad didáctica

### 4.1. Objetivo

La Unidad didáctica tiene como objetivo principal lograr en el estudiante la *Capacidad de analizar los fenómenos eléctricos y magnéticos, logrando una explicación a los mismos utilizando el concepto de Campo*.

Fue pensada para llevar a cabo la transposición didáctica de los conceptos de Interacciones y Campos, desde el pensamiento “simple” hasta lograr un camino hacia el pensamiento científico.

Para ello se pensó en una estrategia en particular, a través de analogías, como estrategia transversal a todas las actividades, llevando adelante el método TWA utilizado por Glynn (2008), modificado según las necesidades de esta investigación.

No obstante, el resultado del Pretest muestra el desconocimiento de los alumnos respecto de las interacciones entre cuerpos y de las leyes de Newton. Las causas de este fenómeno hay que buscarlas en el hecho de que no fue abordado en ningún nivel anterior de su proceso educativo. Por ello se debió adicionar a las actividades propias de la estrategia otras que acercaran en un pequeño lapso de tiempo los conocimientos mínimos para poder hacer la transposición didáctica y lograr en los alumnos la *Capacidad de analizar y utilizar las leyes de Newton para explicar fenómenos físicos*.

En Anexo 13 se encuentra la **Planificación de la Unidad Didáctica**, que incluye los conceptos, las capacidades procedimentales y las actitudes a desarrollar, especificándose todas las actividades y el tiempo para lograrlo, que está acotado por el tiempo físico disponible para desarrollarlas.

### 4.2. Construcción de la Unidad Didáctica

Para la construcción de la unidad didáctica se partió del programa de la escuela para Electrotecnia 1, correspondiente al plan del Técnico Electromecánico y del Técnico Electricista que se dicta en el primer año de Polimodal, y que conforma una población de cinco cursos, de un promedio de 23 alumnos cada uno. Tal cual se observa en el programa, el mismo está planteado en tres ejes (Véase Tabla 4.1):

- Electrostática
- Electrodinámica
- Magnetismo y Electromagnetismo



PROGRAMA ÚNICO DE ELECTROTECNIA 1  
1º AÑO - CICLO LECTIVO 2010 ÁREA TÉCNICA

Expectativas de logros del Espacio Curricular (Competencias)

- Capacidad de análisis e interpretación de las leyes y conceptos de la Electrotecnia
- Capacidad de análisis y resolución de circuitos sencillos en corriente continua
- Capacidad de análisis y resolución de problemas.

**Eje 1: ELECTROSTÁTICA**

Indicadores de logro	Contenidos Conceptuales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta y analiza los conceptos y leyes de la electrostática</li> <li>• Conoce el uso y comportamiento de los capacitores</li> </ul>	Estructura del átomo - Cargas- Electrización - Fuerza eléctrica - Ley de Coulomb - Campo eléctrico E - Energía potencial eléctrica - Potencial eléctrico - Diferencia de potencial- Superficies equipotenciales - Conductores y aisladores- Capacidad - Capacitares - Carga y descarga de un capacitor - Gráficos - Conexión en serie y en paralelo - Energía en los capacitores

**Eje 2: ELECTRODINÁMICA**

Indicadores de logro	Contenidos Conceptuales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza e interpreta los conceptos y leyes de la electrodinámica</li> <li>• Analiza y resuelve circuitos sencillos</li> <li>• Interpreta y resuelve problemas con energía y potencia eléctrica</li> </ul>	Resistencia- Resistencia de un conductor- Resistividad - Generadores - Diferencia de potencial - Intensidad de corriente I - Circuito eléctrico- Ley de Ohm - Gráficos - Resistencias en serie y en paralelo - Leyes de Kirchoff- Circuitos combinados - Energía eléctrica - Potencia eléctrica- Efecto Joule

**Eje 3: MAGNETISMO Y ELECTROMAGNETISMO**

Indicadores de logro	Contenidos Conceptuales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza e interpreta causas y efectos de magnetismo y electromagnetismo</li> <li>• Reconoce los distintos tipos de corriente gráficos y sus generalidades</li> </ul>	Magnetismo-Campo magnético-Fuerza magnética- Flujo magnético-Electromagnetismo-Experiencia de Oersted- Solenoide- Inducción electromagnética-Ley de Faraday-Lenz Corriente alterna-Gráficos-Generalidades-

<p><i>Bibliografía</i></p> <p>FÍSICA 1- Polimodal de Santillana</p> <p>FÍSICA 1- Polimodal de Estrada</p> <p>FÍSICA1- Polimodal de Puerto de Palos</p> <p>ELECTROTECNIA 1 - de Cesarini Hnos. Editores</p>	<p><i>Evaluación del espacio curricular</i></p> <p><b>Instrumentos :</b> *Evaluaciones Escritas *Lecciones orales *Trabajos Prácticos *Participación en clase</p> <p><b>Criterios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utiliza adecuadamente conceptos y leyes.</li> <li>➤ Analiza y resuelve circuitos y problemas, utilizando procedimientos y unidades correctas</li> <li>➤ Presenta los trabajos en tiempo y forma</li> <li>➤ Presenta la carpeta completa y prolija</li> </ul>
--	--

**Tabla 4.1-** Programa de Electrotecnia

Este programa es anual, pertenece al área Técnica, y tiene una carga horaria de tres horas semanales. El tiempo es un factor importante para la no finalización del mismo, y generalmente el último eje no logra desarrollarse, o se desarrolla en forma incompleta.

Si bien es una desventaja el tiempo real con el que se cuenta para la aplicación de la estrategia, la idea de trabajar el campo eléctrico y magnético en forma conjunta, permitiría, además, desarrollar ambos temas, que de otro modo difícilmente se logre.

Para ello se abordaron los siguientes pasos:

- Reorganización de contenidos
- Elección de capacidades y conocimientos a desarrollar
- Revisión del material bibliográfico a utilizar
- Revisión y elección de videos
- Construcción de la Unidad didáctica

#### **4.2.1. Reorganización de contenidos**

Se reorganizaron los contenidos del Programa Anual de Electrotecnia 1, de modo que el eje uno y tres pudieran trabajarse al mismo tiempo, tal como se describe en la Tabla 4.2.

Cabe destacar que esta investigación no abordó todos los contenidos allí expresados, pero sí debió ordenarlos para la presentación de la planificación en la Escuela, y para poder construir la Unidad Didáctica. Si bien se siguió trabajando con los distintos contenidos, se realizó un corte con la interpretación y cálculo de campos.

Eje 3: <b>ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO</b>	
Indicadores de logro	Contenidos Conceptuales
-Analiza e interpreta causas y efectos de la electricidad y el magnetismo  -Analiza y utiliza correctamente las leyes de Newton y la ley de Coulomb.  -Interpreta el concepto de campo, analiza análogamente sus propiedades y reconoce las diferencias entre distintos campos  -Reconoce campos dentro de un capacitor, y el formado por un conductor eléctrico  -Resuelve circuitos sencillos en corriente continua con capacitores	Cargas- Electrización- Magnetismo - Interacciones eléctricas y magnéticas- Ley de Coulomb - Campo eléctrico y Campo magnético- Intensidad de campo eléctrico-Inducción magnética - Fuerza entre campos magnéticos y cargas móviles- Electromagnetismo - Experiencia de Oersted - Campo generado por un solenoide- Inducción electromagnética  Potencial eléctrico - Superficies Equipotenciales - Capacitores- Carga y descarga del capacitor - capacitores en serie y en paralelo

**Tabla 4.2-** Reorganización de contenidos

#### 4.2.2. Elección de capacidades y conocimientos a desarrollar

En esta investigación, se trata de desarrollar las capacidades allí nombradas, a través de la estrategia didáctica de analogías, relacionadas con los siguientes tópicos:

- a. Interacciones a distancia
- b. Campo eléctrico, magnético y gravitatorio
- c. Fuentes y efectos del campo eléctrico y magnético

#### 4.2.3. Revisión del material bibliográfico a utilizar

Durante los meses de julio y agosto del 2010 se revisaron los libros disponibles en la biblioteca de la escuela Pablo Nogués, como material a disposición de todo el alumnado. Para ello se observaron:

- Los contenidos específicos de campo e interacciones
- La teoría que sustentan: mecanicista o de campos
- Si realizan analogías entre fuerzas y analogías entre campos

De dicha revisión surgió la Tabla 4.3, que resume las posturas y contenidos de los libros. Elegimos para el trabajo áulico dos de los mismos: Física 1 de Santillana (que no contiene campo magnético) y Física 1 de Estrada Polimodal, ya que se acercan a los contenidos y tratamiento deseados, además de por la gran cantidad de dichos ejemplares

existentes en el lugar. Por otro lado, la revisión de los libros, permitió la construcción del Pretest, ya que la mayoría de las cuestiones fueron extraídas de los mismos.

Es importante destacar que esta revisión se realizó dado que los alumnos en general no utilizan libros para las distintas materias, y hubo que recurrir a los que se encontraban en la biblioteca escolar, para que tuvieran libre disposición. De esta manera pudimos sugerir aquellos que mejor se adaptaban a la investigación, además de observar los posibles errores, concepciones y puntos de conflicto.

BIBLIOGRAFÍA	Conceptos	Teoría que sustenta	Presencia de analogías
<b>Principios de Electrotecnia</b> - J.Daponte (1981)- Ed. Librería Mitre-Buenos Aires	Fuerzas magnéticas - líneas de fuerza - fórmulas Campo eléctrico - No se habla de interacciones.	Mecanicista- Introduce conceptos  No indica fuentes del magnetismo	No
<b>Electrotecnia 1</b> - Renoud (1992)- Ed. Cesarini hnos. Buenos Aires	Masa magnética- fuerzas- campo eléctrico - no se habla de interacciones.	Mecanicista- Para cálculos	No
<b>Fundamentos de FísicaII - Electricidad y magnetismo</b> - Sears (1978). Ed. Aguilar - Madrid	Campos- campo eléctrico- líneas de fuerza. Fuentes- Magnetismo. Fuentes. Campo magnético. Electromagnetismo. No se habla de interacciones.	De campos- Indica fuentes	Sí. Se especifica las analogías y diferencias entre ambos campos en 2 oportunidades, pero no hay analogías gráficas.
<b>Física 1</b> -J: Rubinstein y H. Tignanelli (2000) Estrada Polimodal  Ed. Ángel Estrada y Cía. Buenos Aires	Principio de interacción. Campo gravitatorio (Completo). Acciones a distancia. Concepto de campo de fuerzas - Electrización- Campo eléctrico- líneas de campo eléctrico - campo magnético - causas.	Concepto de campo como una propiedad del espacio. Introduce fuentes de los distintos campos.	Realiza comparaciones entre los distintos campos, observando algunas diferencias.
<b>Física activa</b> - Polimodal- G. Lamarchand et al. (2001)- Puerto de Palos. Buenos Aires	Principio de interacción- Ley de gravitación universal- Campo gravitatorio (esbozo) Electrización- Campo eléctrico-Naturaleza del magnetismo- Campo magnético y sus fuentes.	Indica el concepto de campo como una abstracción que ayuda a explicar los fenómenos.	Compara muy limitadamente las fuerzas de interacción gravitatoria y eléctrica. Existe analogía entre campo magnético, eléctrico y gravitatorio.
<b>Física 1</b> –Polimodal- R. Aristegui et al.(2001) ED. Santillana. Buenos Aires	Principio de interacción- Fuerzas eléctricas- Campo electrostático (líneas confusas)- Fuerzas magnéticas. No contiene campo magnético.	Indica que el campo es una magnitud física que se asocia con cada posición del espacio. Introduce el concepto de campo en forma aproblematicada	Presenta analogías y diferencias entre campo eléctrico, magnético y campo gravitatorio. Presenta también analogías gráficas

<b>Física- EGB3</b> (1999)- Liliana Reynoso - Editorial Plus Ultra Buenos Aires	Se explican los fenómenos eléctricos y magnéticos a través de procedimientos y de interacciones entre partículas. Se dibuja el campo magnético alrededor del imán, pero carece de explicaciones	Gran cantidad de ejemplos de la vida diaria y gráficos explicando fuerzas a distancia.	No presenta analogías
<b>Física- 3° de Escuelas Técnicas</b> (1984) - Galloni et al. Sainte Claire Editores- Buenos Aires	El campo eléctrico está desarrollado ampliamente- Explicación electrónica de la electrificación- se desarrolla el campo magnético, pero no se indica sus causas. No se habla de interacciones, sino de fuerzas.	De campos- No introduce fuentes	Existe la mención de la analogía entre los campos magnéticos, eléctricos y magnéticos
<b>Física General</b> - Van Der Merwe (1992) - Ed. Mc Graw Hill	No contiene principios sobre electricidad y magnetismo, sólo fórmulas, sin gráficos. Indica campo magnético, cuya fuente es el movimiento de cargas	Mecanicista: de fórmulas y de resultados	No
<b>Física-Cuarto año Bachillerato- A.</b> Heinemann (1995) - Ed. Estrada. Buenos Aires	Se explica el principio de acción y reacción, con ejemplos y diagramas de fuerzas. No contiene el concepto de campo.	Mecanicista, de cálculos y resolución de situaciones problemáticas	No
<b>Física</b> - Cuarto año - C.Miguel (1992) - Ed. El Ateneo - Buenos Aires	No habla de campo eléctrico ni de interacciones- Hace alusión al campo magnético y sus gráficas y sólo se desarrolla el campo magnético de un conductor y un solenoide.	Mecanicista y para cálculos. No indica fuentes del magnetismo	No
<b>Física II.</b> Rela, Agustín et al.(2005) Ed Aique. Buenos Aires	Hace revisión histórica de la electricidad y el magnetismo por separado. Fuerzas eléctricas. Introduce la ley de Coulomb sin hacer analogías con otras fuerzas. Campos de fuerzas	De campos	Dos comentarios: "...muchos campos de fuerzas (gravitatorios electrostáticos o magnéticos) se pueden representar con un diagrama de líneas que indican la dirección del campo en cada punto" (pág. 106) o " Hay una relación muy estrecha entre campos eléctricos y magnéticos..."(pág. 205)

**Tabla 4.3-**Revisión del material bibliográfico

En general, se puede observar un pasaje del concepto de *interacción* al concepto de *campo* problematizado. Los mismos aparecen en unidades diferentes, sin mostrar la necesidad de la introducción de *campo* para explicar muchas situaciones donde el concepto de interacción no es suficiente.

Por ello el alumno - tal como lo expresaran Martín y Solbes (2001) - adquiere una imagen de campo lejana a la concepción científica, vacía de significado, redundante y complicada, ya que se limita a ser una región del espacio donde tienen influencia la masa, la carga o el imán, y no como agente de la interacción. Subyace la idea de que la fuerza se debe a las fuentes y no al campo. Sigue la visión newtoniana, de interacción. Los libros no muestran las diferencias y necesidad de ambas teorías y el alumno no logra distinguir la diferencia entre los conceptos de *fuerza* y de *campo*.

Por otro lado, las analogías utilizadas, no son explicadas, dando una idea vaga de las propiedades que se quieren transferir del análogo al nuevo concepto, pudiendo producir confusión en el alumno, que utilizaría en sus explicaciones en forma indistinta los diferentes campos para explicar un mismo fenómeno físico.

#### 4.2.4. Revisión y elección de videos

Para reforzar el análisis, la extracción de analogías y diferencias y la interpretación de los textos, se revisaron distintos videos para intercalarlos en la estrategia didáctica. Se intentó buscar aquellos que pongan de manifiesto los problemas que introducían los conceptos, su evolución histórica y la potencialidad del nuevo marco conceptual (Martín y Solbes, 2001).

Finalmente se eligieron ocho videos de tres minutos de duración aproximada cada uno, extraídos de la página de internet [www.acienciasgalilei.com](http://www.acienciasgalilei.com) con el nombre de “El universo mecánico”, realizados por el “California Institute of Tecnology & the Corporation for Community College”. En ellos, se visualiza y escucha cómo los distintos científicos (Newton, Faraday, Coulomb, Oersted, Amper, Maxwell, entre otros) fueron construyendo sus teorías, utilizando en gran medida las analogías entre fuerzas y entre campos, diseñando experiencias que corroboraran las mismas, y cómo a partir de ellas fueron surgiendo teorías superadoras - por ejemplo, la idea inicial de líneas de fuerza como caminos de existencia real a pasar a ser sólo una representación del espacio- como así también, la coexistencia de teorías, como son la Teoría de Campos y la Teoría Cuántica entre ellas, una como andamiaje de la otra. El objetivo es que los alumnos observen no sólo las analogías entre interacciones y entre campos, presentados en forma explícita en dichos videos, sino también la construcción - por parte de los científicos - de dichas teorías, válidas dentro del paradigma donde se enmarcaban, donde el uso de analogías les permitió predecir comportamientos y formular hipótesis, que luego pudieron ser verificadas o no.

A continuación se resumen el contenido de los ocho videos:

El **1º video** muestra cómo Coulomb retoma la Ley de Gravitación Universal de Newton, de acción a distancia entre cuerpos. Analiza cómo las interacciones a distancia disminuyen con el cuadrado de la distancia y utiliza este hecho para explicar las fuerzas eléctricas.

Finalmente se visualiza cómo la electricidad y el magnetismo obedecen a leyes semejantes, e invita a pensar que este hecho se debe a un origen común. Cumplen con la ley de inversos al cuadrado, como la luminosidad.

La utilidad de este video, además de introducir los conceptos desde una perspectiva visual, es mostrar el tiempo que transcurre de un descubrimiento a otro, revelando que el quehacer científico tiene sus procesos y sus tiempos. Los descubrimientos no surgen en forma instantánea ni por el pensamiento de un único científico. Además, muestra el uso de la analogía en la construcción de nuevos conocimientos.

El **2º video** continúa con el descubrimiento del concepto de carga como responsable de las fuerzas eléctricas. Expresa que Coulomb demuestra experimentalmente dicho concepto, - y las fuerzas entre las cargas - pero que también lo describe en términos matemáticos. Los alumnos reconocen cómo la experimentación necesita del apoyo de ecuaciones matemáticas que predigan y sustenten sus resultados.

El video presenta las fuerzas de atracción y de repulsión, según el tipo de cargas, y finalmente introduce el principio de superposición al representar varias cargas que interactúan entre sí.

El **3º video** muestra las diferencias y analogías entre las fuerzas gravitatorias, eléctricas y magnéticas, tanto desde el aspecto fenomenológico como en las ecuaciones matemáticas, es decir, obedecen a leyes similares. En este video, para explicar los polos magnéticos introducen símbolos positivos y negativos e inducirían a error. Esto se tendrá en cuenta al momento de comentarlos.

En el **4º video** se observa cómo a través de una experiencia, Cavendish puede medir las fuerzas entre dos masas, y obtener la constante de gravitación universal. De igual manera, con experiencias similares, se obtuvo la constante eléctrica y la magnética. Sin embargo, y luego de la experiencia de Oersted, se interpreta que magnetismo y electricidad no son cosas distintas. Por ello, la fuerza magnética debería encontrarse a partir de la corriente eléctrica. Entonces, si por dos barras circulan corrientes se produce una fuerza magnética, aunque no haya un imán con dos polos.

Finalmente, muestra cómo Maxwell comprendió por fin su significado. La electricidad y el magnetismo no son independientes. Y la relación matemática que los une es la velocidad de la luz, relación que se da entre las constantes eléctrica y magnética. El alumno, en este caso, puede observar cómo un descubrimiento apareció en un cálculo matemático, escondido entre las fuerzas magnéticas y eléctricas, y produjo una nueva teoría.

El **5º video**, presenta a Faraday, quien en 1821 a pedido de un editor y su propia curiosidad, trató de repetir la experiencia de Oersted para explicarla. Supuso que podría aprovechar la fuerza magnética que la corriente eléctrica producía, e inventó el primer motor eléctrico, tomando esas fuerzas circulares como se presentan, aunque sin poder encontrar las relaciones matemáticas que las expliquen.

El **6º video**, que continúa el anterior, Faraday determina que alrededor de una carga eléctrica se producen fuerzas cuando se acerca una carga de prueba.

Supone que la fuerza debía ser aplicada por algo que se expandía hacia fuera, como la luz del sol. Tal como lo imaginaba, ese algo podían ser líneas o tubos donde si se encontraba con otra carga en su trayectoria, esta línea ejercería una fuerza sobre ella.

El video también muestra diferentes configuraciones con dos y más cargas, mostrando las características de las líneas.

Los alumnos pueden observar cómo las líneas salen de las cargas positivas y entran en las negativas, sin enredarse ni tocarse, mostrando que las fuerzas son mayores cerca de las cargas, y débiles donde las líneas están más espaciadas. Es decir, la fuerza en cada punto del espacio sobre una carga de prueba depende de la densidad de líneas. Una idea de campo, aunque sin el sustento matemático.

Es importante rescatar en clase que las líneas de fuerza de Faraday eran materiales, y cómo esa concepción fue cambiando en el tiempo.

El **video 7** presenta a Ampere, quien se destacó por sus trabajos en electricidad y magnetismo, mostrando que la corriente eléctrica que circula por un hilo conductor, produce un campo magnético que gira alrededor del alambre. Muestra también que la dirección del campo magnético generado viene dado por la regla de la mano derecha o producto vectorial, mostrando de este modo que el campo es mayor cuando el vector corriente es perpendicular al vector distancia al punto.

Aparece también, cómo es el campo de un dipolo, de una bobina en forma de hélice o solenoide y del toroide.

Finalmente, el **video 8** muestra a Ampere preguntándose si un hilo conductor ejerce una fuerza sobre una aguja imantada, entonces, ¿puede ejercer una fuerza sobre otro conductor? Se muestra que una corriente eléctrica genera un campo magnético y un campo magnético ejerce una fuerza sobre una carga en movimiento. Esto mostraría que dos corrientes eléctricas enfrentadas se producen fuerzas magnéticas una sobre otra. Creó la electrodinámica: el electromagnetismo es electricidad en movimiento.

En el video se presenta la pregunta: ¿qué pasa con el campo de un imán si este se corta a la mitad? Ampere pensó que se debía a corriente internas en el imán que provocaba campos magnéticos. Cada átomo tiene cargas que crean campos, y la Tierra en su rotación, produce corrientes eléctricas que produciría el campo magnético terrestre.

#### 4.2.5. Cuestionarios guías

Se construyeron dos cuestionarios guías, a responder en grupos de cuatro a cinco alumnos:

- i. De **Interacciones a distancia**.<sup>6</sup> El trabajo busca que el alumno analice y extraiga conclusiones de lo ya visto en clase, apoyado con material de la biblioteca escolar. Se intenta que vaya visualizando las analogías entre las diferentes tipos de interacciones y sus diferencias.

La aplicación de este material en la Prueba Piloto llevó a incluir dos preguntas - la 16 y 17 - en donde se invita al estudiante a buscar una explicación del porqué se producen fuerzas a distancia, y donde a través de la analogía de un de campo de temperaturas, se les pide creen su propia analogía. La idea es mostrar la necesidad

<sup>6</sup>Véase Anexo15 - Interacciones y campos. Parte A



del concepto de campo, de reconocerlo como realidad física, presentándolo como el agente de interacción dotado de energía.

- ii. De **Campos**<sup>7</sup>. Este trabajo práctico presenta 6 actividades, para ir construyendo el concepto de campo desde la observación, la experimentación y el estudio del conocimiento científico. Finaliza con la construcción de la tabla de analogía y diferencias, que se han ido observando a lo largo del proceso. Es un trabajo grupal, pero con el apoyo constante del profesor, de modo de ir comentando las dificultades que van surgiendo.

#### 4.2.6. Tablas de analogías y diferencias

Se construyeron, además, dos tablas para completar con las analogías y diferencias entre fuerzas y entre campos. Dichas tablas deben ser completadas con el aporte de todos los grupos, argumentando su elección, donde se analicen las propiedades dadas por el profesor. La primera corresponde a las Interacciones a Distancia, y la segunda, de Campos, una vez introducida la necesidad de explicar los fenómenos a través del mismo.

##### De interacciones a distancia

Interacciones a distancia	Elementos intervinientes	Fuente	Tipos de interacciones (realiza gráficos)	¿Necesita medio material para producirse?	Ecuaciones y unidades
Gravitatorias					
Eléctricas					
Magnéticas					

**Tabla4.4-** De interacciones a distancia

Los objetivos de estas tablas son:

- Tener presente en todo momento las analogías y diferencias entre interacciones y entre campos
- Desarrollar la capacidad de argumentación y el respeto por la opinión del otro.

Cabe destacar que la tabla presentada en la Prueba piloto, fue modificada a raíz de las respuestas presentadas por los alumnos. Se observó que los alumnos no interpretan que haya fuerzas gravitatorias (pregunta 5), si no hay aire que las trasmite, corroborando lo indicado por Watts (1982), sobre las concepciones de los alumnos respecto de la

<sup>7</sup>Véase Anexo 16- Interacciones y campos. Parte B

interacción gravitatoria. Esto es, la necesidad del medio material que propague la interacción.

**De campos**

Campo	Fuente	Actúa sobre	¿Dónde es más intenso?	Intensidad de campo (ecuaciones, unidades y representación)	Características de las líneas de campo	Características de las fuerzas que provoca
Gravitatorio						
Eléctrico						
Magnético						

**Tabla 4.5.-** De campos

En esta tabla se ha incorporado la columna fuentes, dado que tal como lo expresan Guisasola et al. (2003) - y se observa en el Pretest - los alumnos no identifican correctamente las fuentes, sobretodo, las del campo magnético. Además, tienen dificultades para distinguir las interacciones eléctricas y magnéticas. Reconocer, además cuál es su fuente, permitiría comprender sobre qué tipo de partículas actúa.

La columna de Intensidad de campo no solo se ha ubicado para comparar la construcción de las ecuaciones según su estructura. Permitiría reafirmar las analogías y diferencias entre campos, mostrando que las interacciones que se producen dependen de las partículas sobre las que actúan: el campo gravitatorio sobre una masa, el campo eléctrico sobre una carga y el magnético sobre una carga con una determinada velocidad que forma un ángulo distinto de cero con el campo. Esto es, el valor de la intensidad en cada punto del campo viene dado por:

$$g = F/m \quad ; \quad E = F/q \quad ; \quad B = F/(q \cdot v \cdot \text{sen}\theta)$$

Además, al poder comparar los vectores que representan las diferentes intensidades de campo permitiría construir la importancia de su dirección y sentido y los efectos que producen. El estudiante podría comparar, visualizar y posteriormente recordar en mayor medida, que la partícula cargada que entra en un campo magnético debe hacerlo en forma no paralela a la dirección del mismo para que produzca una fuerza sobre ella que cambie la dirección de su desplazamiento.

### 4.3. Actividades áulicas

A partir del Pretest, que nos muestra las concepciones alternativas, las dificultades que presentan los alumnos a la hora de explicar los fenómenos, sus recursos argumentativos, como los conceptos que ya traen o no, se ajustaron las actividades ya diseñadas para realizar la transposición didáctica. Las dos primeras actividades no corresponden a la estrategia que se quiere aplicar, pero sí son necesarias como punto de partida o base sobre las que se asentarán los demás conocimientos. La unidad se dividió en Parte A (de interacciones) y Parte B (de campos).

#### Parte A: de interacciones

➤ Actividad 1

Introducción de los distintos tipos de interacciones con la lectura y comentario del documento extraído de la tesis doctoral de Jiménez (1998). (Véase Anexo 16).

➤ Actividad 2

Revisión de las leyes de Newton, haciendo hincapié en el Principio de acción y reacción y el Principio de inercia. Ambos son necesarios para la interpretación de las interacciones a distancia. Se trabaja en conjunto con los alumnos buscando ejemplos, mostrando, además cuáles son los cuerpos que interactúan, y reforzando el conocimiento sobre la gráfica de fuerzas.

➤ Actividad 3

Se introduce el concepto de “interacciones a distancia”, mostrando cómo en la naturaleza se dan análogamente interacciones gravitatorias, eléctricas y magnéticas. Se observan las fuentes y partículas intervinientes.

➤ Actividad 4

Se visualizan los tres primeros videos sobre interacciones, extrayendo de los mismos las analogías mostradas. En ellos se pueden observar los distintos tipos de interacciones, sus analogías y diferencias, cómo se fue construyendo ese conocimiento en el tiempo y las necesidades explicativas que llevó a cada científico a indagar sobre el origen de esas fuerzas.

Además de reforzar con imágenes las distintas interacciones, los videos permitirían rescatar el carácter dinámico del conocimiento científico y disminuir la visión ingenua de los alumnos respecto del conocimiento científico y cómo se construye.

➤ Actividad 5

Presenta dos preguntas disparadoras

- ¿Cómo se electrizan los cuerpos?
- ¿Cómo se magnetizan los cuerpos?

En ambos casos, se buscan ejemplos, se realizan pequeñas experiencias (frotamiento de un globo y posterior adhesión a la pared, acercar una regla cargada a papelitos, enfrentar

distintos imanes, trabajar con imanes y distintos elementos magnetizables o no). Finalmente se explican los fenómenos.

➤ Actividad 6

Realización del Trabajo Práctico de Interacciones y Campos, Parte A, en grupos de 4 a 5 alumnos, con el material de clase, y los libros de biblioteca. Se les enseña a los alumnos cómo utilizar la información de los libros. Ambos materiales sirven de apoyo para ir contestando los cuestionarios. La idea de estos cuestionarios es, por un lado, resaltar las analogías y diferencias y, por otro, poner en evidencia los conceptos que se quiere los estudiantes se vayan formando. Además, se pretende acrecentar las capacidades de análisis y de argumentación, de interacción, de ir construyendo el conocimiento con el otro. En esta parte se incluyen dos preguntas (la 16 y la 17) que los invita a pensar en el porqué o cómo se producen esas fuerzas a distancia (dichas preguntas se incorporaron en el trabajo práctico después del análisis de la Prueba Piloto).

➤ Actividad 7

Realización de la *Tabla de analogías y diferencias* referidas a interacciones en el pizarrón, sobre las propiedades indicadas en la tabla, con el aporte de los diferentes grupos e incorporando las similitudes encontradas en la actividad anterior.

➤ Actividad 8

Ejercitación en los cuadernos y en el pizarrón del cálculo de fuerzas a distancia, sacando conclusiones sobre su magnitud, dirección y sentido. Aplicación del principio de superposición. Comparación de las magnitudes de las fuerzas eléctricas, magnéticas y gravitatorias.

➤ Actividad 9

Evaluación de proceso. Se realiza para conocer qué han aprendido los alumnos, cómo justifican sus respuestas, pero en mayor medida - al tener que estudiar los conceptos involucrados- para reafirmar los conocimientos necesarios para comenzar la Parte B.

### Parte B: de campos

➤ Actividad 10

**Actividad 10:** experiencia con imanes, un cartón y limaduras de hierro

a) Distribuye una pequeña cantidad de limaduras de hierro sobre el cartón y coloca el imán por debajo. Observa que las limaduras no están en contacto con el imán, es decir, hay un elemento aislante en el medio.

b) Puedes apreciar cómo las limaduras se orientan al interactuar con el campo magnético del imán. Dibuja el fenómeno.

c) Haz girar el imán por debajo del cartón. ¿Qué sucede con las limaduras?

d) ¿Según lo que observas, la interacción es igual en todo el espacio alrededor del imán?, ¿dónde es más intensa? Intenta explicar porqué.

Se parte de dibujar el campo magnético, antes que los demás campos, dado que se pueden deducir, a través de la disposición de las limaduras, la configuración del mismo y sus características. Es decir, formaría una imagen mental de un espacio modificado por la presencia del imán, con propiedades propias, que interactúa con las partículas que entran en él, diferente punto a punto.

En esta actividad es posible no sólo observar las distintas configuraciones de campo para cada forma de imán, sino que al hacerlos girar, también lo hacen las limaduras de hierro, mostrando que éstas se han transformado en pequeños imanes temporarios. Mostraría, además, que la intensidad de campo no es igual en todas las regiones del espacio alrededor del imán, siendo más fuerte en los polos, pero que no obstante hay una interacción de las limaduras con el resto del espacio circundante, formando las líneas de fuerza. Por otro lado, al estar el imán bajo el papel, las líneas se cierran por encima del papel, yendo de un polo a otro, por “dentro” del mismo.

➤ **Actividad 11**

Con esta actividad se pretende que el alumno interprete el fenómeno físico observado, reconociendo la presencia de un campo eléctrico. El objetivo es que transponga la idea de campo recreada en la actividad 10, es decir, reconozca que se trata de un fenómeno análogo, generado por un campo, pero con características y fuentes diferentes.

**Actividad 11:** experiencia con regla plástica, paño de lana y papelitos

- a) Frota fuertemente la regla con el paño
- b) Acerca la regla a los papelitos y explica qué sucede.
- c) Según lo que observas, ¿es necesario que toques los trocitos de papel para que éstos experimenten un movimiento? Trata de explicar los fenómenos producidos

➤ **Actividad 12**

Con ella se induce al alumno a imaginar el campo eléctrico alrededor de una carga, o el campo gravitatorio alrededor de la Tierra, habiendo ya observado las líneas de campo que conforman las limaduras de hierro al acercarse a un imán.

**Actividad 12:** el dibujo que realizaste en la actividad 10 representa cómo es el campo magnético alrededor de un imán. Análogamente, realiza un dibujo que represente:

- a) El campo gravitatorio alrededor de la Tierra
- b) El campo eléctrico alrededor de una carga puntual

Los objetivos son:

- Inducir un pensamiento análogo sobre la forma de representar los campos.
- Observar la idea que tienen los alumnos del concepto de campo

Más allá de los dos objetivos nombrados, se consideró necesario que los estudiantes representaran el campo según lo imaginan, antes de introducir el modelo conceptual simplificado y científicamente aceptado. Introducir dicho modelo a priori, podría

dificultar y desvirtuar la comprensión de los fenómenos naturales subyacentes. Para construir un modelo científico de campo, debemos poner al alumno en conflicto con su propio modelo. Tal como lo expresan Greca y Moreira (2002), para generar modelos mentales consistentes, a través de los modelos conceptuales (aquellas representaciones externas, diseñadas por la comunidad científica, que da significados compartidos a los fenómenos físicos), los alumnos deberían comprender que ese modelo es una representación simplificada e idealizada de fenómenos o situaciones, y no el fenómeno en sí.

➤ Actividad 13

En ésta se realiza la visualización y comentario del resto de los videos. En ellos se observan las distintas representaciones de fuerzas como de campos, y la necesidad de dicho concepto. Se observa, además cómo el pensamiento análogo permitió la construcción - a través de la historia - de la Teoría de Campos.

➤ Actividad 14

A través de clase expositiva, pero con interacción de los alumnos en la búsqueda de semejanzas, de diferencias y de ejemplos, se introducen los distintos conceptos, gráficas, ecuaciones y unidades.

➤ Actividad 15

Consiste en trabajar en grupos de 4 a 5 alumnos respondiendo el Cuestionario Guía de 20 preguntas sobre campo gravitatorio, magnético y eléctrico, utilizando los conceptos dados en clase, el material bibliográfico y las observaciones hechas en la visualización de los videos. Esta actividad incluye ir extrayendo las analogías entre campos para luego en la pizarra, con toda la clase, completar la tabla de analogías y diferencias, correspondiente a la actividad 16.

➤ Actividad 16

Realización de la *Tabla de analogías y diferencias* respecto de campos, con el aporte de cada grupo, en el pizarrón. Se discuten las respuestas y se construye la tabla. El profesor hace de moderador y explica, además, aquellas dudas que van surgiendo.

➤ Actividad 17

Consiste en ejercicios de análisis y resolución de intensidad de campo, con la gráfica correspondiente.

➤ Actividad 18

Evaluación de proceso. Se realiza evaluación con preguntas de interpretación y ejercicios de resolución de campo, denominado *Trabajo práctico de Integración: Campos* y que se adjunta como Anexo 17.

Todas las actividades se deben desarrollar según el cronograma indicado en la Planificación de la Unidad Didáctica que se encuentra en el Anexo13.



## Capítulo 5. Prueba Piloto 2010

En los meses de octubre y noviembre de 2010 se llevó a cabo una prueba piloto de la estrategia. Se trabajó con los alumnos de la escuela Técnica Pablo Nogués de la Ciudad de Mendoza. La elección de la escuela proviene de las especialidades técnicas que detenta: Técnico Electromecánico, Técnico Electricista y Técnico en Construcciones. En las dos primeras tiene como espacio curricular fundamental a Electrotecnia, donde los conceptos de interacciones y de campos forman parte del programa de dicho espacio, correspondiente a 1º año de esas especialidades.

La nota de permiso<sup>8</sup> para realizar dicha investigación en el aula fue presentada en el mes de setiembre de 2010 a la señora directora del establecimiento, Alicia Callejas, quien se interesó en el mismo, acotando que se podía incluir en el PEI (Proyecto Educativo Institucional) de la escuela.

### 5.1. Muestra participante

La escuela cuenta con 5 cursos de las especialidades citadas y para la investigación se trabajó con 3 de ellos: 1º 8º, 1º 7º y 1º 2º, que contaban con 19, 18 y 19 alumnos respectivamente.

Los tres cursos tuvieron como profesor de Electrotecnia a la investigadora. Esto permitió que tanto la aplicación de las estrategias y la interpretación de los hechos en clase, como de la evaluación permanente fuera realizado con igual criterio. Lo mismo sucedió con la categorización de las respuestas al Pre y Postest.

Se tomó aleatoriamente como grupo control C a 1º 8º, siendo 1º 2º y 1º 7º los grupos experimentales E1 y E2.

A los tres grupos se les aplicó el Pretest, pero el Postest solo pudo aplicarse a los grupos experimentales, dado que al tratarse del fin de año escolar, no logró realizarse, por los tiempos, en el grupo control. Por otro lado, la estrategia no pudo ser reforzada con ejercitación suficiente, debido a que el período de exámenes trimestrales acortó el cronograma establecido para su aplicación. Sin embargo, los resultados fueron igualmente analizados como resultados preliminares, para ser contrastados con una nueva aplicación a nuevos grupos en el período marzo – mayo del 2011 en la misma escuela, como así también para realizar las correcciones que del estudio piloto surgieran.

Cabe destacar que el grupo experimental de 1º 2º, que contaba inicialmente con 19 alumnos, presentó dos alumnos con características de líderes negativos. Esto llevó a que durante el año escolar la mayoría de los estudiantes de este curso dejara de trabajar en las distintas asignaturas. Es por ello, que ya en el mes de octubre, cuando se inició la

<sup>8</sup>Véase Anexo18



investigación, supieran que desaprobaban los diferentes espacios curriculares y que deberían repetir el año escolástico. Esto los desmotivó a realizar cualquier actividad pautada.

Para mantener el orden de la clase y lograr poder cumplimentar la investigación se les pidió que realizaran las actividades voluntariamente, pero que aquellos que quisieran hacerlo, se comprometieran a continuar las actividades hasta finalizar. Catorce de ellos respondieron al Pretest, pero sólo siete de los mismos continuaron con las actividades hasta terminar.

Es importante recordar que las políticas educativas de *inclusión social* promovidas por el Gobierno, con planes sociales, hace que la escuela se convierta en una especie de “guardería” de alumnos, que en muchos casos no disponen de los conocimientos mínimos para estar en el año en que los han ubicado, ni conciencia de la importancia de la educación en sus vidas. Se ha perdido la visión de la educación como paso esencial para la inserción social (Fracaro y Perales, 2010; 2012).

Lo expresado anteriormente muestra algunas de las dificultades observadas para la realización de esta investigación, y el cuidado que se puso para que los resultados de la misma no fueran producto de variables indeseadas.

## 5.2. Aplicación del Pretest

El Pretest se aplicó la primera semana de octubre, con diferencia de un día en los tres cursos. No obstante la diferencia temporal, en ningún momento se les hizo saber que sería aplicado a otro grupo, de modo que pudieran transferir información.

Para que respondieran a conciencia las preguntas, se les indicó en todos los casos, que el test se calificaría con una nota de proceso que tuviera en cuenta los *objetivos actitudinales*, tal como la *responsabilidad frente al estudio*. Por ello se les pidió que respondieran lo más coherente y completo posible cada una de ellas, y aquellas que no pudieran responder, las indicaran con un *no sé*.

Se les expresó, además, que las respuestas al test nos indicarían cuáles son los conocimientos de partida con los que se cuenta para desarrollar la nueva unidad didáctica, es decir, qué es lo que saben, qué necesitan saber, y qué modificar. Se les explicó que las estrategias a seguir se fundamentarían en dicho diagnóstico.

El tiempo estipulado para responder el mismo fue de una hora reloj, tiempo que ya se había mostrado como suficiente en la prueba realizada en el mes de agosto con diez alumnos de Electrotecnia 1 de la escuela Capitán Manzotti, de la ciudad de Las Heras. Los mismos presentaban características similares a los alumnos de los tres grupos de esta prueba piloto, en edad, sexo, titulación y composición social.

## 5.3. Análisis del Pretest

Cabe recordar que se analizaron tres capacidades a través de las preguntas del Pretest:

- Capacidad 1 “De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”
- Capacidad 2 “De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo”
- Capacidad 3 “De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones”

Cada *capacidad* analizada se evidenciaba a través de *indicadores*. Cada pregunta podía aportar evidencias a distintos indicadores, tal cual se observa en la Figura 1. Al ser todas preguntas abiertas las respuestas debieron categorizarse, ubicándose cada una según se acerque a una u otra categoría. Se utilizó el software SPSS 18 con un total de 49 variables. Finalmente la triangulación de resultados por indicador, se llevó a cabo con el EXCEL 2007.

Respondieron en total 51 alumnos, 19 del grupo control 1º8º, 14 del grupo experimental 1º2º y 18 del grupo experimental 1º7º.

### 5.3.1. Estadísticos de Fiabilidad

Entendemos por Fiabilidad a la cualidad por la cual el Test puede ser aplicado varias veces, en distintas situaciones, ofreciendo resultados consistentes y estables. El análisis de las respuestas se hizo con el software SPSS 18, conteniendo 49 variables o elementos. El alfa de Cronbach obtenido para toda la muestra fue:

Alfa de Cronbach	N de elementos
,870	49

Se calculó también el alfa de Cronbach para cada grupo, coincidiendo en los valores con el alfa total, mostrando la coherencia interna de la matriz de datos en el tratamiento de la información:

Fiabilidad de 1º2º o E1: alfa= 0,882

Fiabilidad de 1º7º o E2: alfa= 0,869

Fiabilidad de 1º8º o C: alfa= 0,867

### 5.3.2. Triangulación de Resultados

Para realizar el análisis de las respuestas al diagnóstico fue conveniente saber qué contenidos se habían desarrollados en el aula en el espacio curricular de Física, en el mismo ciclo lectivo. Para ello se recurrió al “libro de temas” correspondiente a dicha materia, donde el profesor especifica las actividades y contenidos desarrollados en clase. Allí se observa que los tres grupos estudiaron sobre dinámica, leyes de Newton y la Ley de Gravitación Universal, entre otros. Esto nos permite interpretar y explicar el porqué de algunas de las respuestas.

Con las distintas evidencias que dio cada pregunta a cada indicador se realizó un promedio por curso, tal como se muestra a continuación, para cada capacidad.

- **Capacidad 1** “De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”

Las preguntas fueron orientadas para recoger evidencias sobre el conocimiento respecto de qué es una fuerza, qué tipos de fuerzas hay, si saben graficarlas y si y aplican las leyes que explican los fenómenos.

En este caso los indicadores analizados fueron tres:

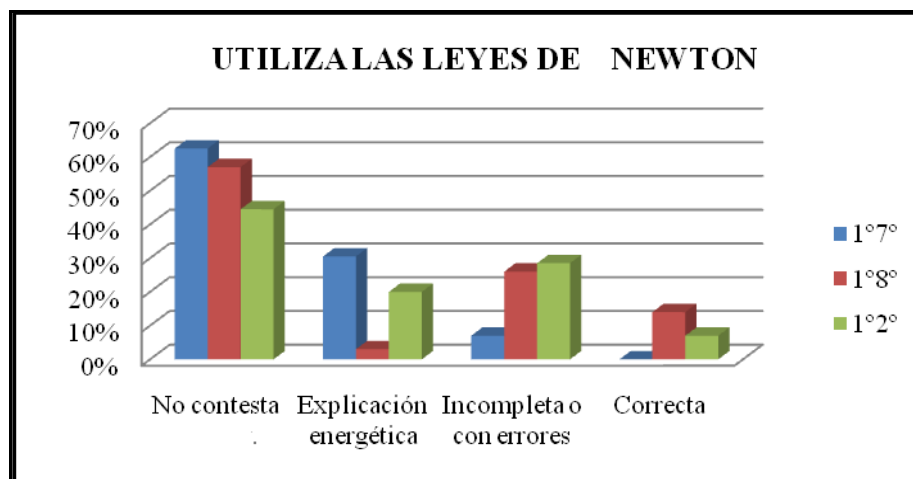
1. *Utiliza las leyes de Newton*

Se recogieron evidencias de las preguntas 1, 2, 3, 5 y 9. Los resultados fueron:

CATEGORÍAS	1º7º o E2	1º8º o C	1º2º o E1
No contesta	62,50%	57%	44,50%
Explicación energética	30,50%	3%	20%
Incompleta o con errores	7%	26%	28,50%
Correcta	0	14%	7%

**Tabla 5.1-** Utiliza las leyes de Newton. Prueba piloto. Pretest

En la Gráfica 5.1 se observa la gran cantidad de alumnos que contesta en forma incoherente o indica *no sé*. Si bien las leyes de la dinámica fueron estudiadas durante el mismo año en Física, si se suman las dos primeras categorías se observa que los alumnos no pueden transferir los conceptos físicos a fenómenos concretos. En gran medida se debería a que el estudio de las leyes se limita al cálculo aplicando directamente ecuaciones, sin la interpretación física del fenómeno.



**Gráfica 5.1 -** Utiliza las leyes de Newton. Prueba Piloto. Pretest

Cabe recordar que en cada respuesta se observan diferentes evidencias. Puede darse que el alumno no responda la pregunta pero sí grafique las fuerzas, o al revés.

Con respecto a 1° 8°, que era el grupo control, se observó en el aula un grupo de alumnos con actitud positiva hacia la ciencia, con mayor capacidad de análisis, que se evidencia en un porcentaje mayor de respuestas correctas (el 14%).

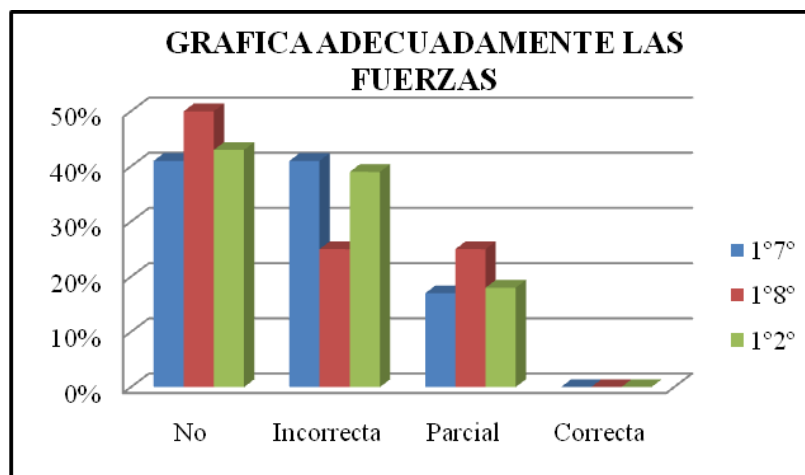
2. *Grafica adecuadamente las fuerzas.*

En este caso se analizaron las gráficas de las preguntas 2, 3 y 5 (gráfica 5.2) y las respuestas categorizadas en cuatro grupos (Tabla 5.2).

Es muy importante observar que ningún alumno pudo realizar el diagrama de fuerzas correspondiente a cada situación problemática planteada. Un gran porcentaje en los tres cursos (por encima del 40%) no las grafica, entre un 20 a un 40% grafica fuerzas inexistentes o con sentidos equivocados y un porcentaje que ronda el 20% grafica en forma parcial las fuerzas involucradas.

CATEGORÍA	1°7° - E2	1°8° - C	1°2° - E1
No	41%	50%	43%
Incorrecta	41%	25%	39%
Parcial	17%	25%	18%
Correcta	0%	0%	0%

**Tabla 5.2-** Grafica adecuadamente las fuerzas. Prueba Piloto. Pretest



**Gráfica 5.2-** Grafica adecuadamente las fuerzas. Prueba piloto

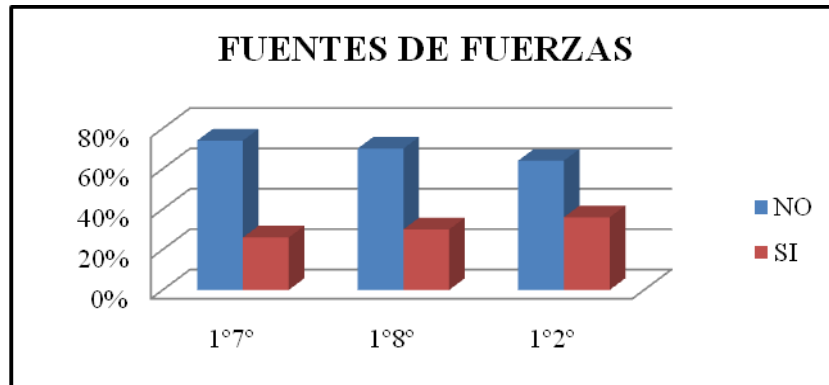
3. *Reconoce las fuentes de las fuerzas*

En este ítem se intenta saber si el alumno reconoce qué elementos interaccionan. Las evidencias recogidas corresponden a las preguntas 1, 2, 3 y 5. Los resultados se muestran en la Tabla 5.3. En ella se observa que más de los dos tercios de los alumnos no reconoce qué provoca las fuerzas, o cómo interactúan los cuerpos. Esto se repite en los tres cursos.

Un porcentaje del 25 al 35% sí sabe *quiénes* interactúan, sin embargo, y según los análisis anteriores, no sabe *cómo* son las fuerzas que se provocan.

CATEGORÍA	1º7º - E2	1º8º - C	1º2º - E1
NO	74%	70%	64%
SI	26%	30%	36%

**Tabla 5.3-** Reconoce las fuentes de las fuerzas. Prueba Piloto. Pretest



**Gráfica 5.3-** Reconoce las fuentes de las fuerzas. Prueba piloto. Pretest

**Conclusión Capacidad 1:** Si se observan los resultados de los tres indicadores analizados, podríamos concluir que existe en los tres cursos la **falta de capacidad de utilizar las leyes de Newton para explicar fenómenos cotidianos de interacción**, a pesar de que las leyes de la dinámica fueron estudiadas en el curso de Física durante el año.

- **Capacidad 2** “De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo”

Esta capacidad se analiza a través de cinco indicadores:

1. *Explica los fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo*

Para analizar este indicador se extrajeron evidencias de las respuestas a las preguntas 4 y 5, tal como se observa en la Tabla 5.4 y Gráfica 5.4:

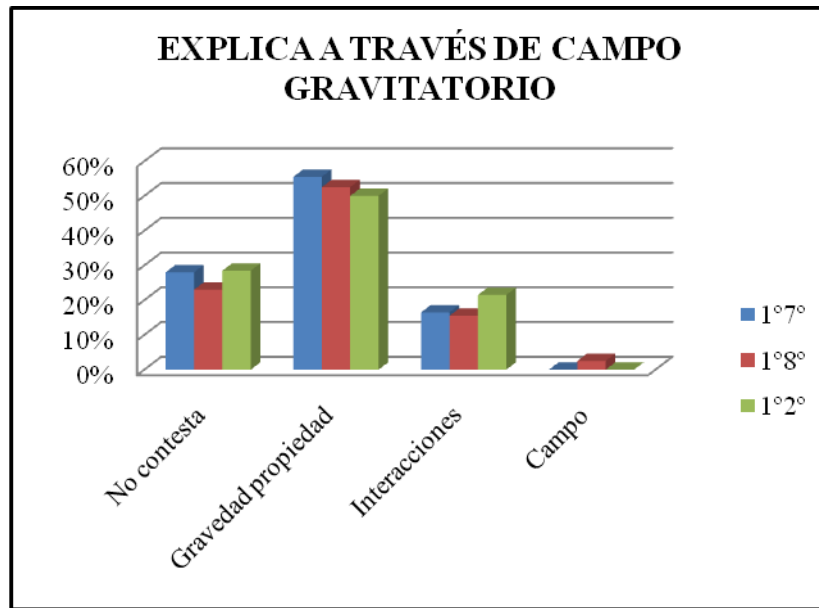
CATEGORÍA	1º7º - E2	1º8º - C	1º2º - E1
No contesta	28%	53%	28,50%
Gravedad c/propiedad	55,50%	52,50%	50%
Interacciones	16,50%	15,50%	21,50%
Campo	0%	2,50%	0%

**Tabla 5.4-** Fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo. Prueba Piloto. Pretest

Las categorías se resumieron en cuatro, extraídas de las respuestas de los alumnos:

- ✓ No contesta o contesta en forma errónea
- ✓ Interpreta la gravedad como propiedad de la Tierra
- ✓ Explica los fenómenos a través de interacciones a distancia.
- ✓ Explica las interacciones a distancia entre masas a través del concepto de campo gravitatorio.

Como se observa en la Gráfica 5.4, hay similitudes en los tres grupos al contestar las preguntas.



**Gráfica 5.4-** Explica a través de Campo Gravitatorio. Prueba Piloto. Pretest

En general interpretan a la gravedad como una propiedad de atracción que tiene la Tierra. Por ello no pueden responder a la pregunta cinco, donde dos cuerpos en el espacio, lejos de la atracción planetaria, según el 97% de los alumnos no experimentan acciones mutuas. Esto se explica en gran medida debido a que no se trata de un fenómeno observable, es una pregunta de aplicación conceptual, que no han podido transferir si bien han estudiado la Ley de Gravitación Universal, tal como se observa en los contenidos dados en Física.

Por otro lado, identifican - una gran parte de los mismos - como fuente de atracción gravitatoria al “campo magnético” terrestre, mostrando la confusión de conceptos con los que llegan al aula.

Un 18% identifica los efectos entre masas a través de interacciones, aunque en todos los casos responden que el de mayor masa produce una fuerza mayor.

## 2. *Explica los fenómenos eléctricos a través del concepto de campo*

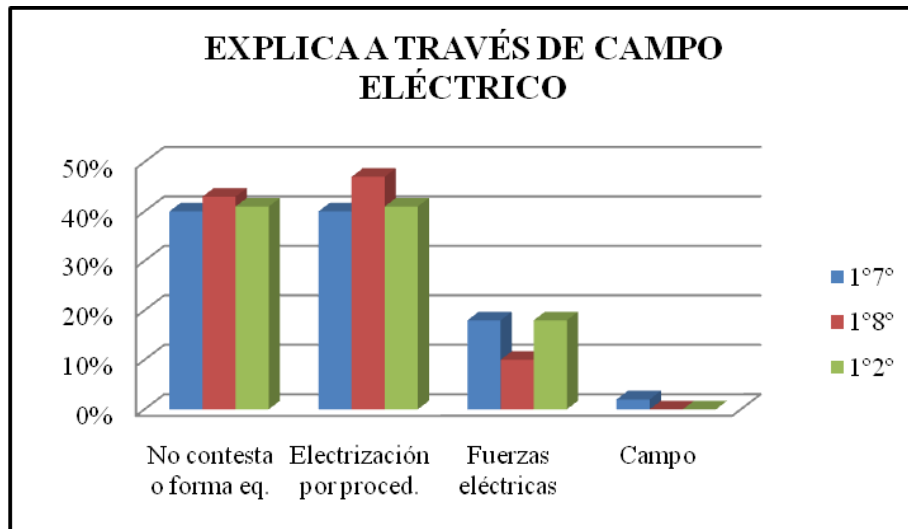
Para este indicador las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las preguntas 6, 7, 8 y 9, donde las categorías observadas fueron:

- ✓ No contesta
- ✓ Explica fenómenos de electrización a través de procedimientos: frotamiento, contacto e inducción, sin introducir concepto de interacciones y campos.
- ✓ Explica a través de fuerzas eléctricas
- ✓ Utiliza el modelo de campo

Los resultados se observan en la Tabla 5.5 y Gráfica 5.5

CATEGORÍA	1º7º o E2	1º8º o C	1º2º o E1
No contesta o forma errónea	40%	43%	41%
Electrización por procedimiento	40%	47%	41%
Fuerzas eléctricas	18%	10%	18%
Campo	2%	0%	0%

**Tabla 5.5-** Explica a través de Campo Eléctrico. Prueba piloto. Pretest



**Gráfica 5.5-** Explica a través de Campo Eléctrico. Prueba Piloto. Pretest

En este caso, un porcentaje mayor al 40 % explica los fenómenos con de procedimientos de carga a través de frotamiento y por contacto, aunque no pueden explicar la inducción a distancia. Este porcentaje es alto y responde a que gran parte de los alumnos recibió dichos contenidos en el área de Taller, tal como ellos comentaron.

Se sigue mostrando homogeneidad en las respuestas en los tres grupos. En particular se aprecia que el concepto de Campo Eléctrico no es utilizado.

### 3. *Explica los fenómenos magnéticos a través de concepto de campo*

Las evidencias fueron extraídas de las preguntas 10, 11, 12, 13, 14 y 15. La pregunta 14 es netamente conceptual, no representa un fenómeno observable, y a priori se partió de la suposición de que los alumnos no podrían contestarla en el Pretest, pero se espera puedan hacerlo en el Postest.

Las repuestas categorizadas en los siguientes ítems se observan en la Tabla 5.6 y Gráfica 5.6:

- ✓ No contesta o lo hace en forma incoherente
- ✓ El magnetismo como propiedad de los imanes
- ✓ El magnetismo como exceso de cargas en los extremos llamados polos

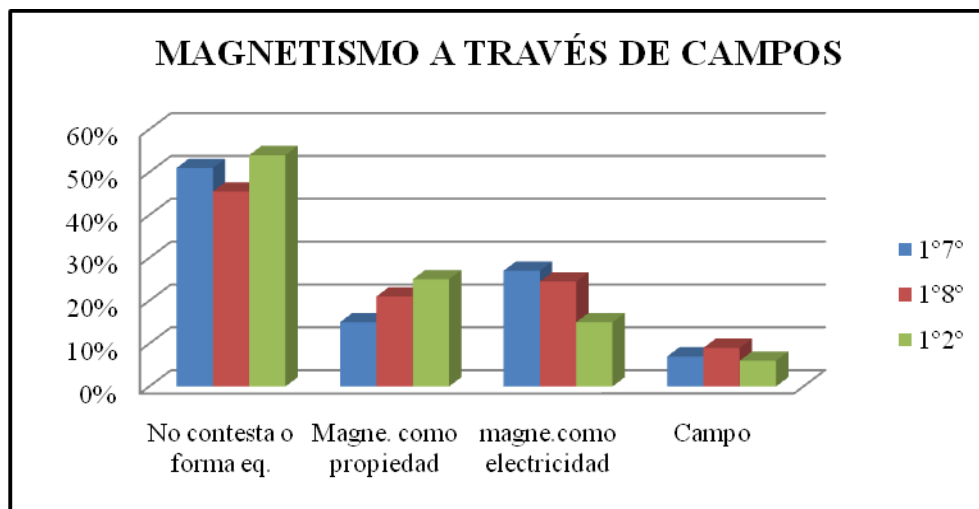
En este caso todos los grupos presentan alumnos que explican los fenómenos a través de campo. Indican que el imán forma un campo magnético o que por la bobina donde circulan cargas forma un campo magnético. Alrededor del 21%

indica del magnetismo como propiedad de los imanes, un 23% piensa que en los polos de un imán hay acumulación de cargas positivas y negativas, que forman los polos del imán.

- ✓ A través de campo magnético

CATEGORÍA	1º7° - E2	1º8° - C	1º2° - E1
No contesta o lo hace en forma errónea	51%	45,5%	54%
Magnetismo como propiedad	15%	21%	25%
Magnetismo como electricidad	27%	24,5%	15%
Campo	7%	9%	6%

**Tabla 5.6-** Explica a través de Campo Magnético. Prueba Piloto. Pretest



**Gráfica 5.6-** Explica a través de Campo Magnético. Prueba Piloto. Pretest

#### 4. Reconoce fuentes del campo

Este indicador se analiza por separado en los tres campos. Nos muestra si los alumnos saben qué provoca los distintos tipos de campo. En todos hay tres tipos de evidencias:

- ✓ No muestra en su respuesta el origen del campo
- ✓ Incorrecta: expresa fuentes, pero lo hace en forma equivocada, por ejemplo el campo gravitatorio generado por los polos de la tierra
- ✓ Sí reconoce las fuentes.

En este caso las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las preguntas:

- Fuente del campo gravitatorio: 4 y 5
- Fuente del campo eléctrico: 6 , 7 y 9
- Fuente del campo magnético: 10,11,12,13,14 y 15

Un resumen de las respuestas se observan en la Tabla 5.7.

Se observa que el curso de 1º 7º es el que mejor reconoce las fuentes de los distintos campos, aunque en todos los casos el “No” es preponderante. Esto



concuerda con el ítem anterior, donde no explican los fenómenos a través de campo, muy posiblemente porque desconozcan dicho concepto. Los porcentajes mayores de respuestas acertadas (tomadas así aquellas respuestas categorizadas que se acerquen al conocimiento científico) se dan en el Campo Gravitatorio, coincidiendo con los conceptos ya vistos en las clases de Física, no así la electricidad y el magnetismo.

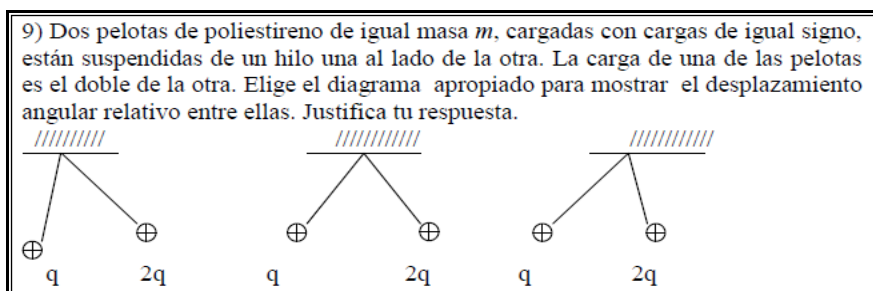
CATEGORÍA	Campo Gravitatorio			Campo Eléctrico			Campo Magnético		
	1º7º E2	1º8º C	1º2º E1	1º7º E2	1º8º C	1º2º E1	1º7º E2	1º8º C	1º2º E1
No	72%	79%	68%	70%	91%	93%	87%	93%	95%
Incompleto	7%	7%	14%	24%	7%	7%	4%	4%	2%
Sí	11%	7%	18%	5%	2%	0%	9%	4%	2%

**Tabla 5.7-** Fuentes del campo. Prueba Piloto. Pretest

Se trabajaron las fuentes por separado, suponiendo a priori que las respuestas para los distintos campos serían muy diferentes y si se trabajaran juntos los porcentajes de unos compensarían los de los otros. Pero tal cual se advierte los valores en las tres evidencias tienen comportamiento similar.

### 5. Partículas intervinientes

En este indicador se trabajaron todos los campos juntos y las evidencias fueron extraídas de las respuestas a 12 preguntas diferentes, de la 4 a la 15. Con el mismo se quiere saber si los alumnos reconocen qué elementos intervienen en los fenómenos y por qué. Un ejemplo del mismo es la pregunta 9 - de Furió y Guisasola (1999)- en donde existen dos esferas cargadas eléctricamente que interactúan entre sí, pero además cada pelota tiene masa, por lo que el efecto de las fuerzas eléctricas depende de dichas masas.



**Figura 5.1-** Pregunta 9 del Pretest. (Adaptado de Furió y Guisasola, 1999)

En este caso, los alumnos “olvidan”, a pesar de estar expresamente escrito que las pelotas tienen masa.

Otro ejemplo es la pregunta 11, en donde se les interroga sobre qué sucede si corto un imán por la mitad y que justifiquen su respuesta. Muchos no contestan, otros indican que se separan los polos, los más acertados dicen que se forman dos imanes, pero no pueden explicar el porqué.

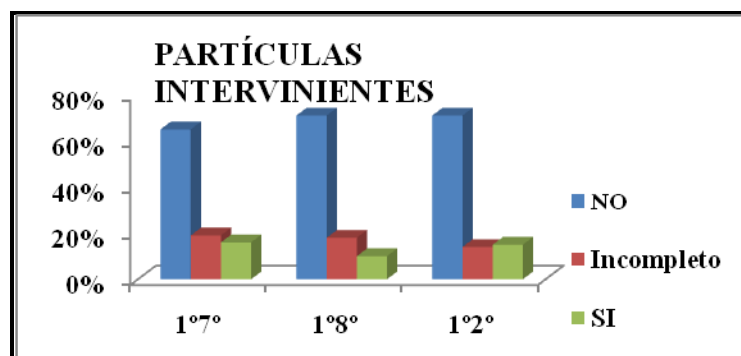
La Tabla 5.8 y la Gráfica 5.7 muestran por cursos los porcentajes respecto de las partículas intervinientes.

CATEGORÍA	1º7º- E2	1º8º- C	1º2º- E1
No	65%	71%	71%
Incompleto	19%	18%	14%
Sí	16%	10%	15%

Tabla 5.8- Partículas intervinientes. Prueba Piloto. Pretest

Como se observa en la tabla, existe un porcentaje superior al 70% que no reconoce las fuentes del campo. Estos valores se han visto ampliados por las preguntas cinco y catorce, que no muestran hechos cotidianos observables, donde más del 90% de los alumnos de los tres cursos no pudo responderlas.

En general, este indicador es el más alto en valores positivos, los alumnos reconocen qué elementos intervienen en el fenómeno en una mayor proporción, pero no pueden explicar el fenómeno en sí. Esto se puede observar comparando las distintas gráficas de los indicadores de la Capacidad 2.



Gráfica 5.7- Partículas intervinientes. Prueba Piloto. Pretest

**Conclusión de la Capacidad 2:** respecto a si los alumnos **interpretan los fenómenos a través del concepto de campo**, podemos ver que los alumnos siguen las categorías explicativas ya mostradas en estudios de investigación (Guisasola et al., 2003), donde todavía no se ha llegado a un modelo mental de campo, y las respuestas indicando la existencia de ellos es esporádica. Un porcentaje mayor de alumnos reconocen los elementos o partículas intervinientes pero no pueden explicar el fenómeno a través de dicho concepto. Es de destacar que estos alumnos no han tenido durante su formación una enseñanza formal respecto del electromagnetismo.

- **Capacidad 3:** “De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones”

Esta capacidad es analizada a través de las respuestas que debiera observar el alumno corresponde a fenómenos similares o si bien no siendo fenómenos del mismo tipo (gravitatorios, eléctricos o magnéticos), podrían asemejarse análogamente y responderse en consecuencia.

Para ello se incorporaron al Pretest preguntas que podrían responderse utilizando analogías, tales como (2-3)- (5-9)-(6-7)- (14-15).

En esta oportunidad sólo unos pocos alumnos lograron ver las analogías entre 6y7, respondiendo “similar a la anterior” (un total de 8 alumnos), y del par 14- 15. En este caso interpretaron que se trataba de fenómenos similares, pero para ello debieron primero interpretar el fenómeno.

Los resultados se observan en la Tabla 5.9.

CATEGORÍA	1º7º- E2	1º8º- C	1º2º- E1
NO	83%	84%	77%
SI	17%	16%	23%

**Tabla 5.9-** Explica fenómenos en forma análoga. Prueba Piloto. Pretest

La Tabla 5.9 muestra que alrededor del 19% de los alumnos reconocieron similitudes en los fenómenos y explicaron en forma análoga. Muestra que a pesar de no haberse trabajado la analogía como estrategia, ya que se trata de un Pretest, algunos alumnos utilizan en forma espontánea, como proceso natural del ser humano. El alto porcentaje de *no* coinciden con los pocos alumnos que pudieron explicar la pregunta 5 y la 14, ambas poco cercanas a los fenómenos visibles y cotidianos.

### 5.3.3. Conclusiones del Pretest

El análisis de los datos del Pretest, permitió:

- el contraste de las respuestas con el Posttest,
- conocer algunas ideas previas de los alumnos al iniciar el curso respecto de las interacciones a distancia, de campos, y de las capacidades de aplicar leyes y conceptos para explicar fenómenos concretos,
- determinar el nivel conceptual respecto a las interacciones, sus representaciones, y la capacidad de aplicar las leyes de Newton a diferentes fenómenos físicos,
- reconocer la necesidad de incorporar a la Unidad Didáctica los contenidos que no estaban presentes en las respuestas, tales como el concepto de interacciones, y las Leyes de Newton, para poder aplicar con eficacia la estrategia.

## 5.4. Aplicación del Posttest

El Posttest se realizó en los primeros días de Diciembre del 2010, coincidente con la última semana del ciclo lectivo y cierre de notas finales. Debido a los tiempos es que sólo se logró realizar en los dos grupos experimentales, pero no pudo hacerse en el

grupo control. Por ello, más allá del análisis de los resultados, se decidió realizar nuevamente la investigación con la cohorte 2011.

Como documento de recogida de datos, se utilizó el mismo instrumento de 15 preguntas del Pretest. Como nos encontrábamos en la finalización del ciclo lectivo, los alumnos que ya adeudaban la materia decidieron no colaborar. Para el resto del alumnado el Postest tuvo valor de nota de proceso.

## **5.5. Análisis del Postest**

El análisis del Postest tiene como finalidad medir en qué grado la estrategia utilizada (enseñanza a través de analogías) sirvió para lograr la capacidad de explicar los fenómenos a través del concepto de campo, que corresponde a la Capacidad 2, y si los alumnos explican los fenómenos en forma análoga, correspondiente a la Capacidad 3. Si bien la estrategia no contempla la Capacidad 1, se realizó el análisis de datos de la misma- si utiliza las leyes de Newton para explicar los fenómenos- para reconocer el grado de construcción de dicha capacidad y la posible influencia de la estrategia utilizada.

El total de alumnos que contestó el cuestionario del Pretest fue de 29, 19 de 1º7º y 10 de 1º2º, ambos cursos pertenecientes al grupo experimental. Se recuerda que el grupo de 1º2º fue un grupo problemático en todos los espacios curriculares, por lo que se trabajó sólo con aquellos a los que se llamó “voluntarios”.

### **5.5.1. Estadístico de Fiabilidad**

El análisis de la Fiabilidad se hizo con el SPSS 18, a través del Alfa de Cronbach, para un total de 49 variables. Los valores obtenidos fueron:

Fiabilidad de 1º2º: alfa= .957

Fiabilidad de 1º7º: alfa= .940

### **5.5.2. Triangulación de los resultados**

Como se trabajó con los dos grupos experimentales (1º2º y 1º7º) se realizaron dos triangulaciones:

- A. Pretest- Postest de cada grupo experimental: De este modo se puede observar si hubo cambios en los conceptos que explican los fenómenos después de la intervención en cada grupo.
- B. Comparación de Postest entre los dos grupos: permite confrontar los distintos resultados, y mostrar si a pesar de las variables extrañas que pueden surgir en todo proceso de enseñanza- aprendizaje, los resultados han sido similares o no. De este modo interpretar cómo ha influido la estrategia en dicho aprendizaje.

Tal como se hiciera en el Pretest, con las distintas evidencias que dio cada pregunta a cada indicador se realizó un promedio por curso, como se muestra a continuación.

- **Capacidad 1** “De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”

Tal como se expresa en el análisis del Pretest, se recogieron evidencias respecto de qué es una fuerza, qué tipos de fuerzas hay, si saben graficarlas y si aplican las leyes que explican los fenómenos.

En este caso los indicadores analizados fueron tres:

*I. Utiliza las leyes de Newton*

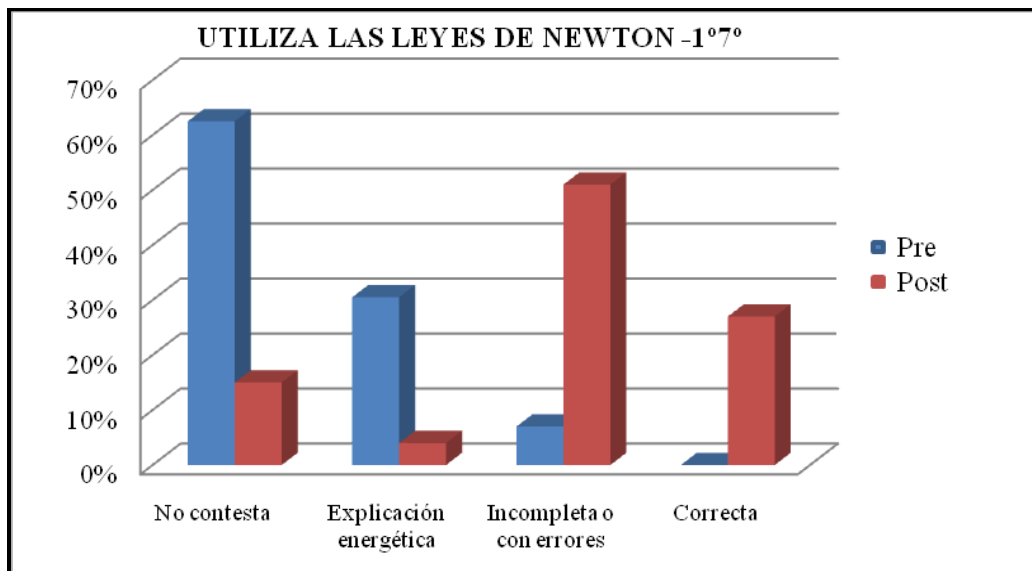
Se recogieron evidencias de las preguntas 1, 2, 3, 5 y 9.

Se triangularon las respuestas de Pretest y Postest de cada uno de los grupos experimentales- 1º2 y 1º7º- para saber si hubo cambios respecto de las respuestas iniciales, como se muestran en las Tablas y Gráficos. Cabe recordar que el grupo control no pudo responder el Postest, debido a problemas de organización escolar, que llevó a que finalizara el ciclo lectivo sin poder realizar dicha actividad.

Como se observa en la Tabla 10, si bien la aplicación de la estrategia no apuntaba a mejorar esta capacidad, el alumno de 1º7º aplica las Leyes de Newton después de su instancia de enseñanza- aprendizaje con una mejora sustancial.

CATEGORÍAS	Pre- 1º7º-E2	Post- 1º7º-E2
No contesta	63%	15%
Explicación energética	31%	4%
Incompleta o con errores	7%	51%
Correcta	0	27%

**Tabla 5.10-** Utiliza las leyes de Newton. Comparación Pre-Postest- 1º7º



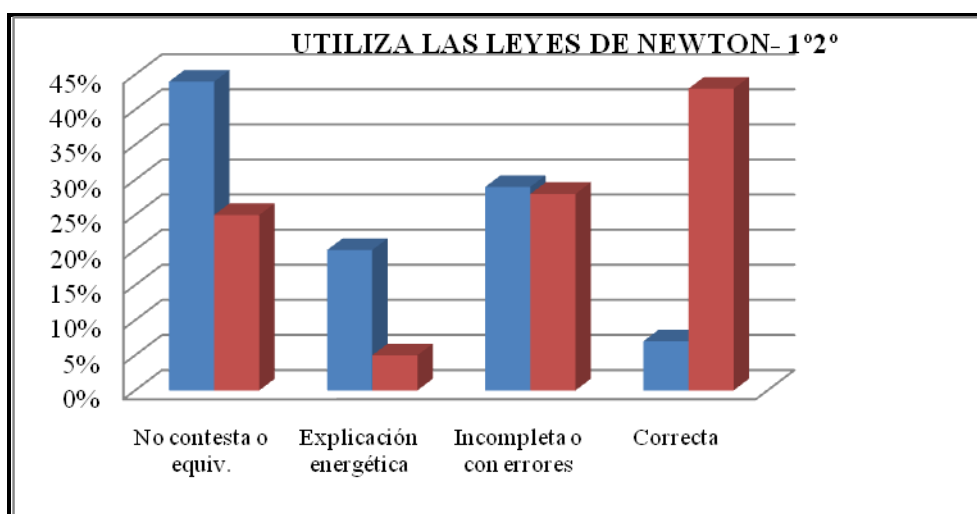
**Gráfico 5.9.** Utiliza las leyes de Newton. Comparación Pre-Postest- 1º7º

Con respecto al curso de 1º2º- grupo experimental 2- los resultados obtenidos en la triangulación se observan en la Tabla 5.11 y Gráfico 5.10.

En este caso, se observa la persistencia de respuestas “incompleta y con errores”, que muestra la dificultad de cambiar las concepciones alternativas. De cualquier modo, el grupo muestra un cambio fundamental al pasar del 7% de respuestas correctas al 43% más del 70% responde utilizando las leyes de Newton.

CATEGORÍAS	Pre- 1º2º E1	Post- 1º2º E1
No contesta	44%	25%
Explicación energética	20%	5%
Incompleta o con errores	29%	28%
Correcta	7%	43%

**Tabla 5.11-** Utiliza las leyes de Newton. Comparación Pre-postest-1º2º



**Gráfica 5.10-** Utiliza las leyes de Newton. Comparación Pre-postest-1º2º

En la comparación del Postest de ambos cursos, se advierte una mejor respuesta en 1º2º. Posiblemente se deba a que fue un grupo pequeño, que trabajó “voluntariamente” en la experiencia. En la tabla se puede observar que en los dos grupos experimentales los mejores rendimientos corresponden a las respuestas “incompletas” y a las “correctas”, mostrando en conjunto un porcentaje mayor al 70% de alumnos que se acercaron a las respuestas esperables para su edad.

CATEGORÍA	Post-1º7º- E2	Post- 1º2º- E1
No contesta	15%	25%
Explicación energética	4%	5%
Incompleta o con errores	51%	28%
Correcta	27%	43%

**Tabla 5.12-** Comparación entre Postests- Utiliza las leyes de Newton

## II. Gráfica adecuadamente las fuerzas.

Se observa en ambos cursos -Tablas 5.13 y 5.14 y Gráficos 5.12 y 5.13- que después de la intervención se pasa a las categorías siguientes. Disminuye el porcentaje de alumnos que no grafica las fuerzas, aumentando aquellos que intentan graficar fuerzas, aunque en forma incorrecta o parcial: grafican la velocidad de los vehículos como si fueran fuerzas, o grafican la fuerza gravitatoria como algo que cae de arriba, y no como un

proceso de interacción. Por otro lado, quienes dibujan fuerzas de interacción, realizan las grafican de distintos tamaños, según la masa del cuerpo que la provoca.

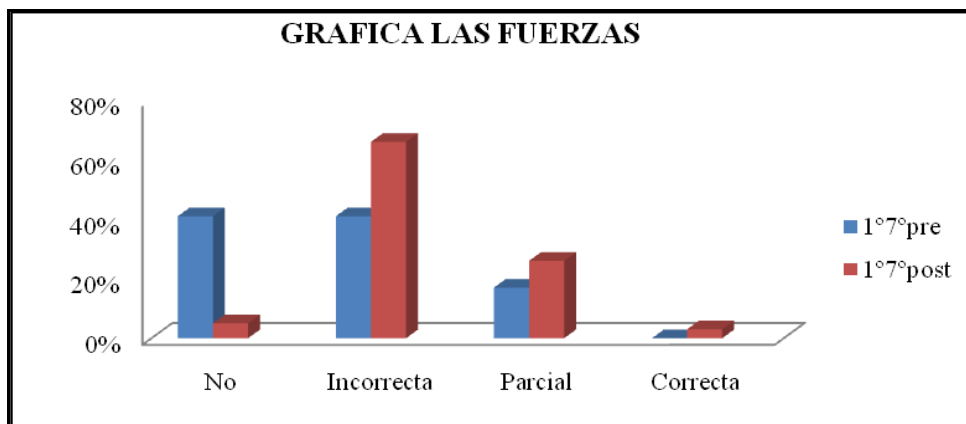
CATEGORÍA	1ºº- E2-Pre	1ºº-E2-Post
No	41%	5%
Incorrecta	41%	66%
Parcial	17%	26%
Correcta	0%	3%

**Tabla 5.13-** Comparación Pre - Postest- 1ºº- Grafica adecuadamente las fuerzas

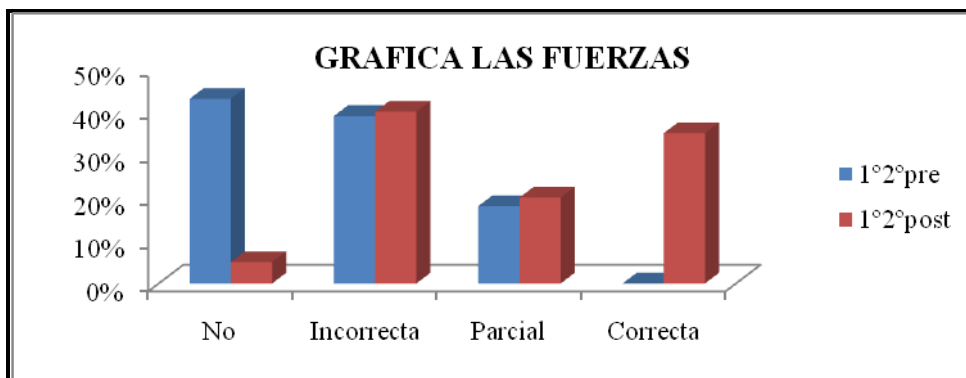
CATEGORÍA	1ºº-E1-Pre	1ºº-E1-Post
No	43%	5%
Incorrecta	39%	40%
Parcial	18%	20%
Correcta	0%	35%

**Tabla 5.14-** Comparación Pre - Postest -1ºº- Grafica adecuadamente las fuerzas

En la triangulación del Postest por curso, 1ºº muestra una diferencia sustancial en la gráfica de fuerzas respecto a 1ºº. Tal como se expresara anteriormente, posiblemente esta diferencia se deba a que respondió el Postest el grupo de voluntarios de 1ºº. Cabe destacar que ambos cursos tienen en el mismo ciclo lectivo el espacio curricular “Física”, con diferentes profesores. Esta situación podría haber llevado a uno de los grupos a reforzar conocimientos.



**Gráfica 5.12-** Comparación Pre - Postest- 1ºº- Grafica adecuadamente las fuerzas



**Gráfica 5.13-** Comparación Pre-Postest- 1ºº- Grafica adecuadamente las fuerzas

*III. Reconoce las fuentes de las fuerzas*

Este indicador busca saber si el alumno interpreta qué tipo de elementos interactúan entre sí. El análisis se hace a través de las respuestas a las preguntas 1, 2, 3 y 5. En este caso hay sólo dos posibilidades: reconoce o no las fuentes de las fuerzas. En las tablas se visualiza el mejoramiento en ambos cursos en interpretar y analizar que las interacciones se producen entre elementos de la misma naturaleza.

CATEGORÍA	1º7º-E2-Pre	1º7º-E2- Post
NO	74%	30%
SI	26%	70%

**Tabla 5.15-** Comparación Pre-Postest-1º7º- Reconoce adecuadamente las fuerzas

CATEGORÍA	1º2ºpre	1º2º post
NO	64%	35%
SI	36%	65%

**Tabla 5.16-** Comparación Pre-Postest-1º2º- Reconoce adecuadamente las fuerzas

**Conclusión de la Capacidad 1:** “*De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto*”

Como se observa en la estadística de los distintos indicadores, hay un cambio sustancial positivo en esta capacidad después de la aplicación de la secuencia didáctica. No obstante, como no se pudo comparar con el grupo control, no se puede indicar que la causa haya sido la estrategia a través de analogías.

No obstante, siguen teniendo dificultades en la gráfica de las fuerzas y en la aplicación correcta de las leyes de Newton. En ambos grupos un porcentaje menor al 50 % logra hacerlo. Pueden reconocer fuerzas de a pares (interacciones), pero en general no las identifican de igual magnitud.

• **Capacidad 2** “*De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo*”

Esta capacidad se analiza a través de cinco indicadores:

I. *Explica los fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo*

Para analizar este indicador se extrajeron evidencias de las respuestas a las preguntas 4 y 5.

Los resultados se observan en la Tabla 5.17 y en la Tabla 5.18 En ambos grupos se observa el cambio hacia la explicación de los fenómenos a través de interacciones y de Campo Gravitatorio. En el Pretest ninguno usaba el concepto de Campo, y generalmente explicaba el fenómeno, indicando que era producto de la “gravedad”, como algo que está y sucede. Al finalizar el Postest la gravedad como propiedad baja en



ambos casos en más de un 20% y utiliza el concepto de campo el 16% de 1º7º y el 25% de 1º2º.

CATEGORÍA	1º7º-E2-Pre	1º7º-E2-Post
No contesta	28%	26%
Gravedad propiedad	55,50%	32%
Interacciones	16,50%	26%
Campo	0%	16%

**Tabla 5.17-** Comparación Pre-Posttest-1º7º- Explica a través de campo gravitatorio

CATEGORÍA	1º2º-E1-Pre	1º2º-E1-Post
No contesta	29%	15%
Gravedad propiedad	50%	25%
Interacciones	21,50%	35%
Campo	0%	25%

**Tabla 5.18-** Comparación Pre-Posttest-1º2º- Explica a través de campo gravitatorio

En 1º7º se mantiene el grupo que no contesta o contesta en forma errónea (por ejemplo, que los cuerpos son atraídos por el magnetismo). Los mejores indicadores correspondientes a 1º2º se deben posiblemente a que el Posttest fue sólo contestado por los alumnos “voluntarios”, que trabajaron en clase. (Hay que recordar que 1º2º fue un grupo conflictivo, de muchas faltas a las distintas materias, ya por razones socioeconómicas se fue desarmando, en parte por faltas de los alumnos a los cursos, por otra, por estar en desacuerdo de concurrir a una Escuela Técnica).

CATEGORÍA	1º7º	1º2º
No contesta	26%	15%
Gravedad propiedad	32%	25%
Interacciones	26%	35%
Campo	16%	25%

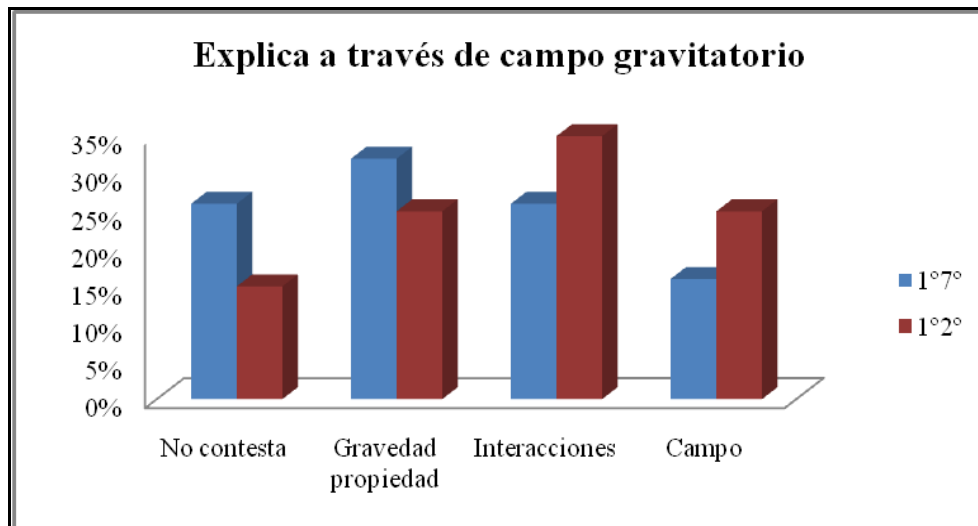
**Tabla 5.19-** Comparación Posttest entre grupos. Explica a través de campo gravitatorio

En la tabla se observa que sigue existiendo un porcentaje importante de alumnos que persisten en la idea de una “Gravedad como propiedad de la Tierra”, no obstante se redujo de un 50 % a alrededor del 30%.

En el Pretest, ninguno de los dos grupos utilizaba el concepto de Campo para explicar, y al finalizar la experiencia lo hace alrededor del 20%.

Es de observar que el grupo con mejores valores es 1º2º, posiblemente por su carácter de voluntario. Esta situación pudo haber llevado a los alumnos de este curso a realizar los trabajos con mayor motivación, haciendo que utilicen los conceptos de interacciones y campos en mayor medida que el otro grupo experimental.

En ambas tablas puede observarse que quienes no contestan o lo hacen en forma errónea han mantenido su porcentaje, no así quienes interpretaban a la acción gravitatoria como una propiedad de la Tierra, allí el cambio ha sido mayor, para aproximarse al concepto de Campo Gravitatorio.



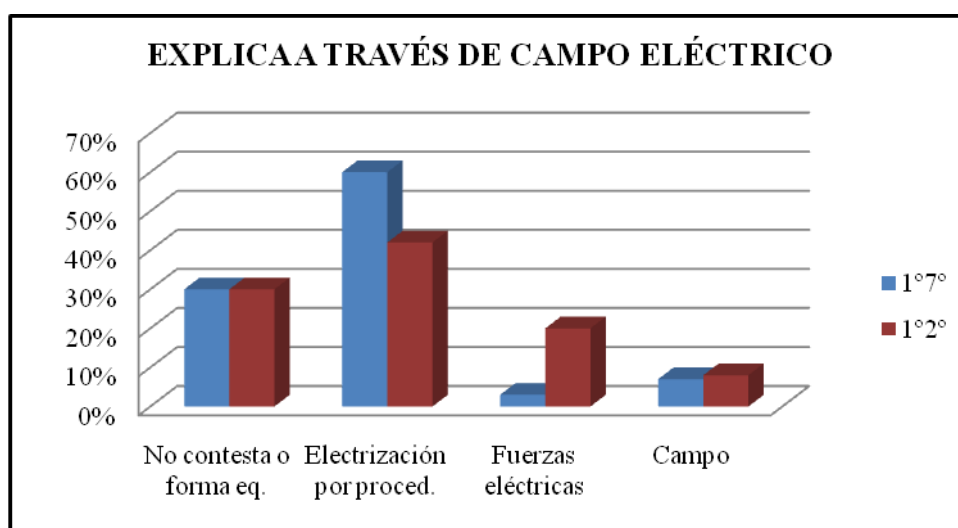
**Gráfica 5.14** - Postest de los grupos experimentales- Explica a través de campo gravitatorio

*II. Explica los fenómenos eléctricos a través del concepto de campo*

Para este indicador las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las preguntas 6, 7, 8 y 9. Los resultados se observan en la Tabla 5.20 y Gráfica 18, donde las categorías de las respuestas fueron:

CATEGORÍA	1º7º-E2	1º2º- E1
No contesta o forma equivalente	30%	30%
Electrización por procedimiento	60%	42%
Fuerzas eléctricas	3%	20%
Campo	7%	8%

**Tabla 5.20**- Comparación Postest entre grupos. Explica a través de campo eléctrico



**Gráfica 5.15**- Comparación Postest entre grupos. Explica a través de campo eléctrico

Como se interpreta en la Tabla 5.20, los alumnos persisten en la explicación de los fenómenos a través de procesos de electrización, y pocos incluyen en sus explicaciones los conceptos de interacciones eléctricas o el concepto de campo eléctrico, aunque hay un leve aumento respecto del Pretest. Estas respuestas coinciden con lo que diversos autores (Martín y Solbes, 1999), que indican que los alumnos no interpretan la necesidad del concepto de campo, y por eso, si bien lo utilizan dentro de clase, después de un tiempo, vuelven a sus ideas previas, por lo que se deduce no hicieron el cambio conceptual.

### III. *Explica los fenómenos magnéticos a través de concepto de campo*

Las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las preguntas 10, 11, 12, 13, 14 y 15.

En las tablas se observa que si bien hay una mejora en las respuestas de ambos cursos, comparados con sus Pretest, alrededor del 25 % utiliza el concepto de campo magnético para explicar las acciones entre imanes, y entre imanes y corrientes eléctricas. Un gran porcentaje de los alumnos manifiesta la idea de magnetismo como propiedad de los imanes de atraer ciertos metales. Este nivel explicativo se ve aumentado en ambos casos, tal como se observa en los resultados del Pretest.

En ambas tablas se advierte un “corrimiento” en las categorías explicativas, después de la aplicación de la estrategia, en sentido de una mayor capacidad explicativa, que coincide con las categorías dadas por Guisasola et al. (2003). No obstante, el porcentaje que lo hace con el mayor nivel explicativo, es decir, a través de campo sigue siendo bajo.

CATEGORÍA	1º2º-E1- PRE	1º2º- E1-POST
No contesta	54%	25%
Magnetismo como atracción	25%	30%
Magnetismo como electricidad	15%	20%
Campo magnético	6%	25%

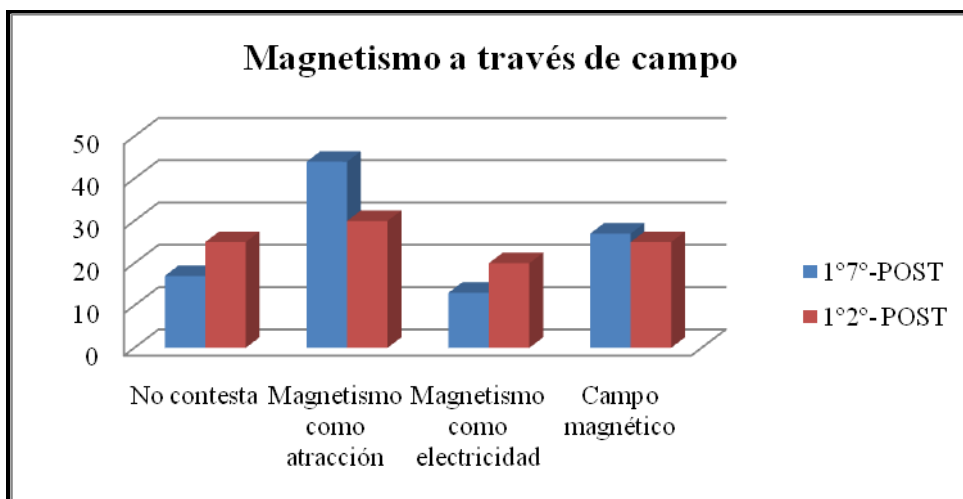
**Tabla 5.21-** Comparación Pre-Postest de 1º2º. Explica a través de campo magnético

CATEGORÍA	1º7º-PRE	1º7º- POST
No contesta	51%	17%
Magnetismo como atracción	15%	44%
Magnetismo como electricidad	27%	13%
Campo magnético	7%	27%

**Tabla 5.22-** Comparación Pre-Postest de 1º7º. Explica a través de campo magnético

En la Gráfica 5.16. se observa la comparación de ambos grupos experimentales respecto a sus respuestas de los Postest.

En cuanto a los tres tipos de campos estudiados, el 25% de los estudiantes responden utilizando dicho concepto cuando se trata del campo gravitatorio o del magnético. Los resultados son más pobres cuando se explican fenómenos eléctricos. El alumno sigue utilizando la forma explicativa según el procedimiento que se utilizó para cargar los cuerpos: “por frotamiento...”, “cuando se tocan dos cuerpos, uno de ellos cargado....”, no necesitando la forma explicativa de “campo eléctrico”.



**Gráfica 5.16-** Comparación Posttest entre grupos. Explica a través de campo magnético

2. *Reconoce las fuentes del campo*

Se recuerda que este indicador se analiza por separado en los tres campos. Nos muestra si los alumnos saben qué provoca los distintos tipos de campo.

Las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las siguientes preguntas:

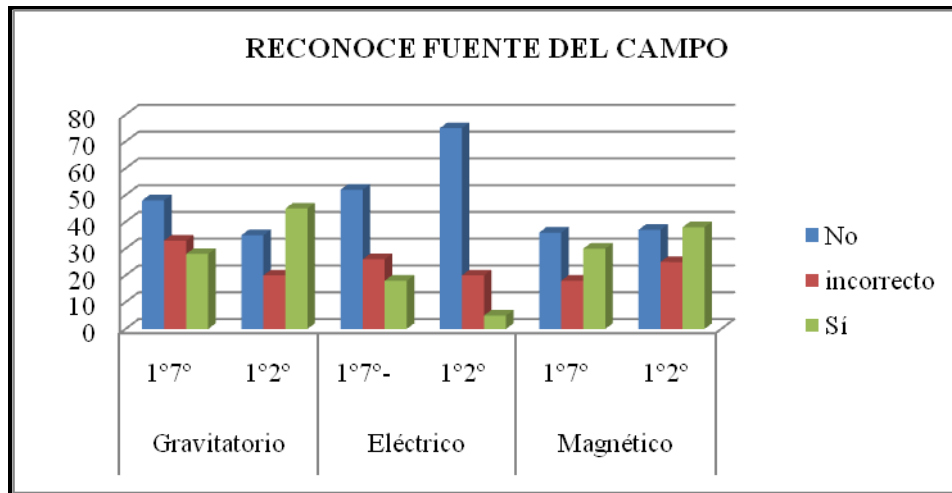
- Fuente del campo gravitatorio: 4 y 5
- Fuente del campo eléctrico: 6 , 7 y 9
- Fuente del campo magnético: 10,11,12,13,14 y 15

Las respuestas fueron agrupadas y los porcentajes se muestran en la Tabla. En ella se observa la subsistencia de un gran número de alumnos que no hace mención a las fuentes o, en otros casos, muestran desconocer qué provoca el fenómeno. Los peores resultados se observa en la fuente del campo eléctrico. En contraposición, un porcentaje de alumnos considerable reconoce las fuentes del campo magnético, ya sea como zona alrededor de un imán, donde éste provoca fuerzas sobre otros objetos, ya sea como cargas en movimiento modificando el espacio que las rodea.

FUENTE DEL CAMPO	Gravitatorio		Eléctrico		Magnético	
	1º7º	1º2º	1º7º	1º2º	1º7º	1º2º
No	48	35	52	75	36	37
Incompleto	33	20	26	20	18	25
Sí	28	45	18	5	30	38

**Tabla 5.23-** Comparación Posttest entre grupos. Reconoce fuentes del campo

Hay entre ambos grupos experimentales una diferencia significativa respecto de las fuentes del campo gravitatorio. En 1º2º un 45 % de los alumnos identifica o explica indicando las fuentes del campo frente al 28% obtenido por 1º7º. Pero en contrapartida, un porcentaje superior al 70 % de 1º2º no reconoce las fuentes del campo eléctrico, tal como se observa en la Gráfica 5.17.



**Gráfica 5.17-** Comparación Postest entre grupos. Reconoce fuente del campo

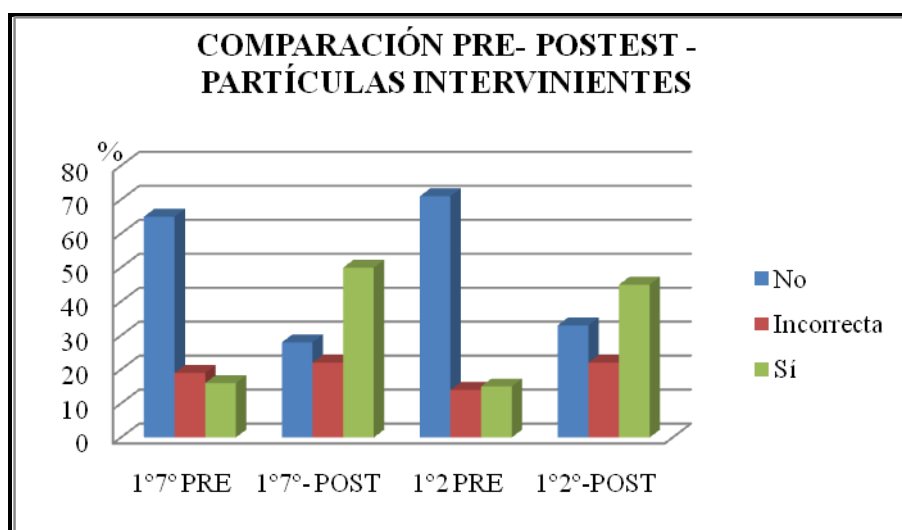
### 3. Partículas intervinientes

Se recuerda que las evidencias de este indicador fueron extraídas de las respuestas a 12 preguntas diferentes, de la 4 a la 15. Con él se pretende saber si el alumno reconoce qué partículas pueden interactuar entre sí y con los campos y porqué.

En la tabla y en el gráfico se observa que hay una mejora muy importante en las respuestas de ambos grupos después de la intervención áulica. Un porcentaje cercano al 50% reconoce las partículas intervinientes en ambos grupos, observando que antes de la misma el porcentaje no superaba el 15%.

PARTÍCULAS INTERVINIENTES	1º7º PRE	1º7º- POST	1º2 PRE	1º2º-POST
No	65%	28%	71%	33%
Incorrecta	19	22	14	22
Sí	16	50	15	45

**Tabla 5.24-** Comparación Pre- Postest y entre grupos. Partículas intervinientes



**Gráfica 5.18-** Comparación Pre- Post y entre grupos. Partículas intervinientes

**Conclusiones de la Capacidad 2:** “De explicar los fenómenos a través del concepto de campo”

Se observa en ambos grupos un mejoramiento importante después de la aplicación de la estrategia. La comparación analógica de los tres campos, con sus similitudes y diferencias ayudaría a construir un concepto de campo que permitiría al alumno interpretar los fenómenos físicos a través de dicho concepto. Esto se hace más evidente en los fenómenos donde intervienen campos gravitatorios y magnéticos, no así eléctricos (ver tabla). En este caso el alumno no reconoce como necesario utilizar dicho concepto para explicar fenómenos eléctricos, porque encuentra una forma explicativa simple, a través de los procesos de electrización, que le es suficiente. Posiblemente en el Test debieran incorporarse preguntas que forzosamente tuvieran que responderse a través de campo eléctrico.

• **Capacidad 3:** “De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones”

Esta capacidad se analiza a través de las respuestas a preguntas que podrían responderse en forma análoga, como los pares de cuestionamientos (2-3)- (5-9)-(6-7) y (14-15). Los cambios experimentados se pueden observar en las tablas. La utilización de la analogía o de una forma análoga para responder a preguntas que pueden contestarse teniendo en cuenta otras similares, es muy superior a lo sucedido en las respuestas al Pretest. En 1ºº, el porcentaje pasa del 17% al 60%, si bien esta es una capacidad desarrollada en forma transversal, no como eje primario de la estrategia.

CATEGORÍA	1ººpre	1ººpost
NO	83%	40%
SI	17%	60%

Tabla 5.25- Comparación Pre- Postest 1ºº- Reconoce situaciones analógicas

Se observa, además, que la mitad de los alumnos al menos, utiliza este recurso para explicar fenómenos similares o con características comunes.

CATEGORÍA	1ººpre	1ººpost
NO	77%	50%
SI	23%	50%

Tabla 5.26- Comparación Pre-Postest 1ºº- Reconoce situaciones analógicas

**5.6. Discusiones y conclusiones finales de la Prueba Piloto**

Si bien esta investigación tuvo como dificultades la desaparición de uno de los grupos experimentales, y el no lograr a tiempo realizar el Postest al grupo control, sirvió como Prueba Piloto de la estrategia didáctica a través de analogías, utilizada para lograr un modelo de campo en los alumnos.

El Postest - si bien no pudo realizarse al grupo control, perdiéndose la capacidad de contrastar y cuantificar el éxito o no de la aplicación de la estrategia didáctica - pudo mostrar que:

- ✓ hubo un mejoramiento sustancial en las respuestas, si bien el concepto de campo sigue siendo poco utilizado,
- ✓ los alumnos explican los efectos producidos por los campos gravitatorios, eléctricos y magnéticos como una propiedad de la Tierra, del imán o del cuerpo electrizado para atraer o rechazar cuerpos,
- ✓ existe un corrimiento en el modelo mental respecto del magnetismo hacia una concepción de campo, siguiendo las categorías explicativas expresadas en diferentes investigaciones,
- ✓ el alumno, después de la intervención, utiliza en mayor grado la analogía para explicar los fenómenos.

El trabajo en el aula, durante la aplicación de la secuencia didáctica, mostró:

- las dificultades argumentativas que tienen los alumnos al momento de sostener su postura,
- que el alumno interpretaría que el campo gravitatorio terrestre termina cuando termina la atmósfera. Esto es observable cuando realiza el dibujo respecto del campo gravitatorio (Actividad 12). Dicho análisis llevó a que se incorporara en la intervención 2011 el análisis explícito de los dibujos que realizan sobre cómo imaginan los distintos campos. De modo de observar las representaciones mentales respecto de ese concepto traen los alumnos al aula.

Por ello, y tal como se expresara al inicio de este capítulo, es que se realizó la intervención 2011.

## Capítulo 6. Desarrollo de la Investigación 2011

Tal como se expresara en la introducción, este trabajo de investigación tuvo como fin fundamental observar cómo la búsqueda de analogías y diferencias -utilizadas como estrategia didáctica- permitiría el aprendizaje de interacciones a distancia y la construcción de los conceptos de campo eléctrico y magnético. Una primera aproximación fue la Prueba Piloto, llevada a cabo en los últimos meses del año 2010, y cuyos resultados y problemáticas se informaron en el capítulo anterior.

En esa oportunidad se trabajó con tres grupos de alumnos, dos experimentales y uno control, de modo de realizar triangulaciones y correlaciones que hicieran más fiable la investigación. Se evaluó a través de un Pre y Posttest, de preguntas abiertas, y aunque el tratamiento de las mismas se hizo realizando un análisis cuantitativo de las variables, las respuestas obtenidas permitieron observar las ideas previas de los alumnos, y su recurrencia, después del proceso de enseñanza- aprendizaje.

Dadas sus conclusiones parciales, producto de las dificultades surgidas, se decidió efectuarla nuevamente en el año 2011, con una población similar a la anterior, es decir, cursos de 1° de polimodal de la escuela Pablo Nogués, en condiciones similares, pero tratando de minimizar las variables extrañas que pudieran amenazar la validez interna de la investigación.

Cabe recordar que en la Prueba Piloto -tal el modo que consideramos a la investigación 2010- la mortalidad experimental de uno de los grupos de trabajo no permitió la correlación de resultados. Por otro lado, debido a cambios en el calendario escolar, no se pudieron desarrollar totalmente las actividades programadas, llegando al fin del año escolástico sin haber realizado el Posttest al grupo control.

En esta nueva intervención, tanto el Pretest como el Posttest permanecieron invariables, es decir, formado por 15 preguntas abiertas desglosadas en un total de 49 indicadores para sus análisis.

Las diferencias respecto de la situación anterior, fueron:

- a- En este nuevo desarrollo no se perdió uno de los grupos, tal como sucediera en el ciclo lectivo 2010.
- b- Se pudieron desarrollar en mayor medida las actividades programadas, aunque siempre el tiempo fue una variable determinante, dado que se debían estudiar en el ciclo lectivo los demás contenidos.
- c- Al realizarse a comienzo de año, los alumnos tenían poco conocimiento, o ninguno sobre el concepto de fuerza de carácter formal (salvo la idea primitiva sobre el concepto de fuerza con la que llega cada uno al curso), de su representación y de las leyes de Newton. Esto hizo que parte del tiempo estipulado para la investigación se utilizara para trabajar sobre dichos conceptos,



aunque no en forma profunda. Esto se realizaría posteriormente en el espacio curricular de Física que se imparte a los alumnos de 1º año en el mismo año escolástico, problemática ya analizada en la Unidad 2 de esta investigación.

- d- En la forma de realizar, analizar y cruzar resultados de Pretest y Postest:
- Se pudo otorgar un tiempo entre la finalización de la estrategia y la aplicación del Postest, incluyendo las vacaciones de invierno, que hizo que los alumnos dejaran de estar en contacto con los contenidos correspondientes durante un cierto período, de modo de observar el modelo mental de campo que permanece en los alumnos.
  - En este nuevo proceso se agregaron para el análisis 3 variables, además de las 49 correspondientes al desglose de las 15 preguntas abiertas que los componen. Dichas variables son:
    - 1) **Grupo:** toma tres valores: E1 (experimental 1), E2 (experimental 2) y C (control)
    - 2) **Capacidad 1:** “de utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”. El valor numérico que representa dicha capacidad se obtiene de la suma de puntos -que le correspondiera al alumno- de cada indicador que conforma la capacidad. De este modo, la Capacidad 1 puede como máximo observar un puntaje de 40 puntos. Se transformó, para su análisis en intervalos de 4 puntos, de modo de obtener 10 intervalos. Una escala de 10 intervalos haría posible el análisis estadístico y las correlaciones correspondientes.
    - 3) **Capacidad 2:** “de interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo”. El valor numérico que representa dicha capacidad se obtiene de la suma de puntos que le correspondieron de cada indicador que conforma la capacidad. De este modo la Capacidad 2 presenta como máximo un puntaje de 110 puntos. Se transformó, para su análisis en intervalos de 10 puntos, siendo representado el intervalo 1º con el número 0, de modo que el intervalo mayor sea expresado con el número 10.

## 6.1. Población y muestra

Nuevamente se tomó como población de estudio los alumnos de año 1º de las modalidades Electromecánica y Electricidad de la Escuela Técnica Pablo Nogués, de Mendoza, Argentina. Esto representa 5 cursos de 22 alumnos en promedio. Se trabajó con tres de ellos, dado al acceso que como investigadora tengo a los mismos por ser, además, profesora de Electrotecnia de los mismos:

1ºº, de 20 alumnos, para esta investigación, el “grupo experimental 1”, nombrado como **E1**.

1º7º, de 23 alumnos, para esta investigación el “grupo experimental 2”, nombrado como **E2**.

1º8º, de 22 alumnos, para esta investigación, el “grupo control”, nombrado como **C**.

Se trata de adolescentes varones cuyas edades oscilan entre los 15 y 16 años, de clase media, media baja y baja, distribuidos al azar desde el comienzo de clases en todos los cursos. La problemática socioeconómica del país es una variable muy importante a tener en cuenta. Por un lado, la escuela inclusiva, obligatoria hasta terminar el nivel secundario, que en estas escuelas es hasta el 4º año de polimodal, o 6º de secundaria (nos encontramos en el proceso de transición hacia una secundaria de 6 años), pareciera venir en ayuda de la escolarización de los adolescentes. Distintos incentivos se crearon al respecto, como la Asignación Universal por hijo, que se otorga a quienes no tienen trabajo formal, con la obligatoriedad de que los hijos concurran a la escuela. Pero la no obligatoriedad de resultados, hace que muchos alumnos se encuentren en las aulas en calidad de “visitantes”. No realizan las actividades, o tienen bajo rendimiento, debido a múltiples factores, que no les permite seguir el nivel de exigencia acorde al título habilitante que se pretende obtener.

Algunos de los factores que dificultan a los alumnos mencionados un aprendizaje significativo de capacidades son:

- Concurrir a una escuela técnica, modalidad que no eligieron sino que se encuentran allí dado que la Dirección General de Escuelas los ubicó por cercanía o espacio.
- Por haber sido promovidos sin los conocimientos necesarios para el nivel al que concurren, de modo de bajar las estadísticas negativas de repitencia.
- Porque dicha política educativa inclusiva termina siendo permisiva, dado que muchos de los alumnos en riesgo ostentan un alto nivel de inasistencias, sin quedar en calidad de libres. Esto es, se los reincorpora indefinidamente, para que sus padres no pierdan los subsidios correspondientes.

Todo esto va en detrimento de la tan mencionada “calidad” educativa, e incide directamente en toda investigación que se quiera realizar.

No obstante lo analizado, cabe reflexionar sobre el rol que como profesor nos compete, y tratar, a pesar de las circunstancias adversas, de buscar estrategias que despierten la curiosidad de los alumnos, y los haga responsables de la construcción de su propio aprendizaje.

## 6.2. Objetivos de la Investigación

Tal como se indicara en la Introducción de este trabajo, la investigación presenta un **objetivo general**: *determinar en qué grado el método, a través de analogías, logra formar en los alumnos un modelo de campo, de modo que pueda explicar los distintos fenómenos a través del mismo y transferirlo a otras situaciones.*

De este objetivo general se desglosan tres **objetivos específicos**:

La búsqueda de analogías y diferencias como estrategia en la enseñanza de Interacciones a distancia y del concepto de Campo en Física

- Identificar las concepciones alternativas de los alumnos: esto a través del Pretest y del análisis de los gráficos hechos por los alumnos.
- Analizar si con la estrategia planteada los alumnos logran las capacidades analizadas, es decir, reconocen las fuerzas a distancia y las explican a través de campos.
- Reconocer si la estrategia contribuye a formar capacidades argumentativas y de razonamiento analógico.

### 6.3. Fases de la Investigación 2011

La investigación constó de las siguientes fases:

1. Aplicación y análisis del Pretest: se llevó a cabo en la tercera semana de marzo de 2011.
2. Aplicación de la Unidad Didáctica: una vez detectados los conocimientos previos de los alumnos, se adecuó la Unidad Didáctica y se comenzó a aplicar los primeros días de abril. Finalizó a mediados del mes de junio del 2011.
3. Aplicación y análisis del Postest: el Test se realizó como evaluación para el trimestre, a mediados del mes de septiembre, por lo que se les comunicó a los estudiantes al momento de realizarse que serían calificados por el mismo. Debido a ello, hubo un alto grado de participación, más allá del grupo de alumnos en los tres cursos que concurren a la escuela por el cobro de planes sociales, y no tienen interés en las materias técnicas, cuyas repuestas fueron mínimas. No obstante esto, todas las respuestas fueron tenidas en cuenta para el análisis. Participaron todos los alumnos que lo hicieron en el Pretest: 20 alumnos del G1, 23 alumnos del G2 y 22 alumnos del grupo control C.
4. Análisis y triangulación de datos obtenidos: se realizó durante el año 2012, en base al marco teórico y los objetivos de esta investigación.
5. Conclusiones y análisis de las posibles líneas de acción

### 6.4. Aplicación y análisis del Pretest

El Pretest fue llevado a cabo durante la tercera semana de marzo del 2011, apenas comenzado el año escolar. Se les pidió a los alumnos que contestaran lo mejor posible, aunque probablemente no conocieran las respuestas científicas a las preguntas. Se les hizo saber que el objetivo principal del test era conocer sus ideas previas y sus dificultades y a partir de ese diagnóstico poder adecuar las secuencias y estrategias.

A las respuestas obtenidas se le realizaron análisis cuantitativos, pero, además, se le dio una mirada cualitativa, para encontrar ideas previas, y triangular resultados. Dichos análisis fueron:

- a. Comparación de las **frecuencias relativas** de los tres grupos respecto de los distintos indicadores y capacidades, con sus respectivos gráficos. El análisis de las diferentes variables se realizó a través del software SPSS18, y la triangulación de resultados se llevó a cabo con Excel 2007.
- b. Análisis de Varianza Simple (**ANOVA**), tomando como variables de contraste a la variable “grupo”, que consta de tres categorías: E1, E2 y C. y como variables dependientes las variables: Capacidad 1 y Capacidad 2. Esta prueba se realiza para comparar si hay diferencias significativas en las capacidades nombradas en función de la variable independiente. Pero este análisis nos dice si hay diferencias significativas entre las medias, pero no indica entre qué grupos. Por eso utilizamos un test complementario:
- c. **Test de Tukey**, que revisa la matriz diferencias de medias y realiza comparaciones entre dos grupos, haciendo múltiples comparaciones. Si el intervalo que se obtiene contiene al cero, entonces no hay diferencias significativas entre los grupos. Este test se puede realizar dado que el tamaño de las muestras seleccionadas son similares.
- d. Análisis de algunas respuestas para observar las ideas previas de los alumnos, que permita conocer el punto de partida en la Unidad Didáctica y realizar las adecuaciones necesarias.

#### 6.4.1. Análisis cuantitativo de los resultados del Pretest

Para analizar y triangular las respuestas del Pretest, se tuvo en cuenta que estos alumnos, a diferencia de los de la Prueba Piloto, no habían estado formalmente expuestos a los contenidos necesarios para aplicar la estrategia. Esto es debido a que esta investigación comenzó a desarrollarse al principio del ciclo lectivo, donde, además, Física y Electrotecnia se imparten en forma simultánea, en el mismo año escolar.

Tal como se realizara en la Prueba Piloto, las evidencias sobre el nivel alcanzado para cada capacidad, fueron obtenidas del desglose en indicadores de las respuestas dadas por los alumnos a cada pregunta del Pretest. Con el resultado de dichas respuestas se hizo un promedio por curso, tal como se muestra a continuación.

##### 6.4.1.1. Comparación de frecuencias relativas

- **Capacidad 1** “*De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto*”

Para el análisis de las respuestas, se tuvo en cuenta las evidencias que a priori se identificaron como necesarias respecto de qué es una fuerza, qué tipos de fuerzas hay, si saben graficarlas y si aplican las leyes que explican los fenómenos.

En este caso los indicadores analizados fueron tres:

#### 4. *Utiliza las leyes de Newton*

Se recogieron evidencias de las preguntas 1, 2, 3, 5 y 9.

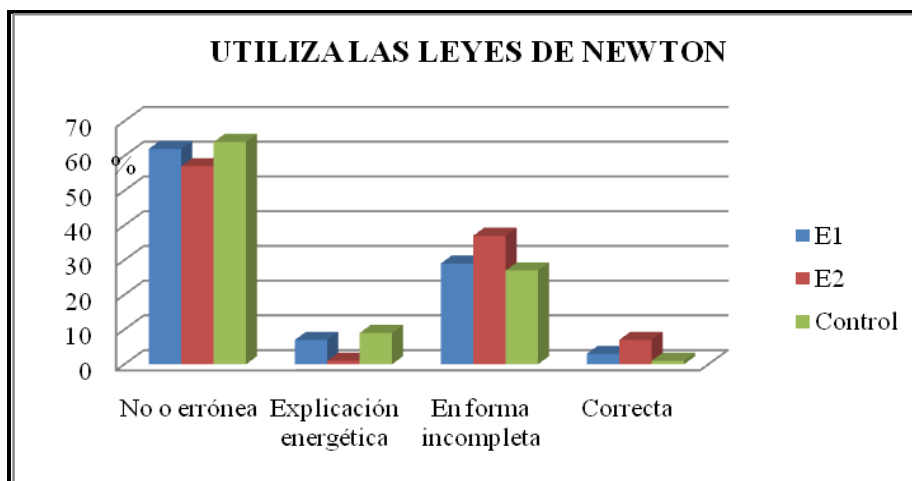
Los resultados se observan en la Tabla 6.1 y Gráfica 6.1:

CATEGORÍAS	E1	E2	C
No contesta o errónea	62%	57%	64%
Explicación energética	7%	1%	9%
Incompleta	29%	37%	27%
Correcta	3%	7%	1%

**Tabla 6.1-** Comparación entre grupos Investigación 2011. Utiliza leyes de Newton.

Los resultados obtenidos muestran una casi total coincidencia en los tres grupos: hay un 60% de los alumnos que *no contesta o lo hace con respuestas erróneas*, con palabras que alguna vez escucharon pero sin saber dónde ubicarlas. Algunos ejemplos se describen a continuación.

- Respecto de la primera pregunta, sobre cómo es que el remero empuja la tierra, el bote va hacia adelante, indican: “*se mueve por inercia*”, “*porque el agua es más blanda que la tierra*”, “*por distinta presión*”.
- Respecto de la tercera pregunta, sobre qué fuerzas existen cuando un auto choca a un camión, confunden la idea de fuerza con la de velocidad.



**Gráfico 6.1-** Comparación entre grupos. Investigación 2011. Utiliza leyes de Newton

También se puede observar referido a la *Explicación energética*, que en las respuestas obtenidas en la Prueba Piloto es en dos grupos superior al 20%, algo que no ocurre en esta aplicación. Esto sucedería porque en aquella oportunidad los alumnos estaban trabajando en Física los contenidos de la unidad de Energía y Trabajo, cosa que no tuvo lugar en esta nueva oportunidad, ya que nos encontrábamos a principio del ciclo.

En los tres grupos, hay un porcentaje superior al 25% que lo hace en *forma incompleta*. Esto es, que aproxima su respuesta en forma intuitiva, indicando que existen fuerzas mutuas entre los cuerpos, aunque en general una fuerza es mayor que la otra según sus masas. También se observa, en el caso de la persona sentada en una silla, que existen fuerzas de atracción gravitatoria, pero no existen de a pares: la tierra atrae la persona, pero no indica, que al mismo tiempo, la persona atrae la tierra.

##### 5. Grafica adecuadamente las fuerzas.

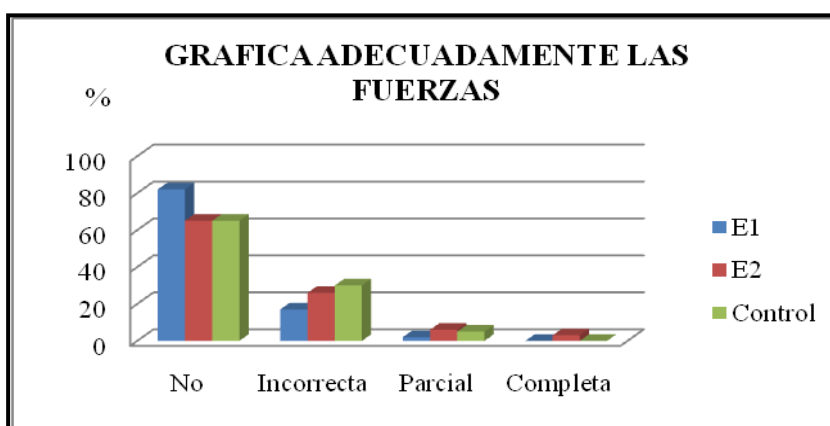
En este caso se analizaron las gráficas de las preguntas 2, 3 y 5 y las respuestas categorizadas en cuatro grupos, tal cual se observa en la Tabla 6.2.

Podemos observar que más del 65% de los alumnos de cada grupo no grafica las fuerzas, y en algunos casos grafican un vector, al que indican cómo velocidad.

Menos del 10% de los alumnos pudo graficar algunas de las fuerzas, aunque no todas las correspondientes a cada fenómeno. En forma completa prácticamente no lo pudo realizar ninguno.

CATEGORÍAS	E1	E2	C
No	82 %	65 %	65 %
Incorrecta	17 %	26 %	30 %
Parcial	2 %	6 %	5 %
Completa	0 %	3 %	0 %

Tabla 6.2- Comparación entre grupos. Investigación 2011. Grafica adecuadamente las fuerzas.



Gráfica 6.2- Comparación entre grupos. Investigación 2011. Grafica adecuadamente las fuerzas.

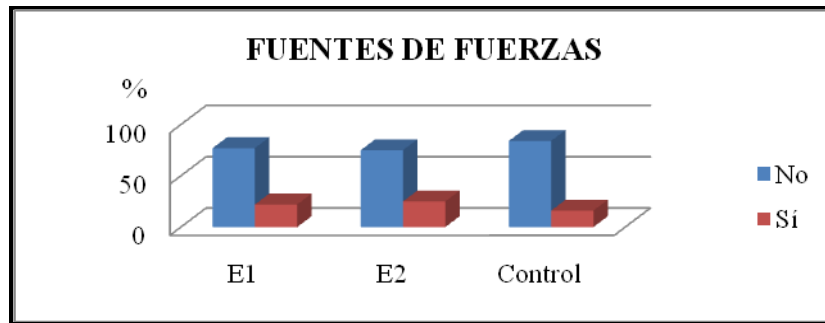
Como se observa en la Gráfica 6.2, la distribución de respuestas es similar en los tres grupos y muestra el desconocimiento sobre la representación que se enseña sobre este concepto.

#### 6. Reconoce las fuentes de las fuerzas

En este ítem se intenta saber si el alumno reconoce qué elementos interaccionan. Las evidencias recogidas corresponden a las preguntas 1, 2, 3 y 5. Para esto se observa si los alumnos reconocen qué elementos interactúan entre sí.

CATEGORÍAS	E1	E2	C
No	77%	75%	84%
Sí	22%	25%	16%

Tabla 6.3- Comparación entre grupos. Investigación 2011. Reconoce fuentes de fuerzas



**Gráfica 6.3-** Comparación entre grupos. Investigación 2011. Reconoce fuentes de fuerzas

Como se observa en la Tabla 6.3 y Gráfica 6.3, más del 75% de los alumnos no reconocería qué elementos interactúan entre sí, y esa tendencia se repite en los tres grupos. Esto tendría su origen en que los alumnos no han sido expuestos formalmente al conocimiento sobre los conceptos de Fuerza, sus representaciones y, por supuesto, a las interacciones y las leyes de la mecánica que las rigen, y resuelven el Test con sus preconcepciones.

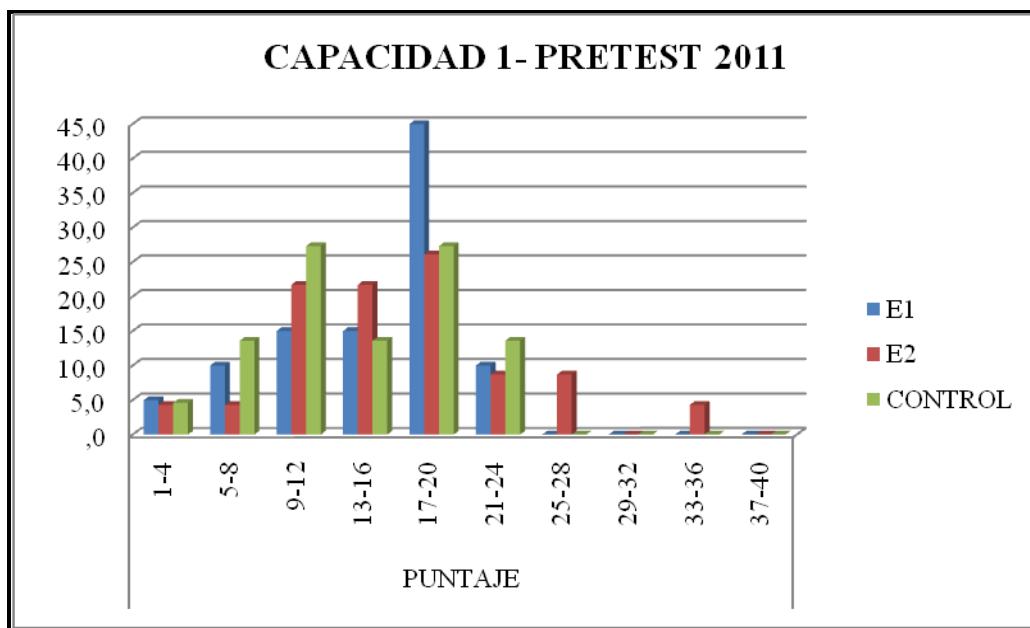
Para tener un conocimiento global sobre la Capacidad 1, ésta también fue analizada como variable, sumando los puntos que cada alumno obtuvo, según sus respuestas a las distintas preguntas y sacando el porcentaje sobre el máximo valor que podría obtenerse.

Se obtuvieron para esta capacidad, los resultados indicados en la Gráfica 6.4 y la Tabla 6.4.

La Gráfica 6.4 es muy representativa respecto de la Capacidad 1 “*de utilizar las Leyes de Newton para explicar fenómenos físicos*”. En ella se observa que en todos los grupos los alumnos no alcanzan el 50% de la Capacidad 1, siendo los de mejor resultado el grupo E1, y el de peor, el grupo control. Esta tendencia serviría para comparar luego en el Postest si continúa la tendencia actual, o bien, si hubo algún grado de adquisición de la competencia estudiada.

		E1 (%)	E2 (%)	C (%)
PUNTAJE	1-4	5,0	4,3	4,6
	5-8	10,0	4,3	13,6
	9-12	15,0	21,7	27,3
	13-16	15,0	21,7	13,6
	17-20	45,0	26,1	27,3
	21-24	10,0	8,7	13,6
	25-28	,0	8,7	,0
	29-32	,0	,0	,0
	33-36	,0	4,3	,0
	37-40	,0	,0	,0

**Tabla 6.4-** Capacidad 1- Pretest 2011



Gráfica 6.4- Capacidad 1- Pretest 2011

**Conclusiones Capacidad 1:** “de utilizar las leyes de Newton para explicar los fenómenos físicos”.

Resumiendo las conclusiones a todos los indicadores, se podría colegir:

- Los tres grupos presentan características similares, mostrando que ninguno de ellos estuvo expuesto a una enseñanza formal sobre Interacciones y las leyes de la Dinámica.
- Los alumnos tienen un concepto intuitivo de  *fuerza*, que dista de ser el concepto científico, pero que les sirve para interpretar el mundo cotidiano. Puede ser “algo” energético. Algo que cae sobre los cuerpos, o que los cuerpos producen sobre otros.
- No reconocen el concepto de *interacción*, por lo que no pueden explicar -o lo hacen en forma equivocada- los fenómenos presentados en el Pretest.
- Cuando dibujan fuerzas, lo hacen con “flechas”, que pueden ser curvas o rectas, que “salen” de cualquier cuerpo o “caen” sobre los cuerpos.

Lo expresado muestra la necesidad de incluir en la Unidad didáctica actividades que acerquen dicho conocimiento, aunque éste no sea el eje principal de la estrategia que se quiere implementar en esta investigación.

- **Capacidad 2** “De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo”

Esta capacidad se analiza a través de cinco indicadores:

1. Explica los fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo

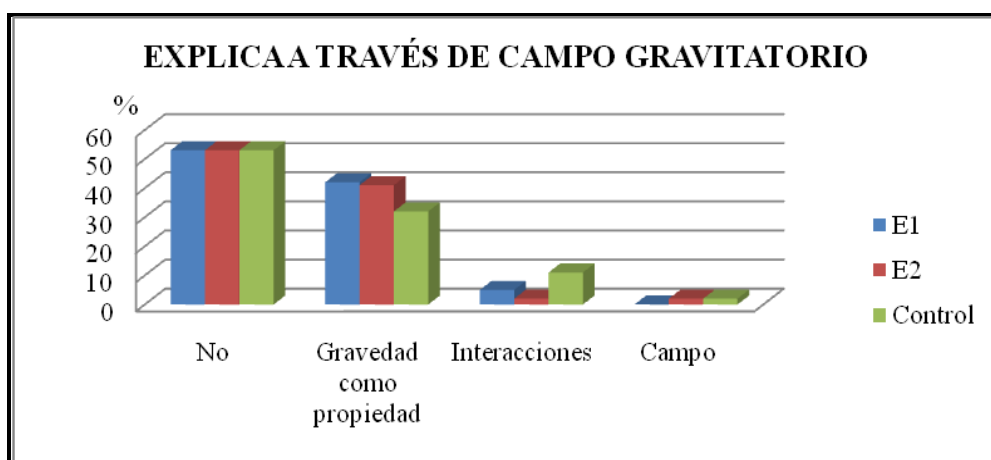
Para analizar este indicador se extrajeron evidencias de las respuestas a las preguntas 4 y 5.



CATEGORÍAS	E1	E2	C
No	53%	53%	53%
Gravedad como propiedad	42%	41%	32%
Interacciones	5%	2%	11%
Campo	0%	2%	2%

**Tabla 6.5-** Explica a través de campo gravitatorio- Pretest 2011

Como se observa en la Tabla 6.5 y en la Gráfica 6.5, los tres grupos tienen un comportamiento similar a la hora de contestar las preguntas. El porcentaje que no contesta o lo hace en forma errónea supera el 50%. Alrededor del 40 % de los alumnos reconocen a la “gravedad”, como propiedad exclusiva de la Tierra de atraer otros cuerpos. Indican un porcentaje mínimo (2%), que alrededor de la Tierra se produce un campo gravitatorio, pero sigue siendo exclusividad de la misma.



**Gráfica 6.5-** Explica a través de campo gravitatorio- Pretest 2011

## 2. Explica los fenómenos eléctricos a través del concepto de campo

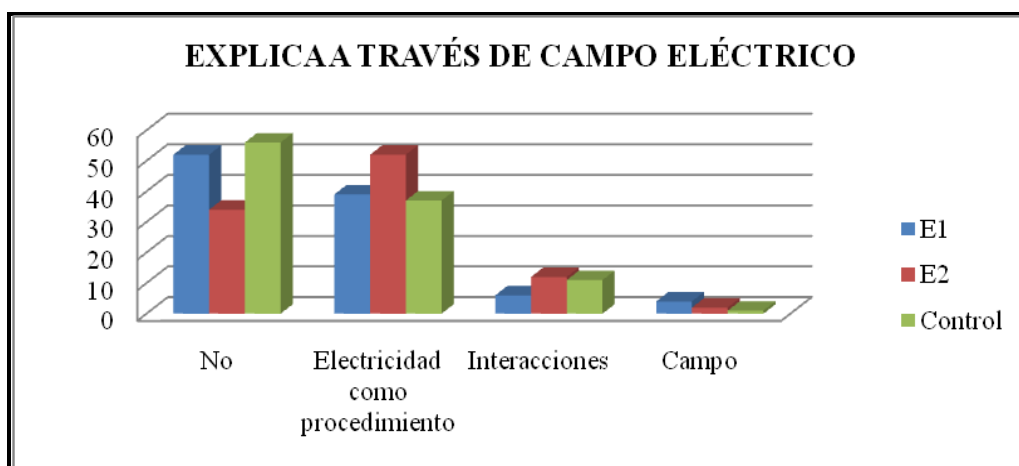
Para este indicador las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las preguntas 6, 7, 8 y 9.

CATEGORÍAS	E1	E2	C
No	52%	34%	56%
Electricidad como procedimiento	39%	52%	37%
Interacciones	6%	12%	11%
Campo	4%	2%	1%

**Tabla 6.6-** Explica a través de campo eléctrico- Pretest 2011

Dichas respuestas muestran que los alumnos no pueden explicar, en un gran porcentaje (cercano al 40%), los fenómenos de origen eléctrico, o lo explican a través del magnetismo. Un porcentaje similar, lo explica a través de procedimientos: los cuerpos se electrizan por rozamiento y por contacto con cuerpos electrizados. No pueden explicar lo que sucede cuando los cuerpos no están en contacto. Suelen hacerlo a través de la palabra “estática”, que aparentemente no entienden. Un acercamiento al conocimiento científico es dado por quienes responden en base a interacciones entre cuerpos, a través de fuerzas eléctricas (alrededor del 10 % de los alumnos). El concepto

de campo eléctrico es utilizado por un porcentaje mínimo, y en estos casos, las explicaciones no son completas.



**Gráfica 6.6-** Explica a través de campo eléctrico- Pretest 2011

3. *Explica los fenómenos magnéticos a través de concepto de campo*

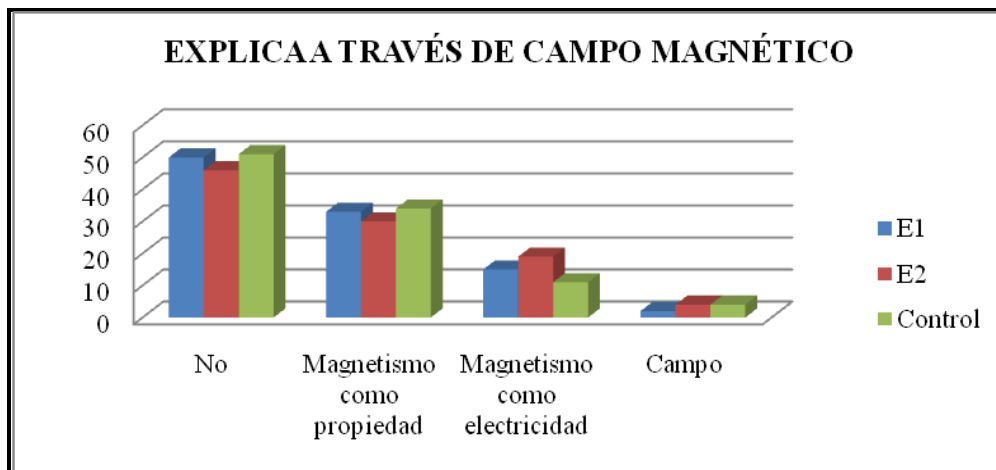
Las evidencias fueron extraídas de las preguntas 10, 11, 12, 13, 14 y 15. La pregunta 14 es netamente conceptual, no representa un fenómeno observable, y a priori se partió de la suposición de que un gran porcentaje de alumnos no podrían contestarla en el Pretest, pero se esperaba pudieran hacerlo en el Postest.

En la Tabla 6.7 y Gráfica 6.7, donde se utilizan para el análisis de las respuestas los niveles explicativos dados por Guisasaola et al. (2003), podemos observar que la mitad de los alumnos no pueden explicar los fenómenos magnéticos. El 33% aproximadamente reconoce al magnetismo como propiedad de los imanes para atraer o rechazar imanes, y no pueden explicar porqué atraen elementos que contienen hierro. El 15% interpreta que la atracción magnética es debido a la acumulación de cargas positivas y negativas en los polos, y si se acercan dos polos con igual tipo de carga se rechazan y si tienen distinto tipo de cargas, se atraen. Finalmente, y ante la pregunta 15 -donde una foto de una bobina por la que circula corriente atrae clavos- introducen la idea de campo magnético generado por la corriente eléctrica, en forma intuitiva. Esta interpretación la realiza entre el 2 y el 4% de los alumnos.

Podemos destacar, además, que las repuestas de los tres grupos se asemejan en los porcentajes, mostrando la homogeneidad de los mismos respecto de esta variable.

CATEGORÍAS	E1	E2	C
No	50%	46%	51%
Magnetismo como propiedad	33%	30%	34%
Magnetismo como electricidad	15%	19%	11%
Campo	2%	4%	4%

**Tabla 6.7-** Explica a través de campo magnético- Pretest 2011



**Gráfica 6.7-** Explica a través de campo magnético-Pretest 2011

#### 4. Reconoce fuentes del campo

Este indicador se analiza por separado en los tres campos. En las respuestas se trata de observar si los alumnos reconocen los elementos que son fuentes de los diferentes campos. En todos los análisis se buscan tres tipos de evidencias, que se muestran a continuación:

- ✓ No muestra en su respuesta el origen del campo
- ✓ Incorrecta: expresa fuentes, pero lo hace en forma equivocada, por ejemplo el campo gravitatorio generado por los polos de la tierra
- ✓ Sí reconoce las fuentes.

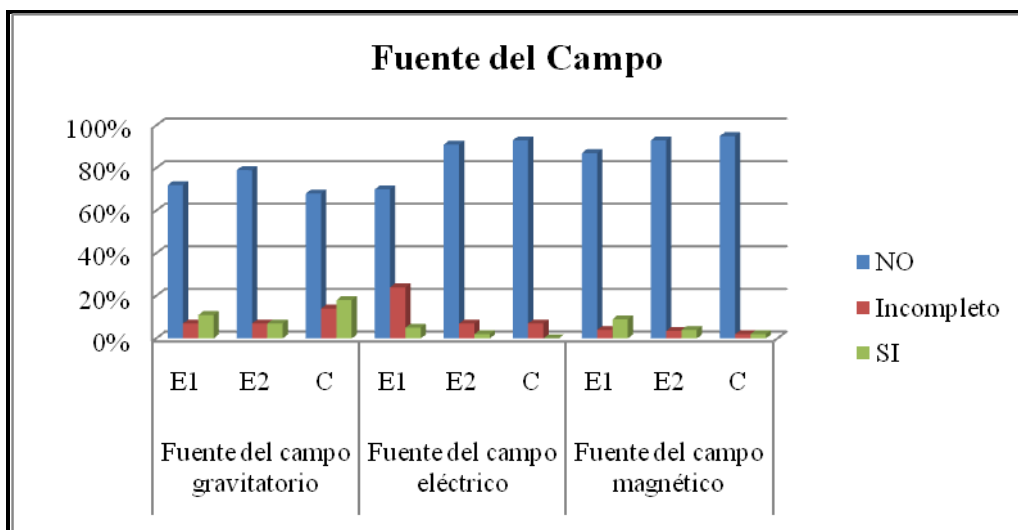
En este caso las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las siguientes preguntas:

- Fuente del campo gravitatorio: 4 y 5
- Fuente del campo eléctrico: 6 , 7 y 9
- Fuente del campo magnético: preguntas 10,11,12,13,14 y 15

	Fuente del campo gravitatorio			Fuente del campo eléctrico			Fuente del campo magnético		
	E1	E2	C	E1	E2	C	E1	E2	C
NO	72%	79%	68%	70%	91%	93%	87%	93%	95%
Incompleto	7%	7%	14%	24%	7%	7%	4%	4%	2%
SÍ	11%	7%	18%	5%	2%	0%	9%	4%	2%

**Tabla 6.8-** Fuente del Campo- Pretest 2011

En la Gráfica 6.8 podemos observar un desconocimiento generalizado de todos los grupos respecto de qué origina los diferentes campos, aunque en mayor medida respecto del campo magnético. Hay un porcentaje cercano al 10%, tal como se observa en la Tabla 6.8, que reconoce como fuente del campo gravitatorio a cuerpos con gran masa, tales como la Tierra.



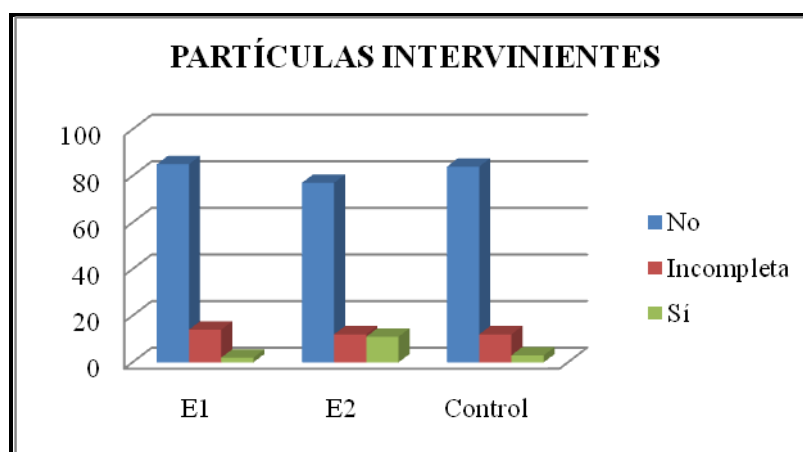
Gráfica 6.8- Fuente del Campo- Pretest 2011

5. Partículas intervinientes

En este indicador se trabajaron todos los campos juntos y las evidencias fueron extraídas de las respuestas a 12 preguntas diferentes, de la 4 a la 15. Con el mismo se quiere saber si los alumnos reconocen qué elementos intervienen en los fenómenos y porqué.

CATEGORÍAS	E1	E2	C
No	85%	77%	84%
Incompleta	14%	12%	12%
Sí	2%	11%	3%

Tabla 6.9- Partículas intervinientes- Pretest 2011



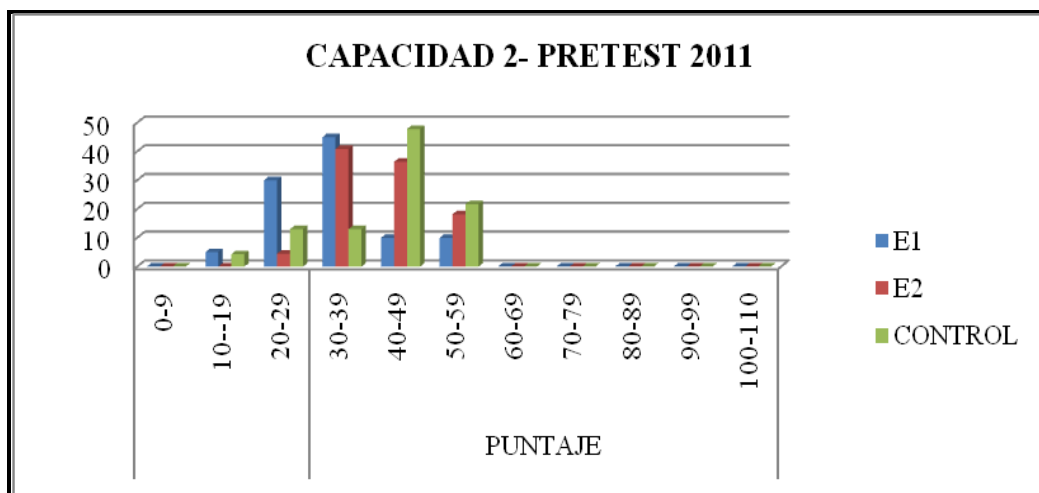
Gráfica 6.9- Partículas intervinientes- Pretest 2011

Tal como se realizó con la Capacidad 1, esta capacidad fue evaluada sumándose los valores correspondientes a cada categoría que componían los distintos indicadores, extraídos de las preguntas. El total del puntaje sumaba 110 puntos, y el resumen de las respuestas es la siguiente.

		E1 (%)	E2 (%)	C (%)
PUNTAJE	0-9	0	0	0
	10--19	5	0	4,3
	20-29	30	4,5	13
	30-39	45	40,9	13
	40-49	10	36,4	47,8
	50-59	10	18,2	21,7
	60-69	0	0	0
	70-79	0	0	0
	80-89	0	0	0
	90-99	0	0	0
	100-110	0	0	0

**Tabla 6.10-** Capacidad 2- Pretest 2011

Se observa -tanto en la Gráfica 6.10 como en la Tabla 6.10- una distribución de repuestas similar a las observadas en la Capacidad 1, en los tres grupos. Hay una mayor concentración de alumnos cuyos valores de Capacidad 2 oscilan entre los 30 y los 50 puntos de 110 posibles, siendo casi nulo a partir de los 60. Esta apreciación nos permitiría comparar con los valores que se obtengan de la Capacidad 2 al finalizar el Postest, de modo de inferir la eficacia o no de la estrategia utilizada.



**Gráfica 6.10-** Capacidad 2- Pretest 2011

**Conclusiones Capacidad 2:** “De utilizar el concepto de Campo para explicar los fenómenos físicos”

En general, la mayoría de los estudiantes de los tres grupos (dos experimentales y uno control), no utiliza el concepto de Campo para explicar los distintos fenómenos presentados en el Pretest. Hay un gran porcentaje, cercano al 50% que no contesta o lo hace en forma incoherente. También hay un gran porcentaje, cercano al 40%, que se encuentra en el segundo estadio explicativo:

- ✓ Reconoce la “gravedad” como propiedad de la Tierra de atraer cuerpos, aunque no pueden explicar qué es.
- ✓ Interpreta los fenómenos eléctricos a través de procedimientos, aunque la carga eléctrica como tal no viene mencionada. Se indica que por “rozamiento” los cuerpos se cargan de “estática”.
- ✓ Explica los fenómenos magnéticos como propiedad de los imanes, que acumulan cargas positivas y negativas en sus polos. Coincide con los estudios hechos por Guisasola et al. (2003) respecto del magnetismo como electricidad. Según estos estudios, esta forma explicativa también es utilizada por estudiantes de ingeniería y de profesorado, persistiendo en ellos las concepciones previas, no obstante haber pasado por la intervención áulica correspondiente.
- ✓ En general, reconoce parcialmente las fuentes de los campos, y no interpreta sobre qué tipo de partículas actúan los mismos.

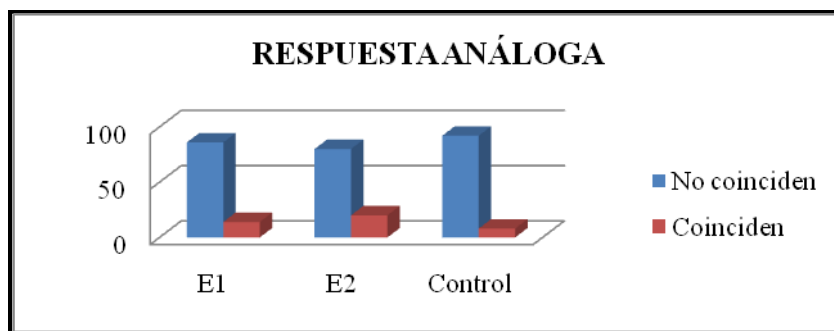
• **Capacidad 3:** “De reconocer situaciones análogas y extrapolar conclusiones”

Esta capacidad es analizada a través de las respuestas que debiera observar el alumno al encontrarse con fenómenos similares o bien, no siendo fenómenos del mismo tipo (gravitatorios, eléctricos o magnéticos), podrían asemejarse análogamente y responderse en consecuencia.

Para ello se incorporaron al Pretest preguntas que podrían responderse utilizando analogías, tales como (2-3)- (5-9)-(6-7)- (14-15).

CATEGORÍA	E1	E2	%	C	%
No coinciden		86%	80%		92%
Coinciden		14%	20%		8%

**Tabla 6.11-** Respuesta análoga- Pretest 2011



**Gráfica 6.11-** Respuesta análoga- Pretest 2011

Como se observan en la Tabla 6.11 y la Gráfica 6.11, más del 80 % de los alumnos no responden en forma análoga a preguntas semejantes. Posiblemente no puedan reconocer las semejanzas dado que desconocen el fenómeno científico que subyace en cada problemática planteada. No obstante cabe destacar que los dos grupos experimentales utilizan en mayor medida (cercana al 20%) las analogías respecto del grupo Control (8%).

#### 6.4.1.2. Estadísticas Paramétricas

- I. Se realizó un Análisis de varianza simple ANOVA, con el software SPSS18, para contrastar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las medias de las muestras respecto de la variable dependiente. El nivel de significación utilizado (sig.) es de 0,05.
- II. Se realizó un análisis de comparaciones múltiples (Tukey), de modo de verificar si hay o no diferencias estadísticas y entre qué grupos

En este caso la variable de agrupación o variable independiente fue la variable “grupo”, que consta de 3 categorías: E1, E2 y C.

Como variables dependientes seleccionamos la Capacidad 1 y la Capacidad 2.

Las Hipótesis nulas podemos describirlas como:

**H<sub>01</sub>**: no existen diferencias estadísticas significativas en la Capacidad 1 “de utilizar las leyes de Newton para explicar fenómenos físicos” en función de los distintos grupos de alumnos.

**H<sub>02</sub>**: no existen diferencias estadísticas significativas en la Capacidad 2 “de analizar los fenómenos a través del concepto de campo” en función de los distintos grupos de alumnos.

A la vista de los resultados presentados en las tablas 6.12 y 6.13, se puede inferir:

✓ Aceptamos la **H<sub>01</sub>** asociada con la F cuya Sig. es mayor que 0,05. Podemos afirmar que **no existen** diferencias significativas en la Capacidad 1 inter-grupos.

✓ Si bien en el ANOVA se observa que hay diferencias significativas en la Capacidad 2, el análisis de Tukey (de comparaciones múltiples) muestra que dichas diferencias se observan en el grupo Experimental 1 respecto de los otros dos. Rechazamos entonces, la **H<sub>02</sub>**: existen diferencias significativas en la Capacidad 2.

Cabe destacar que dicha diferencia puede ser positiva para el análisis del Postest, porque nos encontramos con un grupo experimental y el grupo control sin diferencias significativas, que permitiría ver el contraste Pre-Post.

		Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Capacidad 1</b>	Inter-grupos	4,258	2	2,129	,875	,422
	Intra-grupos	150,880	62	2,434		
	Total	155,138	64			
<b>Capacidad 2</b>	Inter-grupos	8,619	2	4,310	4,349	,017
	Intra-grupos	61,442	62	,991		
	Total	70,062	64			

**Tabla 6.11-** ANOVA- Capacidad 1 y Capacidad 2

Pero, además, los grupos E2 y C, que no presentaron diferencias significativas en la Capacidad 2 entre sí, las tendrían respecto del grupo E1 (Véase Tabla 6.12. Esto permitiría visualizar -después de la estrategia propuesta, si E1 alcanza niveles similares a los otros dos grupos.

**HSD (honestly significant difference) de Tukey**

Variable dependiente	(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Capacidad 1	Exp1	Exp2	-,328	,477	,771	-1,47	,82
		Control	,286	,482	,824	-,87	1,44
	Exp2	Exp1	,328	,477	,771	-,82	1,47
		Control	,615	,465	,389	-,50	1,73
	Control	Exp1	-,286	,482	,824	-1,44	,87
		Exp2	-,615	,465	,389	-1,73	,50
Capacidad 2	Exp1	Exp2	-,796*	,304	,030	-1,53	-,06
		Control	-,782*	,308	,036	-1,52	-,04
	Exp2	Exp1	,796*	,304	,030	,06	1,53
		Control	,014	,297	,999	-,70	,73
	Control	Exp1	,782*	,308	,036	,04	1,52
		Exp2	-,014	,297	,999	-,73	,70

Tabla 6.12-HSD de Tukey

**6.4.2. Análisis cualitativo de respuestas al Pretest**

Para contrastar el análisis cuantitativo de las respuestas, se analiza también, a modo de ejemplo, algunas respuestas a las preguntas del Pretest.


Para el análisis de la **Capacidad 1**, se analizaron las cuestiones 2 y 3. Si bien pertenecen a los grupos indicados, todos los nombres utilizados son ficticios.

*Pregunta 2: Una persona está sentada sobre una silla. Indica qué fuerzas se ejercen sobre la persona y cuáles sobre la silla. Grafica las fuerzas.*

**Ejemplo 1.** Respuesta de Nico alumno de E2.



La fuerza que ejerce la persona es la fuerza de gravedad y la fuerza que ejerce la silla es la fuerza de gravedad y el peso de la persona




Podemos observar que:


- a) el alumno no grafica las fuerzas, si bien se especifica en la pregunta,
- b) logra identificar tres fuerzas, una sobre la persona, y dos sobre la silla, siempre de acción. No obstante, confunde las fuentes, al hablar que la persona “ejerce” la fuerza de gravedad,
- c) no existen fuerzas de reacción.

**Ejemplos 2 y 3.** Respuestas de Emi y Nico, alumnos de E2

- Sobre la persona ejerce la fuerza de Energía potencial  
 - Sobre la silla ejerce la fuerza



- Sobre la persona Energía potencial  
 - Sobre la silla Estática



En este caso los alumnos:

- a. confunden fuerza con energía, probablemente por estar al momento de este test estudiando en el espacio curricular de Física, el módulo de Energía,
- b. reconoce una fuerza en la silla, pero no logra identificarla.

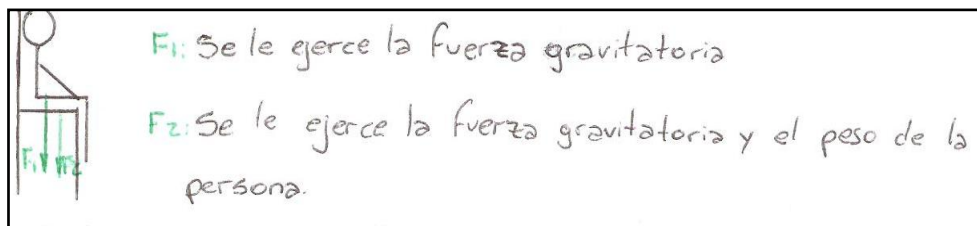
**Ejemplo 4.** Respuesta de Sebastián, alumno de E2



En esta respuesta el alumno dibuja una fuerza sobre la cabeza de la persona, y la identifica como gravedad, como si cayera desde arriba.

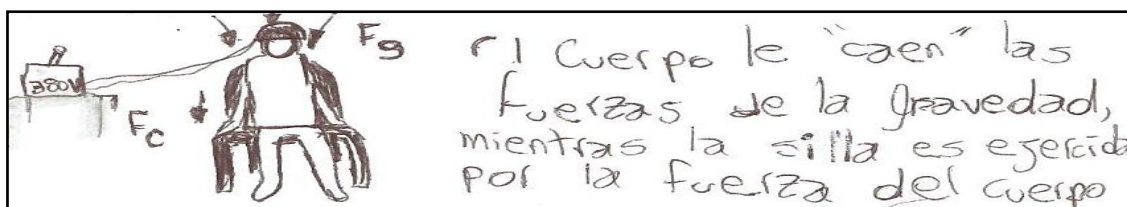
**Ejemplo 5.** Diego, alumno de C

Se puede observar que el alumno identifica las fuerzas de acción, y las grafica aparentemente desde el centro de gravedad de cada cuerpo. No identifica ni grafica reacciones.



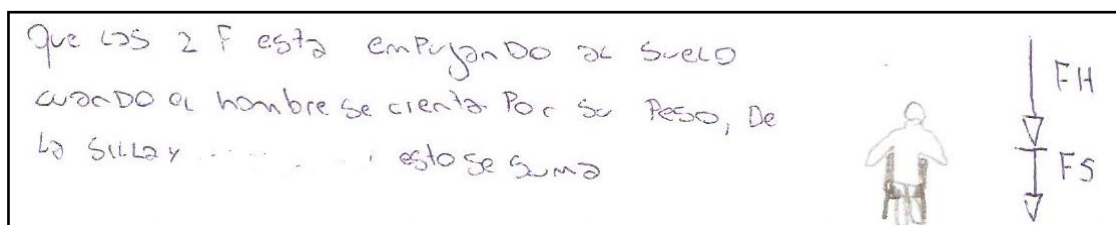
**Ejemplo 6.** David. Alumno de C

Como se observa, el alumno interpreta que se ejercen Fuerzas de gravedad sobre la persona: le caen. Posiblemente, y coincidiendo con Vilches (2004), confundan fuerza gravitatoria con el concepto de Presión, idea que parece sustentar la forma en que ha graficado dichas fuerzas. Tampoco dibuja fuerzas de reacción.

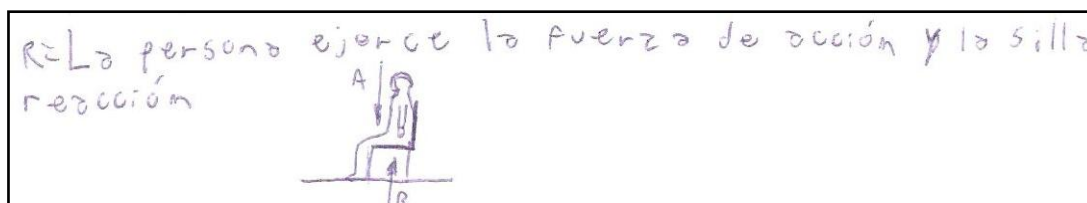


**Ejemplo 7.** Roque, alumno de C

Roque especifica dos fuerzas, aparentemente los pesos del hombre y de la silla, que tienen igual dirección y sentido, por lo que suma sus magnitudes. El sistema, entonces ejerce esa fuerza sobre el piso. No describe reacciones.

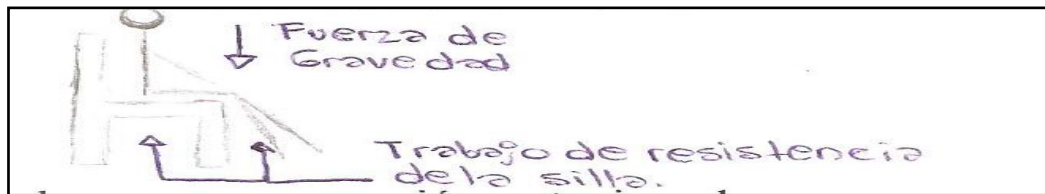


**Ejemplo 8.** Nicolás. De C.



En este caso el alumno ha reducido el esquema a dos fuerzas, posiblemente debido a la interpretación que hace de la pregunta. Reconoce la interacción entre cuerpos, pero dibuja en forma equivocada las fuerzas: la acción es dibujada sobre la persona, y la reacción, sobre la silla.

**Ejemplo 9.** Nabil. De E1



El ejemplo tiene similitudes con el anterior. En el dibujo se observa:

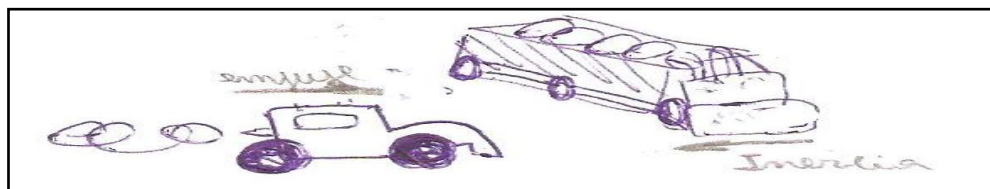
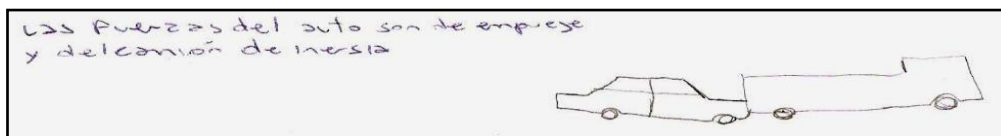
- La fuerza gravitatoria como algo que cae sobre el cuerpo. Esto indicaría que no reconoce la fuente de la fuerza.
- La confusión entre fuerza y trabajo.

**Pregunta 3:** *Un auto choca con un camión estacionado cuyo peso es tres veces mayor. Indica cómo son las fuerzas de interacción que se ejercen. Realiza el gráfico de fuerzas correspondiente para cada cuerpo.*

**Ejemplos 1 y 2.** Emi y Sebastián. E2

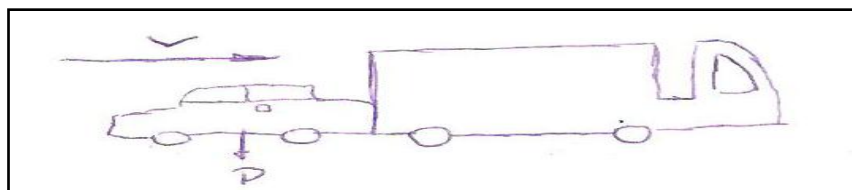
En el análisis de las respuestas podemos observar:

- Identifican una de fuerza de empuje, pensando en el efecto que produciría al chocar.
- Confunden la inercia con una fuerza



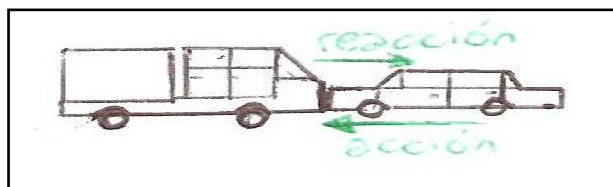
**Ejemplo 3:** Pablo. E2.

En este caso el alumno parecería confundir fuerza con velocidad, coincidiendo con Vilches(2004). El camión no ejerce ninguna fuerza, solamente el cuerpo que está en movimiento.



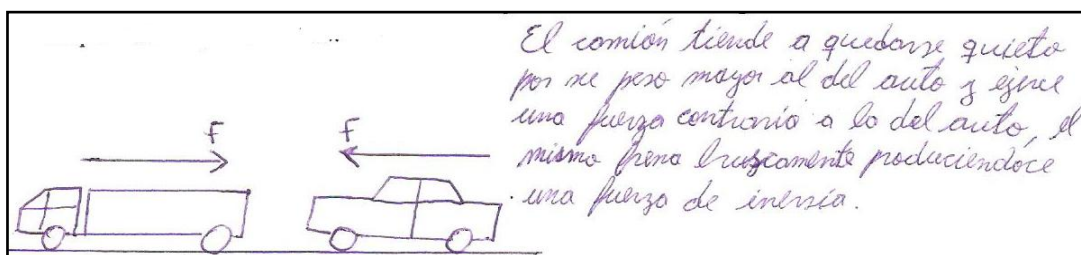
**Ejemplo 4.** Diego. 1º8º.

El dibujo representado nos indicaría que el alumno ha estado en contacto con las leyes de Newton. Dibuja la fuerza de acción del auto y de reacción del camión, aunque no indica nada respecto de sus magnitudes. Tal cual las ha dibujado, parecieran ser una mayor que la otra.



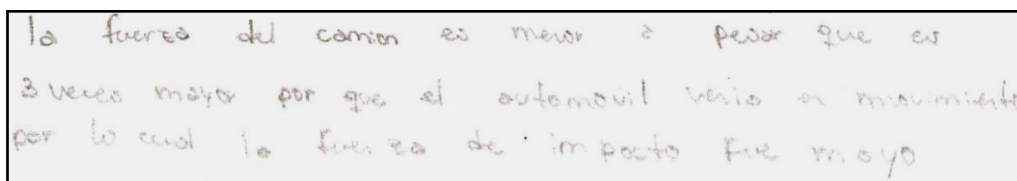
**Ejemplo 5.** Roque. De C

El alumno presenta dos fuerzas iguales, y de sentido contrario, e indica que el camión tiende a quedarse quieto, debido a su peso mayor. En este sentido, cumpliría con la ley de masas. Pero, por otro lado, expresa que el auto se frena bruscamente produciéndose una “fuerza de inercia”, que aparentemente no puede dibujar.

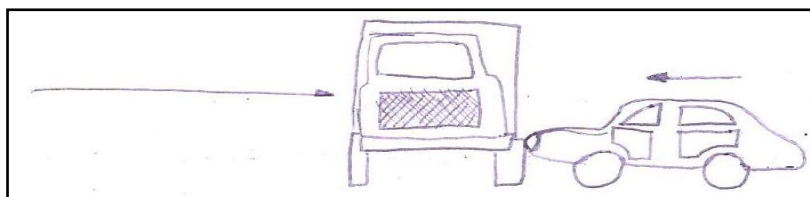


**Ejemplo 6.** Luis. De C

En este caso, identifica que existen dos fuerzas, pero considera la del camión menor, por estar parado. No identifica el principio de interacción.



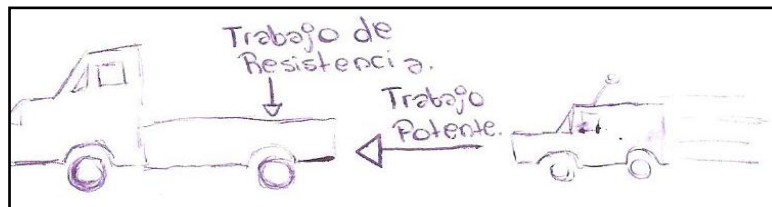
**Ejemplo 7.** Nicolás. De C



Existen dos fuerzas contrarias, pero una 3 veces más grande que la otra. Reconoce que las fuerzas se dan de a pares, pero que esta fuerza depende de la masa.

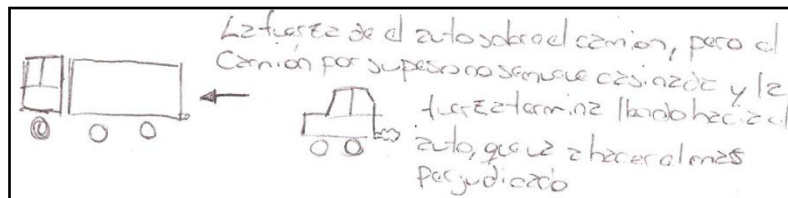
**Ejemplo 8.** Nabil. De E1.

Nuevamente podemos observar el trabajo como fuerza, con representación vectorial. Los conceptos fuerza, energía y trabajo vuelven a entremezclarse. Podría suponerse, también, que ha querido indicar que la fuerza ejercida por el auto realiza un trabajo potente. En este caso las “dos fuerzas” dibujadas no son opuestas, por lo que no representan el principio de interacción.



### Ejemplo 9. Jonathan. E1

El alumno interpreta que existe una fuerza sobre el camión, aplicada por el auto, que no se moverá frente a esta, por lo que la fuerza cambiaría de sentido y lo deformaría.



**Conclusiones de la Capacidad 1:** Coincidiendo con lo investigado a través del estudio cuantitativo, los alumnos no aplican las leyes de Newton para explicar los fenómenos expuestos. Pero, además, el análisis de las respuestas dadas, nos permite reconocer que:

- confunden el concepto de fuerza con el de trabajo y el de velocidad,
- la fuerza gravitatoria es una fuerza que cae sobre los cuerpos,
- la fuerza gravitatoria es confundida con el concepto de presión,
- si bien dibujan las fuerzas con un vector, no reconocen el punto de aplicación,
- confunden la fuerza con la acción que provoca: deformación, cambio de movimiento, etc.
- la inercia es una fuerza, que adhiere los cuerpos al piso,
- ante la falta de los conocimientos necesarios para responder a las cuestiones encontradas, explican los fenómenos tratando de utilizar conceptos físicos estudiados recientemente, tales como trabajo y energía, aunque se les haya pedido que indiquen las fuerzas.

Los nombrados son algunos de los preconceptos que deben tenerse en cuenta al momento de llevar a cabo la unidad didáctica, y sobre los cuales se debe trabajar.

- Para el estudio de la **Capacidad 2**, se analizaron las respuestas a las preguntas 5, 7, 8, 9, 11 y 15.

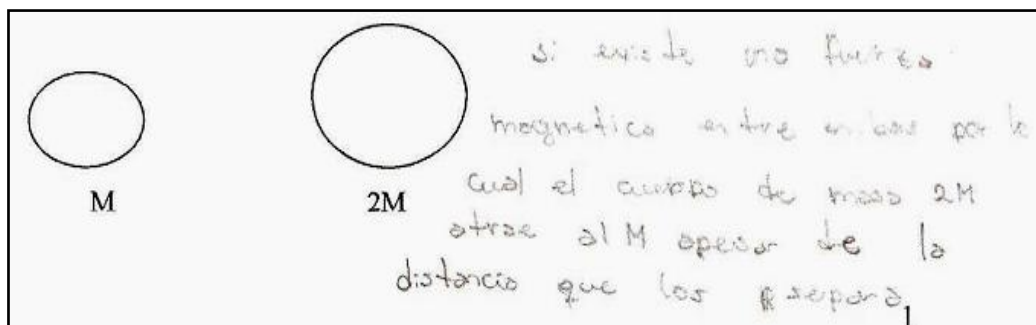
**Pregunta 5:** *Dos cuerpos de masa  $M$  y  $2M$  respectivamente ( la segunda el doble que la primera) se hallan solos en el espacio, enfrentados a una determinada distancia. ¿existen fuerzas entre ambas? ¿Cómo son? ¿Por qué?*

Esta pregunta fue introducida para visualizar si el alumno reconoce la existencia de fuerzas entre cuerpos que tienen masa, si aplican el principio de acción y reacción, reconociendo la magnitud, dirección y sentido de dichas fuerzas y si introducen en concepto de campo gravitatorio como agente de las interacciones.

En general, la mayoría de los alumnos no responden la pregunta o simplemente indican que no se producen fuerzas. Sin embargo, algunos estudiantes intentan explicaciones alternativas, como los de los ejemplos siguientes.

**Ejemplo 1.** Gabriel, E2

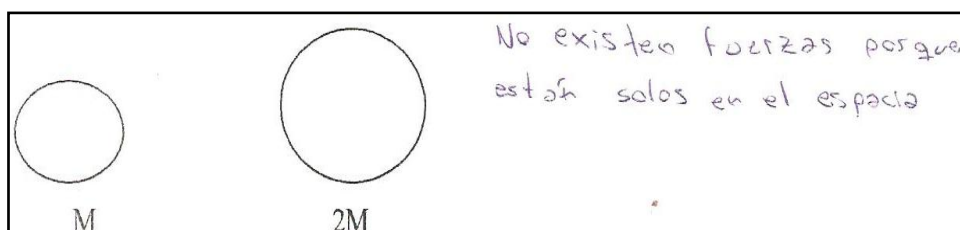
En este caso, el alumno reconoce fuerzas entre los cuerpos, pero le da un origen magnético. Coincide con lo expresado en el análisis de los libros, posiblemente producto del mal uso de las analogías.



Además, interpreta que la masa mayor es la única que actúa, atrayendo a la menor. Acentúa la idea de fuerzas a distancia en forma explícita, al expresar “...a pesar de la distancia que los separa”

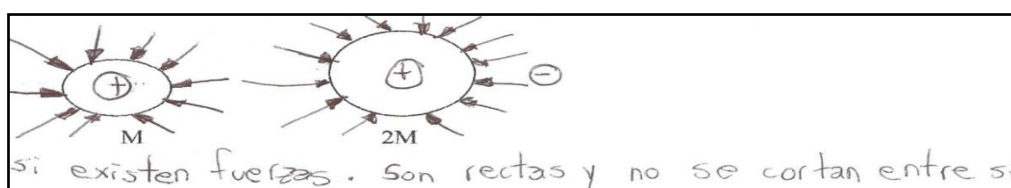
**Ejemplo 2.** Nicolás, E2

El alumno no reconoce las fuentes de las fuerzas, y por ello tampoco la existencia de las mismas. Pero, además, indica que no pueden existir fuerzas, porque los cuerpos se encuentran en el espacio. Posiblemente la idea de espacio como lugar vacío no le permita reconocer la posibilidad de interacciones a distancia.



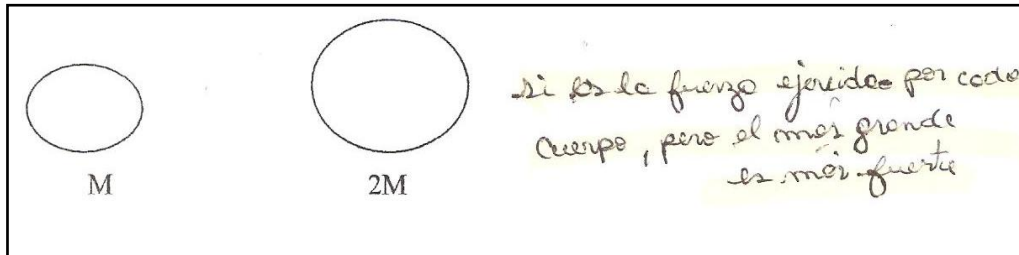
**Ejemplo 3.** Franco, E1

Juan es uno de los alumnos que han repetido el curso. En su respuesta se evidencia la transferencia de sus conocimientos desde el campo eléctrico al gravitatorio. Además, confunde líneas de campo y sus características, con la representación y concepto de fuerza. Muestra como el estudiante trata de anclar su respuesta a sus conocimientos previos, si bien estos son confusos.



#### Ejemplo 4. Gastón, del grupo C

En este ejemplo, reconoce que ambos cuerpos se ejercen fuerzas, pero no logra interpretar que ambas fuerzas deberían ser iguales, independientemente de las masas, y que lo que varía es el efecto que se provocan.



#### Pregunta 7: Mira la fotografía e intenta explicar por qué el peine atrae el pelo.

Esta pregunta, reforzada por la fotografía, trata de encontrar evidencias del nivel explicativo donde se encuentra el alumno:

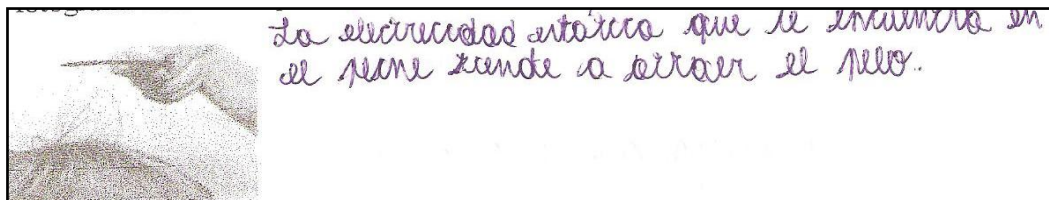
- Si explica el fenómeno a través de mecanismos de electrización.
- Si interpreta el concepto de carga, y de fenómenos de interacción a distancia.
- Si analiza la inducción eléctrica como un fenómeno producido por el campo eléctrico.

En este caso, la mayoría de los alumnos escribió solo la palabra “estática” para explicar el fenómeno. Se presenta a la estática con jerarquía propia, como se interpreta también a la “gravedad”; la primera, relacionada a la electricidad y la segunda, como propiedad de la Tierra.

No obstante lo indicado, algunos alumnos intentaron una explicación más completa del fenómeno. Se presentan a continuación algunos ejemplos.

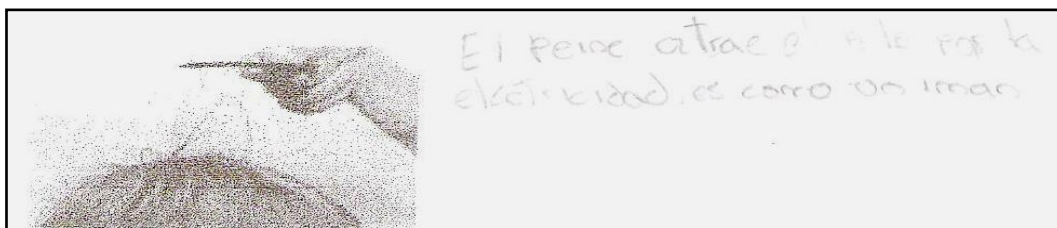
#### Ejemplo 1. Nicolás, del grupo C

El estudiante indica como responsable del fenómeno a la electricidad estática, aunque no expresa cómo se produce la misma, ni los distintos sucesos que llevan a provocar la atracción del pelo.



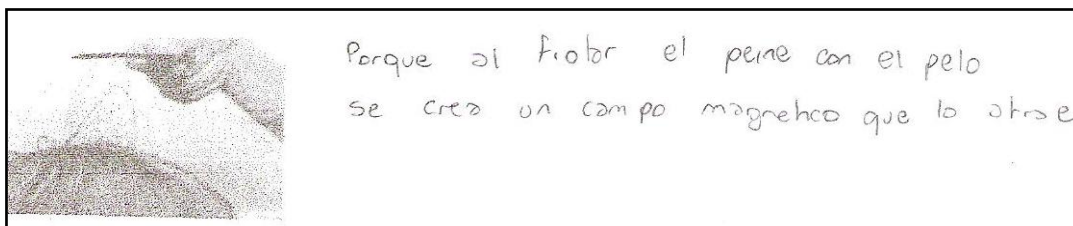
#### Ejemplo 2. Sebastián, del grupo E1

Aquí pone como causa del fenómeno a la electricidad y realiza a continuación una analogía con un imán. Es interesante observar como frente a una necesidad explicativa usa un análogo conocido por todos.



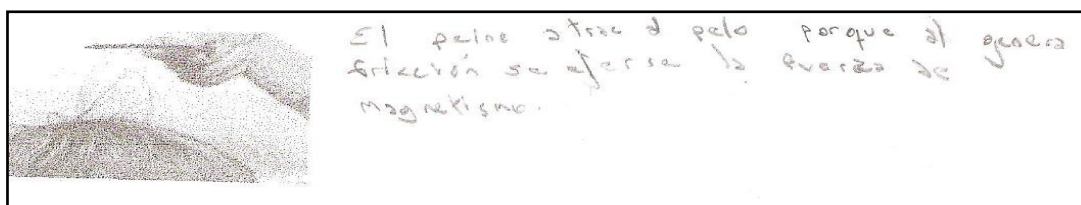
**Ejemplo 3.** Ale, del grupo E2

En este caso, explica a través de campo, pero le atribuye características magnéticas. El frotamiento del peine con el pelo crea el campo, que a su vez interactúa con el pelo.



**Ejemplo 4.** Nico, de E2

Explica que la fricción provoca una fuerza magnética que atraería al pelo.



Los últimos tres ejemplos nos muestran al campo magnético como posible análogo sobre el cual partir en la estrategia didáctica. Es decir, el campo magnético como referencia para explicar otros tipos de campo.

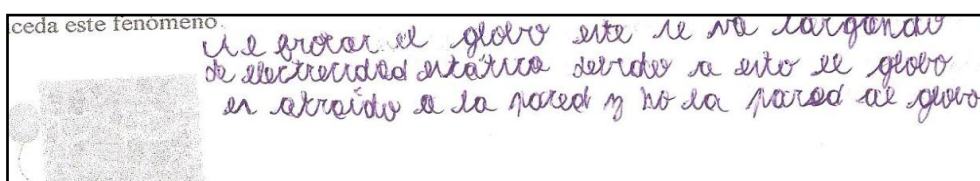
**Pregunta 8:** *Un globo frotado se queda adherido a la pared. Explica qué procesos llevan a que suceda este fenómeno.*

Como en la pregunta 7, la idea es encontrar el nivel explicativo en donde se encuentra el estudiante, pero además, observar si reconoce que el fenómeno es análogo al anterior.

En general, responden que es un fenómeno de “estática”, sin dar más detalles. No obstante se analizan algunos ejemplos donde tienden a explicar el fenómeno como análogo al anterior.

**Ejemplo 1.** Nicolás, del grupo C

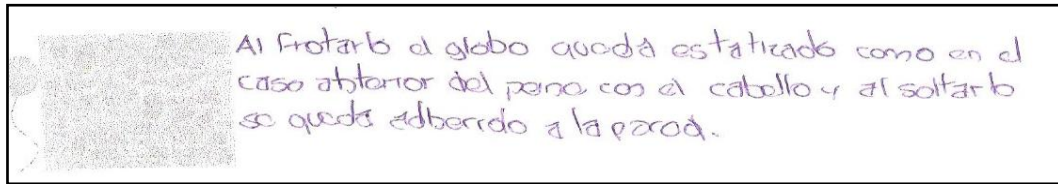
Tal como lo expresara en la pregunta anterior, Nicolás indica como responsable a la electricidad estática, producto en este caso a un proceso de frotamiento, aunque no puede reconocer las interacciones mutuas.



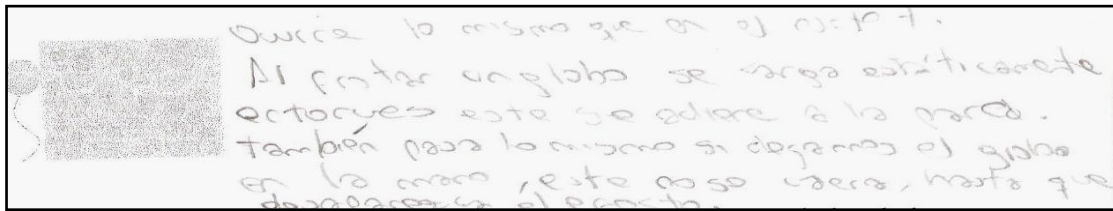


### Ejemplo 2. Gastón, del grupo C

En este caso el alumno reconoce la similitud con el fenómeno de la pregunta anterior. Interpreta que debido al frotamiento el cuerpo adquiere un nuevo estado, una nueva propiedad que le permite adherirse a la pared (no reconoce interacciones ni campo).



### Ejemplo 3. Franco, de E1



El alumno hace un análisis similar al del ejemplo 3, dando, además otro ejemplo similar.

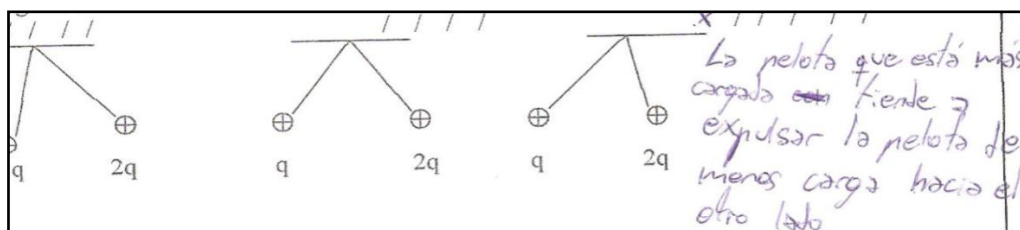
**Pregunta 9:** *Dos pelotas de poliestireno de igual masa  $m$ , cargadas con cargas de igual signo, están suspendidas de un hilo una al lado de la otra. La carga de una de las pelotas es el doble de la otra. Elige el diagrama apropiado para mostrar el desplazamiento angular relativo entre ellas. Justifica la respuesta.*

Esta pregunta, es utilizada para encontrar evidencias sobre si el alumno:

- reconoce partículas intervinientes,
- reconoce las interacciones entre masas y entre cargas,
- utiliza las leyes de Newton para elegir el diagrama,
- explica el fenómeno utilizando el concepto de campo eléctrico y gravitatorio y sus fuentes,
- reconoce la analogía con la pregunta 5.

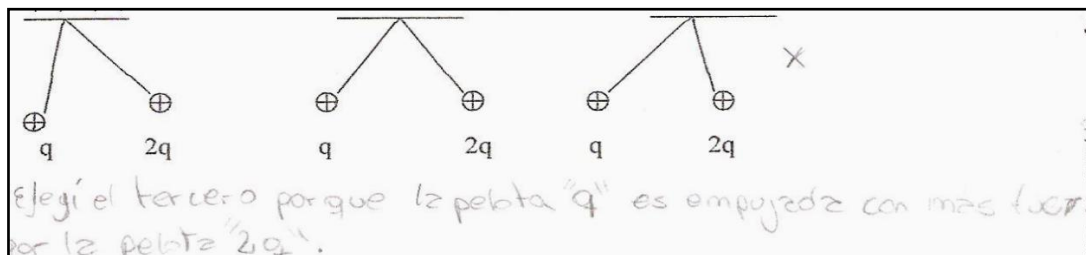
### Ejemplo 1. Miguel, de E1

La elección del tercer diagrama es la más elegida por los alumnos. En este ejemplo podemos observar que el alumno no utiliza las leyes de Newton para explicar el fenómeno, y no reconoce las partículas intervinientes. Parece olvidar en su explicación que las cargas tienen masa, y que éstas son iguales.



**Ejemplo 2.** Franco, de E1

En este caso, si bien el alumno reconoce interacciones, no puede aplicar correctamente las leyes de Newton: considera una fuerza superior a la otra. Otra vez elige la opción 3, y no considera las masas de las pelotas, ni una forma explicativa a través de campo.



Los pocos alumnos que indicaron la segunda opción (la correcta), no pudieron justificar la elección.

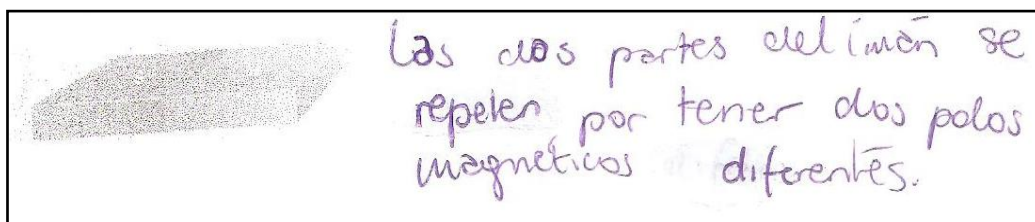
**Pregunta 11:** *Un imán consta de dos polos si corto dicho ¿Qué sucede con ellos si corto dicho imán por la mitad?, ¿se separan los polos? Explica tu respuesta.*

Esta pregunta, como las que le suceden, fue incorporada para reconocer el nivel explicativo respecto del magnetismo donde se ubica el alumno:

- El magnetismo como propiedad de un material.
- El magnetismo producto de polos donde se acumulan cargas.
- El magnetismo a través de campo y como producto de imanes elementales o cargas en movimiento.

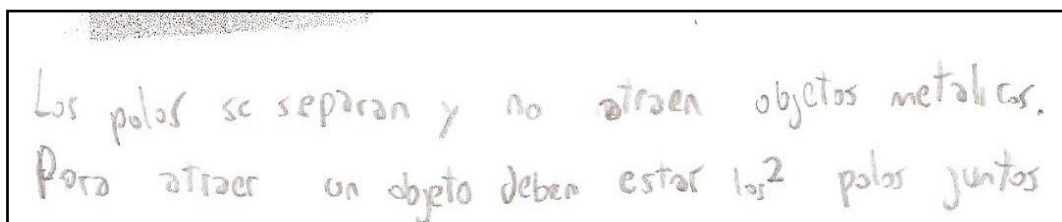
**Ejemplo 1.** Bruno, E2

Supone que los polos tienen una masa física determinada, por lo que al dividir el imán, los polos se separan.



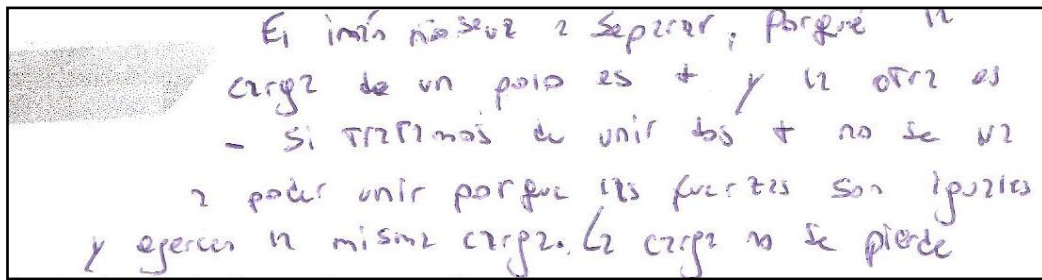
**Ejemplo 2.** Nicolás, de C

En este caso, el alumno cree que los polos son masas identificadas, que se separan, por lo que perderían su poder de atracción. Se encontraría en el primer peldaño explicativo: el magnetismo como propiedad.

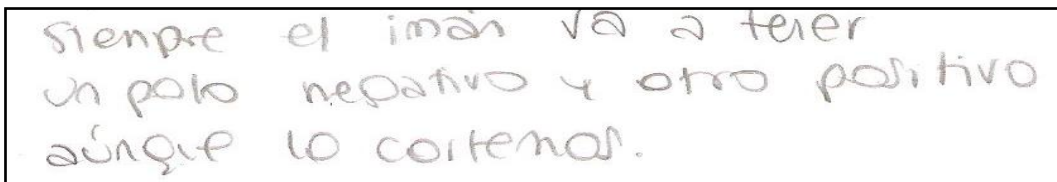


### Ejemplos 3 y 4. Juan Cruz y Miguel, de E1

Ambos consideran que los polos tienen cargas positiva y negativa. Esta es una de las formas explicativas más repetidas.



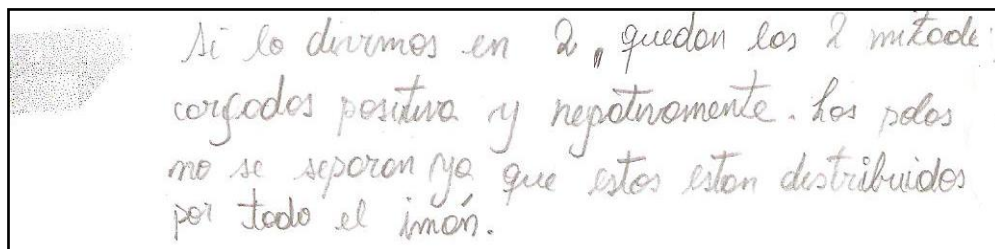
El imán no se va a separar, porque el  
carga de un polo es + y el otro es  
- Si tratamos de unir los + no se va  
a poder unir porque las fuerzas son iguales  
y ejercen la misma carga. La carga no se pierde



Siempre el imán va a tener  
un polo negativo y otro positivo  
aunque lo cortemos.

### Ejemplo 5. Sebastián, de E2

Un avance respecto de los ejemplos anteriores: considera, como los anteriores a los polos cargados de distinto signo, pero considera los polos distribuidos por todo el imán, como pequeños polos elementales.



Si lo dividimos en 2, quedan los 2 mitades  
cargados positiva y negativamente. Los polos  
no se separan ya que estos están distribuidos  
por todo el imán.

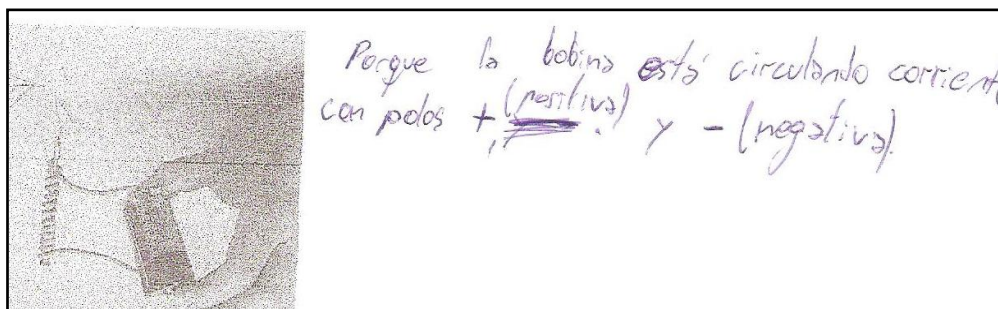
**Pregunta 15:** Si por una bobina conductora circula corriente, ésta atrae clavos o limaduras de hierro, tal como muestra la fotografía. Trata de explicar porqué los atrae.

Esta pregunta tuvo varios objetivos. Tal como se expresara en la pregunta 11, en primer lugar, su incorporación fue encontrar evidencias sobre el nivel explicativo en que se encuentra el alumno respecto del campo magnético. Pero también, observar si puede inferir la respuesta a la pregunta 14, dada la situación análoga que presenta respecto de la 15 (no obstante ser una pregunta teórica, de difícil acceso).

Se incorporan algunos ejemplos de aquellos que pudieron responder la pregunta.

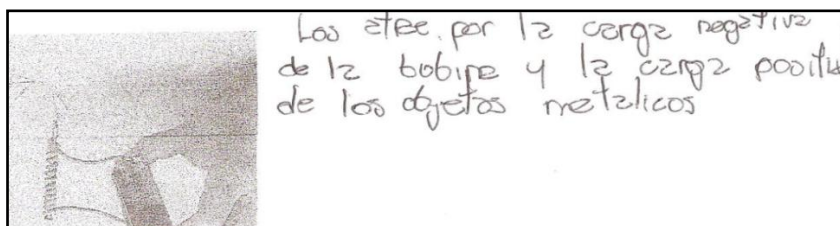
### Ejemplo 1. Juan Cruz, de E1

La respuesta que presenta coincide con la de un gran número de alumnos: siguen el nivel explicativo de polos con cargas positivas y negativas. No utiliza el concepto de Campo magnético. Tampoco explica porqué atrae elementos metálicos.



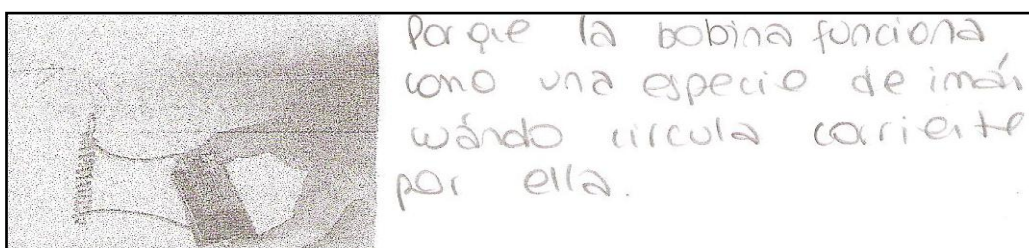
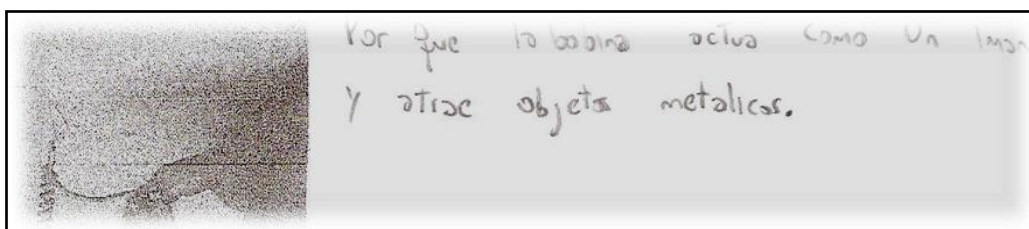
**Ejemplo 2.** Franco, de E1.

En este caso los cuerpos, bobina y clavos, quedan cargados con cargas de distinto signo, como si se tratara de fenómenos eléctricos, confusión que crearía el hecho de que los metales son buenos conductores de electricidad.



**Ejemplo 3 y 4.** Nicolás, de C y Miguel, de E1.

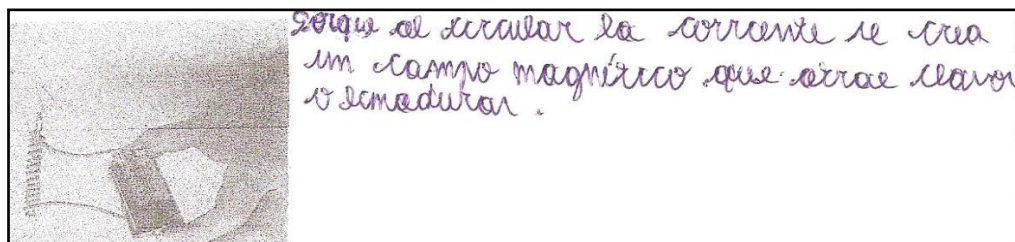
Reconocen que al circular corriente por la bobina, ésta se comporta como un imán. Sigue con el nivel explicativo del imán como propiedad, en este caso, de la bobina.



Como se puede observar, estas respuestas son las más comunes, posiblemente inducidas por el texto de la pregunta.

**Ejemplo 5.** Bruno, de E2.

Este ejemplo muestra el camino hacia una explicación a través de campo. Frente a esta respuesta, el alumno podría también contestar la pregunta 14, dado que la corriente eléctrica se trata de cargas en movimiento. No obstante no logra hacer esa transposición.



**Conclusiones de la Capacidad 2:** *Si utilizan el Concepto de Campo para explicar los fenómenos físicos.*

Los alumnos, en general, no utilizaron el concepto de Campo. Algunas de las concepciones previas que mostraron en sus repuestas se indican a continuación:

- A. El Campo Gravitatorio es una propiedad de la Tierra y únicamente de ella.
- B. El Campo Gravitatorio termina donde termina la Atmósfera.
- C. Utilizan el concepto de Campo Eléctrico y Magnético en forma indistinta. No reconocen sus fuentes.
- D. Tal como la gravedad es una propiedad de la Tierra, el magnetismo es una propiedad de los imanes.
- E. Consideran los imanes como cuerpos cargados en los polos, con cargas de distinto signo.
- F. Una bobina por la que circula corriente acumula cargas de distinto signo en su extremos, lo que provoca se comporte como un imán.
- G. Reconocen los efectos del Campo Eléctrico únicamente como “estática”, concepto indefinido, que no logran explicar ni comprender.

**Conclusiones de la Capacidad 3:** *Si utilizan la analogía para explicar fenómenos de características similares*

En general, reconocieron como fenómenos análogos aquellos producidos por el Campo Electromagnético producto del rozamiento entre cuerpos, y al que expresaron se producía por “estática”, como se encuentran en las preguntas 6, 7 y 8.

No pudieron transferir conocimientos a situaciones análogas, dado los escasos recursos explicativos y el desconocimiento científico de los temas abordados. Se encontraban, al realizar el Pretest, sin instrucción formal de la Física, mostrando en sus respuestas sus concepciones primitivas o de sentido común.

#### **6.4.3. Conclusiones del Pretest**

Debido a que el mismo fue llevado a cabo al principio del año lectivo del 2011, los alumnos de los tres cursos - E1, E2 y C- no habían tenido una enseñanza formal de los conceptos físicos necesarios para poder explicar los fenómenos que se observan en las 15 preguntas abiertas del mismo. Esto, más allá de los niveles encontrados y el análisis cuantitativo y cualitativo de las respuestas, permitió:

- **Comparar la homogeneidad de los grupos:** al respecto los estudios paramétricos indicaron que para la Capacidad 1 no existen diferencias significativas entre los grupos, no así para la Capacidad 2, pero en este caso es el grupo experimental E1 el que difiere a favor del mismo. Por lo tanto seguimos teniendo dos grupos E2 y C sin diferencias entre ellos. Esto ayudaría a interpretar los resultados en el Postest.
- **Reconocer las concepciones previas de los alumnos.** Las principales se describen a continuación:
  - No comprenden el concepto de *fuerza*, por lo que no pueden representarla. La fuerza es una entidad que “cae” sobre los cuerpos.
  - No pueden explicar los fenómenos físicos a través de las leyes de la dinámica. No reconocen el concepto de *interacción*.
  - La “gravedad” es una propiedad de la Tierra, pero no pueden explicar qué es.
  - Se explican los fenómenos eléctricos a través de los procedimientos para producirlos.
  - No reconocen el concepto de carga.
  - El magnetismo es propiedad de los imanes.
  - Los imanes atraen porque tienen acumuladas cargas positivas en un polo y negativas en el otro (en este caso se ha observado que alumnos universitarios de Física y de ingeniería continúan con esta concepción).
  - Una bobina es como un imán cuando circula corriente, pero no pueden explicar por qué.
  - No pueden explicar los fenómenos a través de la interacción entre partículas y campos
- **Reconocer, a través del análisis de los indicadores, el grado de concreción de las tres capacidades estudiadas:**
  - ❖ **Capacidad 1:** los tres grupos presentan características similares, mostrando que ninguno de ellos estuvo expuesto a una enseñanza formal sobre Interacciones y las leyes de la Dinámica. Dibujan algunas fuerzas, pero no sus reacciones. El concepto de la misma es algo “energético”, aunque les sirve para explicar su mundo cotidiano.
  - ❖ **Capacidad 2:** los tres grupos explican las atracciones gravitatorias, eléctricas y magnéticas a través de propiedades de los cuerpos y de procedimientos. La “gravedad” es una propiedad de la Tierra, por lo que los cuerpos caen; el magnetismo es una propiedad del imán; y los cuerpos adquieren “estática”, cuando se frotan. En un porcentaje menor, indican que los imanes atraen dado que los polos tienen acumuladas cargas de distinto signo. No utilizan en general el concepto de campo.

- ❖ **Capacidad 3:** Los alumnos han reconocido solo las analogías en los fenómenos eléctricos, al explicar los mismos, indicando la similitud con preguntas anteriores. Al respecto, no hay diferencia entre los grupos.

Frente al análisis de las capacidades y las concepciones previas mencionadas, el desafío fue agregar en la unidad didáctica actividades para reconocer las interacciones entre partículas, cargadas o no, el concepto, la representación y origen de las fuerzas; el reconocimiento y cálculo de fuerzas de origen gravitatorio, eléctrico y magnético y el principio de superposición (fueran las fuerzas de igual o distinto origen). De este modo sentar las bases para construir, a través de analogías, el concepto de campo. El desafío es tal, dado que se cuenta con muy poco tiempo para realizarlo.

## 6.5. Análisis complementarios

Además del análisis del Pre y Postest, se realizaron análisis complementarios durante la aplicación de la Unidad Didáctica:

- A. Análisis de las representaciones de campo:** para reconocer las ideas previas de los alumnos respecto de la representación de los distintos campos y visualizar cómo utilizan la analogía para representarlos.
- B. Análisis del Trabajo de Integración de Campos:** para reconocer el grado de consecución del modelo de campo. Se analizaron algunas respuestas correspondientes a la Actividad 18, que se utilizó como evaluación de proceso.
- C. Transcripción de respuestas a la pregunta 17 del Trabajo de Interacciones y Campos, parte A:** para observar cómo, a través del ejemplo de un campo de temperaturas, los alumnos encuentran campos análogos. Con dicha pregunta se buscaba crear una imagen de campo, donde las partículas que entran al mismo interactúan con él y no con sus fuentes.

### 6.5.1. Análisis de las representaciones de campo

Se analizaron los dibujos correspondientes a las Actividades 10 y 12.

Los ejemplos que aquí se adjuntan, en algunos casos son personales, en otros representan el consenso de todo el grupo de trabajo. (Se recuerda que las actividades se realizaban en equipos de 4 a 5 alumnos).

#### Análisis de la Actividad 10

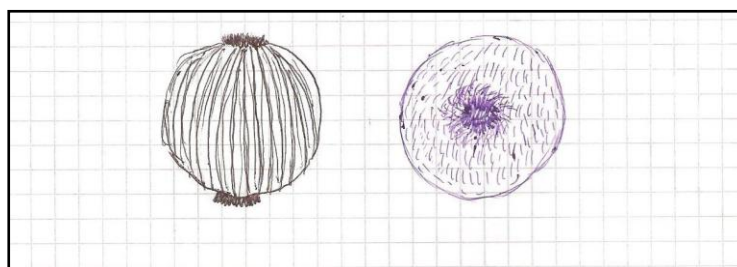
La Actividad 10 comenzaba con el dibujo por parte del alumno de la configuración que producían limaduras de hierro alrededor de un imán. Dicho imán también se movía para observar cómo cambiaba la disposición de las limaduras. Se explicaba el significado de las líneas que formaban las limaduras a las que llamamos *líneas de fuerza*, como forma de representar las características del campo.

Tal como se expresara en el Capítulo 4, se dibuja primero el campo magnético, dado que permite deducir, a través de la configuración de las limaduras, sus características. Es decir, formaría una imagen mental de un espacio modificado por la presencia del

imán, con propiedades propias, que interactúa con las partículas que entran en él, diferente punto a punto.

### Ejemplo 1

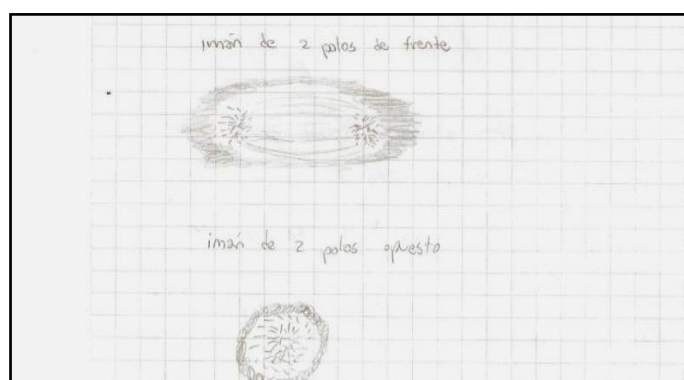
En este caso se visualiza la mayor concentración de limaduras en los polos. Las líneas parecieran cortarse, al debilitarse el campo, y no poder mantener las limaduras más allá de lo observable. La vista desde los polos también muestra un contorno circular donde aparentemente terminaría el campo. Furió y Guisasola, 1999, lo llamaron el efecto “halo”, para explicar la atracción que ejercen los cuerpos ligeros (en este caso limaduras de hierro), en su proximidad.



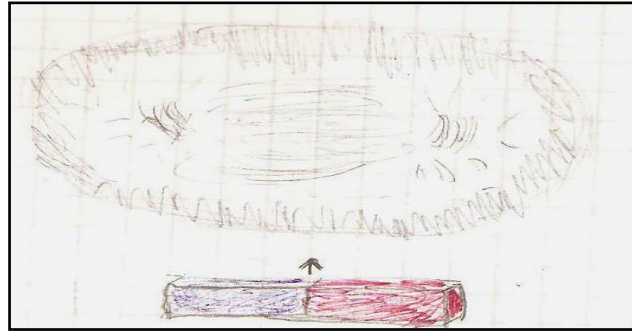
### Ejemplo 2 y 3

En el dibujo se observa la orientación de las limaduras por el imán, y fuera de esa configuración, las limaduras que no lograron ser orientadas, lo que mostraría el debilitamiento del campo. En este caso, también, el alumno dibujó la mayor concentración de limaduras orientadas en los polos.

El movimiento del imán supuso observar, por parte de los alumnos, un campo tridimensional, que los gráficos de libros, y el propio imán estático no permiten visualizar.

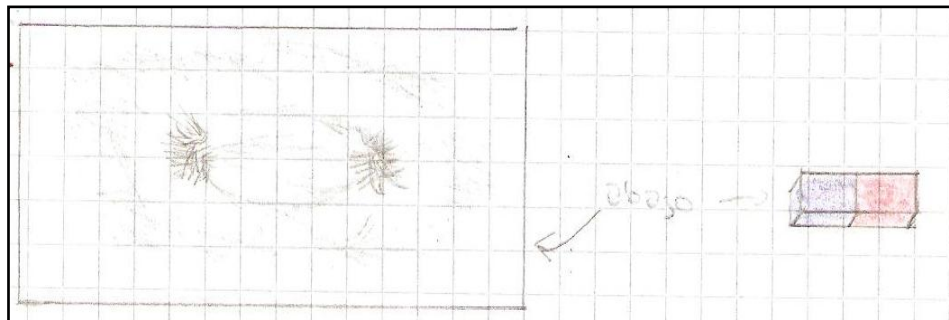






#### Ejemplo4:

En este ejemplo, marca fuertemente la concentración de las limaduras en los polos, y si bien se dibujan en forma suave las líneas de fuerza, pareciera no querer representarlas. Esto se debería, posiblemente, a la persistencia de sus ideas previas, de atracción en los polos como propiedad de los imanes. Rechazaría la idea de un campo magnético a su alrededor, a pesar de estar observando su configuración.



#### Análisis de la Actividad 12

En la Actividad12 se pidió al alumno que, análogamente dibujara la forma que tenía el Campo Gravitatorio, alrededor de la Tierra, y el Campo Eléctrico alrededor de un cuerpo cargado. En la clase se les sugirió que pensaran hacia dónde irían los cuerpos o cuerpos cargados, que entraran en dicho campo. Se animó a los estudiantes a hacer sus propias representaciones, todas válidas, de modo que no “copiaran” las que se presentan en la bibliografía.

Algunos de los dibujos realizados son incorporados en este apartado, para analizar:

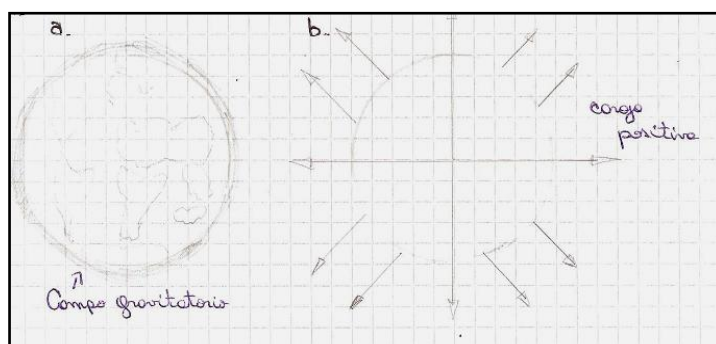
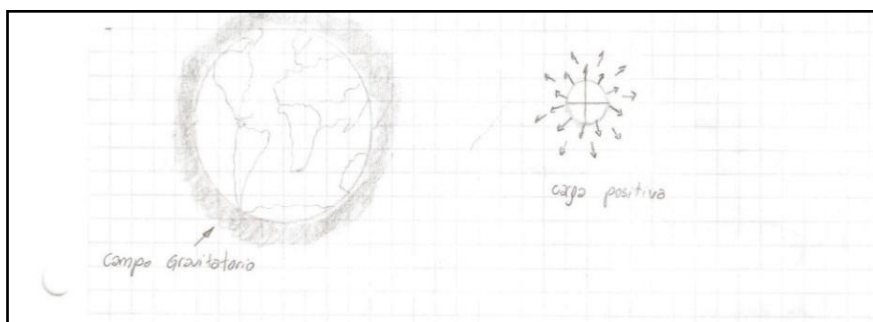
- Cómo utiliza la analogía para representar situaciones con características comunes, en este caso, los diferentes campos.
- Cuál es la idea que los alumnos traen respecto del concepto de *Campo*.

En esta actividad el alumno debía, después de la experiencia con imanes, dibujar la forma del campo gravitatorio y alrededor de una carga positiva, tal cual suponía era dicho campo.

#### Ejemplos 5, 6 y 7

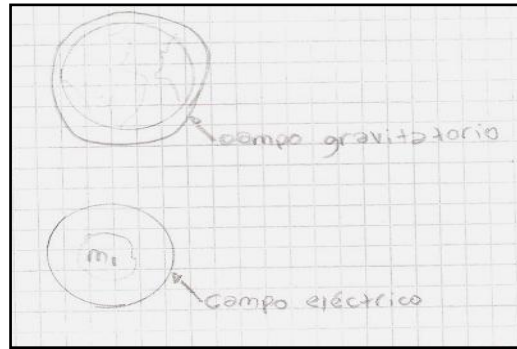
En los dibujos siguientes se observa:

- El campo gravitatorio sería asimilado a la capa atmosférica, y finaliza con la misma: esto coincidiría con lo expresado por Furió y Guisasola (1999), respecto de que considera al campo como un halo alrededor del cuerpo, y que necesitarían, para su existencia un medio material (Watts. 1982).
- El campo eléctrico se representa con pequeñas fuerzas salientes, posiblemente por utilizar los conceptos vistos en el tratamiento de interacciones entre cargas. Mostraría la transferencia de conocimientos para explicar el fenómeno. (Se recuerda que los alumnos ya analizaron, estudiaron y compararon los distintos tipos de interacciones).



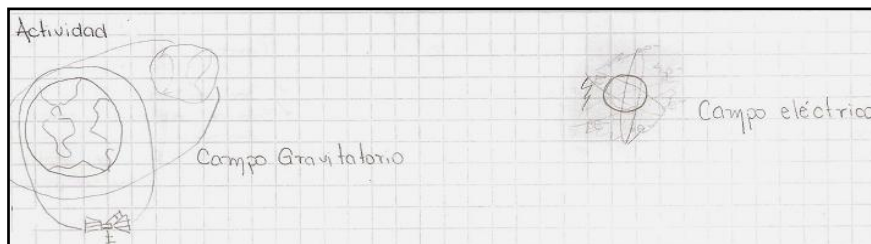
### Ejemplo 8

En los dibujos se observa que el concepto de *halo* se mantendría en los dos campos, tanto en el eléctrico como en el gravitatorio, no habiendo hecho ninguna transferencia analógica de los conceptos aprendidos o de la representación observada del imán.



### Ejemplo 9

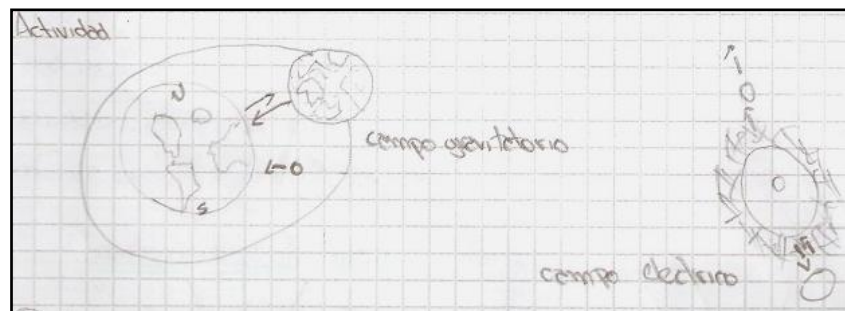
En este ejemplo, que se repite en todos los alumnos que componen el grupo de trabajo, dado el consenso para dibujarlas, el campo gravitatorio y eléctrico son representados por órbitas, por las que se mueven los cuerpos y partículas que entran en él.



### Ejemplo 10

En los dibujos de este ejemplo se puede observar que el campo gravitatorio estaría circunscripto hasta la órbita de la luna, y todo cuerpo, más pequeño que ella, sería atraído hacia la tierra.

Con respecto a la carga, marca un espacio, donde se ejercen fuerzas de atracción mutua o de repulsión de cargas (que ha dibujado ambas salientes). Esto indicaría que interpreta a las fuerzas como saliendo de los cuerpos, y no como de la acción de uno sobre el otro.

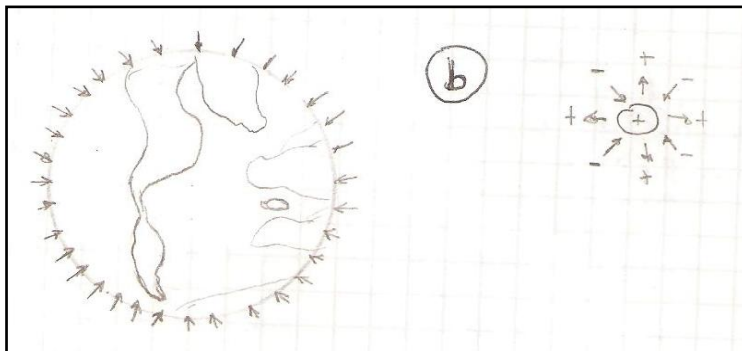


### Ejemplo 11

Si bien en este caso dibujan lo que serían las líneas de fuerza del campo gravitatorio, se circunscriben a un espacio muy pequeño, posiblemente, hasta donde consideran llega la capa atmosférica. Nuevamente mostrarían la necesidad de un medio material que produzca la interacción.

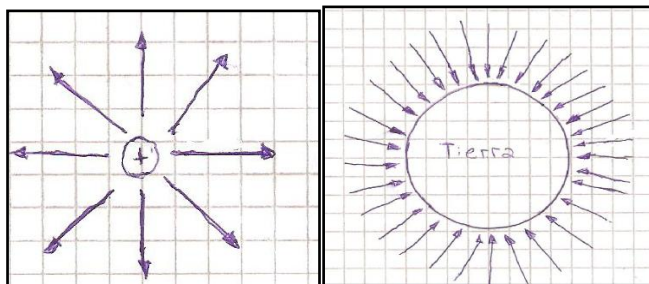
Respecto del campo eléctrico, las líneas de fuerza son dibujadas según sea la carga que entra positiva o negativa. Más allá de no haber tenido un aprendizaje formal de campo, al momento de realizar esta actividad, el alumno ha hecho una transferencia analógica

de las fuerzas eléctricas. No obstante, mostraría que no interpretan al campo como independiente de la carga que entra al mismo, salto epistemológico que habrá que intentar subsanar.



### Ejemplo 12

Finalmente, uno de los grupos de trabajo resolvió dibujar el campo eléctrico en la forma que es representado en los libros de consulta, y por analogía, habría dibujado el campo gravitatorio.



### Discusiones y conclusiones del análisis de las representaciones de Campos

Concordando con investigaciones anteriores (Martín y Solbes, 1999 y 2001; Furió y Guisasola, 1999; Watts, 1982; entre otros), observamos en general, que las concepciones previas de los alumnos, a través del análisis de sus representaciones, presentan las siguientes características:

- Identificarían el campo como un espacio alrededor del imán, de la carga o de la Tierra, donde estos ejercen su influencia.
- Ese espacio tendría límites bien definidos. Respecto del campo gravitatorio terrestre terminaría donde termina la atmósfera. Coincidiría con las respuestas del Pretest, donde justifican en la pregunta 5, que no hay fuerzas entre cuerpos aislados en el espacio, porque no hay aire. Mostraría la necesidad de un medio material que transmita la fuerza, tal como la necesitaron durante siglos los científicos.
- Al momento de realizar las representaciones de los campos, los alumnos habían estudiado las interacciones entre las distintas partículas, y, al intentar representar el campo, utilizarían representaciones de fuerzas.
- Se observó, en los dibujos del campo magnético, las dificultades que presentan los alumnos al momento de representar lo que visualizan. Mostraría la necesidad

de desarrollar las habilidades de observación (Díaz de Bustamante y Giménez, 1996).

Coincidimos con Martín y Solbes (1999), que indican que dada la abstracción de los conceptos implicados, - no relacionables fácilmente con la vida cotidiana - podemos desorientar a los alumnos cuando explicamos las interacciones entre partículas a través de fuerzas, de campos, de energía, etc., sin mostrar las diferencias y los distintos ámbitos de aplicación.

Por otro lado, tal como aparece en los libros de texto y coincidiendo con Martín y Solbes (2001), el campo se presenta vacío de significado. No se llega a diferenciar claramente la teoría *mecanicista* de la de *campos*, dado que no analizan las diferencias e implicancias que supone interpretar los fenómenos a través de interacciones entre campos o mediante fuerzas a distancia.

Por consiguiente, uno de los desafíos de la intervención áulica es encontrar los mecanismos para introducir el concepto del campo, y la necesidad de su existencia para explicar los fenómenos eléctricos y magnéticos.

### 6.5.2. Análisis del Trabajo de Integración de Campos

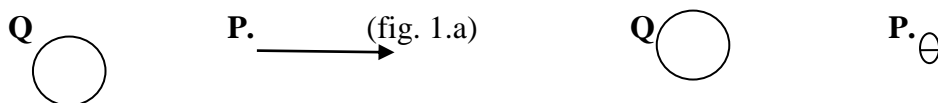
Para este análisis se utilizaron las respuestas al test que compone el Anexo 17. Dicha evaluación, realizada al finalizar la Unidad Didáctica, tuvo como fin observar cómo los alumnos analizan y argumentan diversas preguntas de carácter conceptual sobre Campos, y de este modo reconocer si interpretan cualitativamente sus características y si las diferencian de las correspondientes a las fuerzas de interacción.

Este trabajo, a diferencia de las demás actividades, fue presentado tanto a los grupos experimentales como al grupo control y fue realizado en equipos.

Podemos destacar que si bien los alumnos de este último grupo pudieron durante el transcurso de sus clases responder cuestiones cuantitativas y graficar fuerzas y campos (alrededor del 65% de los alumnos), solo pudieron responder con solvencia la cuestión 2 del trabajo de integración. Mostraría que los alumnos del grupo control no lograron interpretar el concepto de campo y su utilidad.

A continuación se muestran algunas respuestas de los equipos que conforman los grupos experimentales a las cuestiones planteadas.

Pregunta 1: *En un punto P del espacio, cercano a la carga Q Positiva (fig. 1.a) se ha representado el valor de la intensidad de campo eléctrico E en ese punto. ¿Cuál sería la representación del campo eléctrico si en ese punto se ubica una carga negativa muy pequeña? Dibuja la representación del campo y explica tu contestación.*



Fuente: Furió y Guisasola, 2001

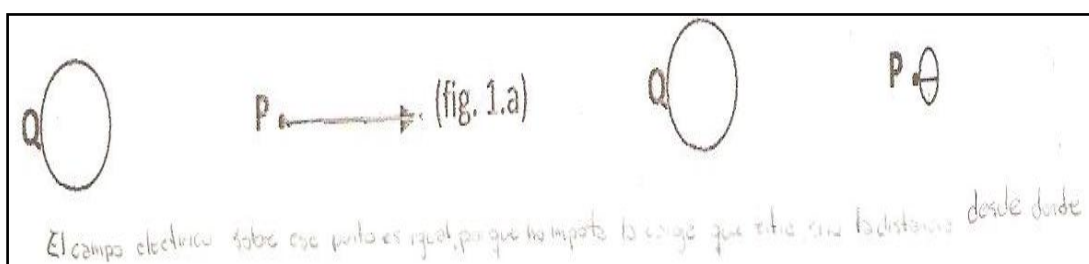
#### Ejemplo 1

El ejemplo que se expone, es la respuesta dada por cerca del 40% del grupo E2 y el 45% del grupo E1. Seguirían confundiendo el concepto de campo con el de fuerza, por lo que dibujan la fuerza que se produciría sobre la carga negativa. Hay que destacar que no interpretan que la fig.1.a muestra el vector campo en el punto aunque en él no existe ninguna carga. Tampoco explican su respuesta.



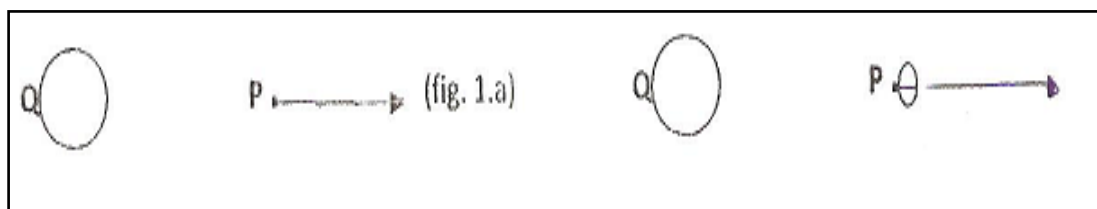
### Ejemplo 2

En este caso particular, los alumnos no dibujan el campo, pero indica que el campo es similar, dado que no depende de la carga que entra en el mismo, sino de la distancia del punto a la carga que lo genera.



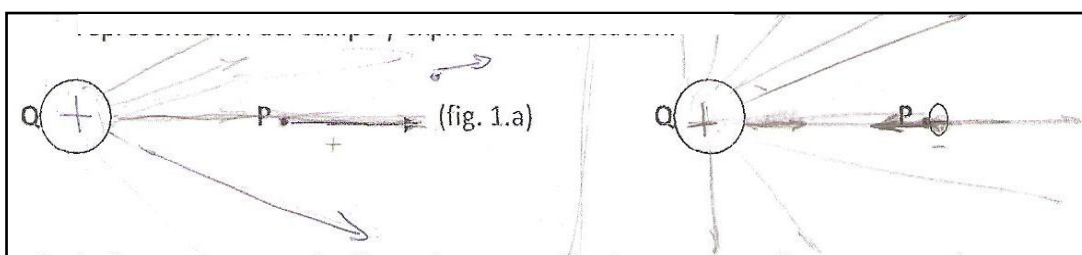
### Ejemplo 3

El 40 % del grupo E2 y el 35% del grupo E1 dibujan el campo de igual magnitud, dirección y sentido en el punto donde se ubica la carga negativa, que cuando no había carga en dicho punto, pero no explican el porqué.



### Ejemplo 4

En importante -si bien no escribieron comentario alguno- el análisis subyacente en el dibujo de fuerzas y campos. En el primero reconocen que el campo es saliente, identificando además la carga como positiva, y considerando que en un punto más lejano es de menor intensidad. En la segunda carga dibujaron el campo saliente y las dos fuerzas de interacción, cuando la carga se sitúa en el punto.

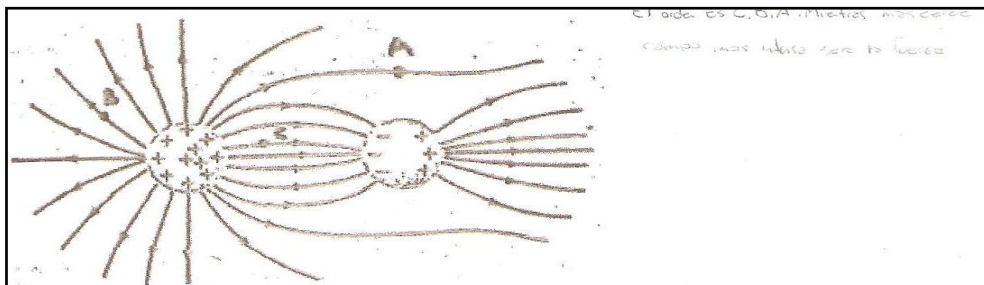


**Pregunta 2:** La figura representa las líneas de campo eléctrico correspondiente a un conductor esférico cargado cerca de un conductor esférico sin carga. Ordena los puntos A, b y C de mayor a menor intensidad, explicando el por qué (Furió y Guisasola, 2001).

En general, casi todos los alumnos de los tres grupos pudieron ordenar los puntos acertadamente, posiblemente utilizando el criterio que donde se observa una mayor densidad de líneas de fuerza, es donde el campo es más intenso. No obstante, son muy pocos los alumnos que argumentan sus respuestas, aunque ninguno de ellos explica el porqué de la configuración mostrada. Se describen a continuación dos ejemplos de las mismas.

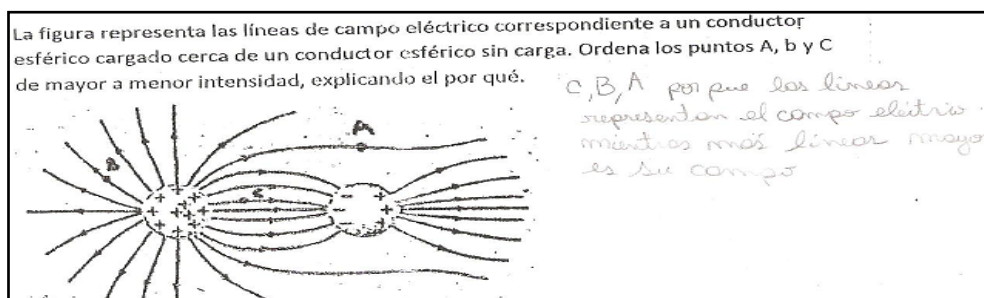
#### Ejemplo 5

El alumno pareciera no entender qué debe argumentar. Ordena los puntos e indica que donde el campo es más intenso producirá una mayor fuerza, sin reconocer que la fuerza también depende de la magnitud de la carga que entra en ese punto y no solo del campo. Más allá de no explicar el porqué del orden dado, mostraría su confusión entre ambos conceptos (de fuerza y de campo).



#### Ejemplo 6

En este caso, coincidente con el 10% de los grupos experimentales, el alumno explica su elección, indicando que “las líneas representan el campo eléctrico, mientras más líneas, mayor es su campo”, eligiendo así los puntos según la densidad de líneas.



**Pregunta 3:** Dibuja el vector intensidad de campo creado por una carga de  $Q = +2C$  en el punto A en los tres casos siguientes:

- |                                  |   |    |
|----------------------------------|---|----|
| a) En A hay una carga $q = +1 C$ | Q | A. |
| b) En A hay una carga $q = -1C$  | Q | A. |
| c) En A no hay nada              | Q | A. |




Justifica las respuestas

Fuente: Martín y Solbes, 2001




Cabe destacar que todos los alumnos del grupo control dibujaron los vectores fuerza en las cargas positiva y negativa que entra en el punto A, y no dibujaron campo en el punto A sin carga, mostrando la confusión de conceptos. En cambio, en los grupos experimentales reconocieron el campo en el punto A sin carga, aunque las dificultades se comentan a continuación.

Ejemplos 7, 8 y 9




En las respuestas siguientes observamos que los alumnos dibujan las fuerzas que se van a ejercer sobre las cargas que entren en el punto A en los dos primeros, y así lo explican, confundiendo ambos conceptos. Respecto del caso c, dibujan el campo en ese punto, saliente, dado que la carga que lo genera es positiva, pero no lo pueden explicar, o lo hace en forma incomprensible.

a) En A hay una carga $q = +1\text{ C}$	Q		Porque las cargas se repelen
b) En A hay una carga $q = -1\text{ C}$	Q		Porque las cargas son atractivas
c) En A no hay nada	Q		Porque no hay vector como el anterior sería

Justifica las respuestas

a) En A hay una carga $q = +1\text{ C}$	Q		A. las cargas en movimiento + expulsan las masas hacia afuera
b) En A hay una carga $q = -1\text{ C}$	Q		A. las cargas en movimiento - atraen las masas hacia adentro
c) En A no hay nada	Q		A.

Justifica las respuestas

a) $q = +1\text{ C}$	Q	
b) $q = -1\text{ C}$	Q	
c) $q = \text{libre de cargas}$	Q	




En el punto c el vector sigue existiendo ya que aunque A no posee cargas el campo sigue funcionando

En este último ejemplo, explican que “en el punto c el vector sigue existiendo ya que aunque en A no posea cargas el campo sigue funcionando”.

Ejemplo 10

En este caso, - que representa aproximadamente el 20% de los alumnos - si bien dibujan tres vectores de igual tamaño, dirección y sentido, lo realiza desde la carga que genera el campo, confundiendo el concepto de líneas de fuerza con el vector intensidad de campo. Es importante tener en cuenta este tipo de confusión, para clarificar las diferencias en nuevas intervenciones.



a) En A hay una carga $q = +1\text{ C}$	
b) En A hay una carga $q = -1\text{ C}$	
c) En A no hay nada	

Justifica las respuestas

**Pregunta 4:** Como ya sabes, la brújula es un buen detector de campos magnéticos, ya que en su presencia gira hasta orientarse en la dirección del mismo. Si tenemos una brújula y colocamos cerca de ella una carga en reposo, ¿girá la brújula?, ¿por qué?

### Ejemplo 11, 12

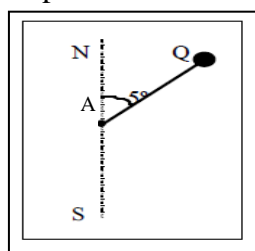
En los dos ejemplos siguientes podemos observar que los alumnos reconocen que una carga en reposo no genera campo magnético. Este tipo de respuestas representa al 80% de los alumnos de los grupos experimentales, si bien su capacidad argumentativa se observa poco desarrollada.

Como ya sabes, la brújula es un buen detector de campos magnéticos, ya que en su presencia gira hasta orientarse en la dirección del mismo. Si tenemos una brújula y colocamos cerca de ella una carga en reposo, ¿girá la brújula?, ¿por qué? no porque no hay cargas en movimiento

4) Si colocamos una carga en reposo cerca de la brújula a la le ocurriría nada ya que la carga debe estar activa para generar un campo magnético.

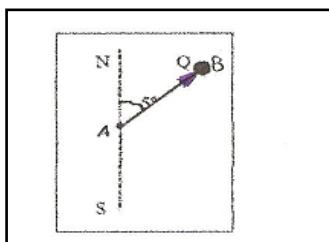
**Pregunta 5:** La línea de trazos de la figura representa la dirección del campo magnético terrestre. En el punto A hay una brújula y en el punto B una partícula en reposo cargada con una carga  $Q$  positiva (Fuente: Guisasola et al. 2003).

- Dibuja sobre A una flecha que represente la orientación de la aguja de la brújula
- Explica las razones de tu respuesta



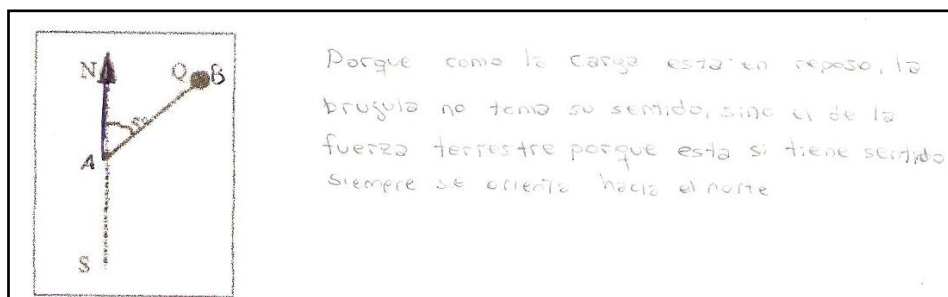
### Ejemplo 13

Esta es la respuesta dada por el 40 % de los alumnos de los grupos experimentales y el 80% del grupo control. Dibujan una flecha orientada hacia la carga en reposo, sin explicar el porqué de su elección.



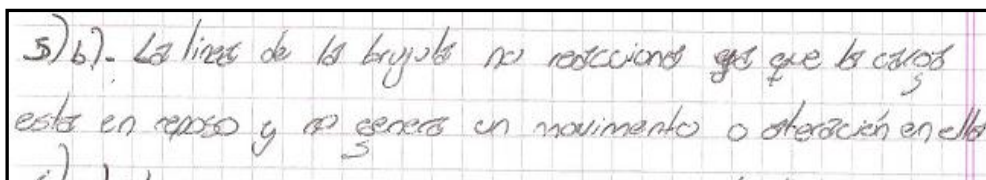
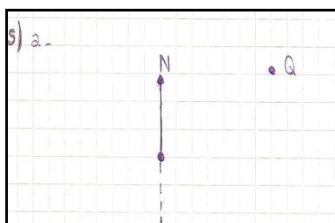
Ejemplo 14

En este caso, los alumnos pueden explicar que la aguja no se orienta hacia la carga, porque está en reposo, sino que marca el norte porque la atrae la “fuerza terrestre”. Si bien es un nivel más cercano al del conocimiento científico, muestran todavía su incapacidad de reconocer el concepto de campo como una entidad física, que actúa sobre las partículas que entran en él, en este caso el campo magnético terrestre sobre la aguja imantada.



Ejemplo 15

Nuevamente los alumnos dibujan la flecha apuntando al norte, indicando que “la línea de la brújula no reacciona ya que la carga está en reposo y no genera un movimiento o alteración en ella”. Posiblemente hayan querido indicar con esas palabras que la carga en reposo no produce un campo magnético a su alrededor (la interpretación queda a cargo de esta investigadora, que durante años ha debido desentrañar lo que los alumnos escriben para justificar sus respuestas, mostrando pobreza lingüística y argumentativa, producto de las políticas socioeducativas).



Pregunta 6: extraída de Guisasola et al. (2003), esta pregunta muestra tres posibles respuestas a la creación de un campo magnético por un imán. Un 28% de E2 y un 25% de E1 marcó el ítem a, es decir siguen manteniendo su imagen del imán cuyos polos se

forman por acumulación de cargas positivas y cargas negativas en los extremos. De este modo mostrarían el anclaje de las concepciones previas, tan difíciles de cambiar.

Varios equipos ubicaron su elección en el ítem c, es decir, otra respuesta. Los ejemplos que se adjuntan, son explicados a continuación.

### Ejemplos 16 y 17

En los ejemplos siguientes, los alumnos confundirían la fuente del campo, encontrándola necesariamente fuera del imán. En el primero, indicaría la necesidad de la presencia de cargas para que alrededor del imán exista el campo. En el segundo, de igual manera, el campo se generaría al ingresar en el espacio cercano al imán un cuerpo magnetizado.

6) Un imán crea un campo magnético a su alrededor debido a:

- Que en un imán hay una parte donde se acumula carga positiva y otra donde se acumula carga negativa
- Que dentro del imán existen corrientes de electrones que llevan a la creación de un campo magnético
- Otra respuesta (Si optas por esta última, explica detalladamente)

- Un imán crea un campo magnético a su alrededor cuando hay cargas en mov. así sea negativo o positivo.

c - El imán genera un campo magnético debido a que al acercar un material magnetizado este genera una atracción o campo magnético.

### Ejemplo 18

Alrededor del 50% de ambos grupos experimentales marcaron la respuesta correcta, tal como lo muestra el ejemplo adjunto.

6) Un imán crea un campo magnético a su alrededor debido a:

- Que en un imán hay una parte donde se acumula carga positiva y otra donde se acumula carga negativa
- Que dentro del imán existen corrientes de electrones que llevan a la creación de un campo magnético
- Otra respuesta (Si optas por esta última, explica detalladamente)

### Conclusiones del análisis de las preguntas:

En el análisis de los trabajos realizados, podemos concluir que:

- los alumnos de los grupos experimentales han logrado un cambio conceptual superior a los del grupo control, respecto del campo eléctrico y magnético.
- No obstante, gran cantidad de dichos estudiantes confunden los conceptos de fuerzas y de campo, y muestran la necesidad de un cuerpo que entre al mismo, para reconocer su existencia.

- Interpretan que la densidad de líneas de fuerza indicaría dónde es más intenso el campo.
- Un porcentaje del 50% reconoce que las cargas estáticas no son fuente de campo magnético ni pueden interactuar con un imán.
- No pueden explicar porqué las cargas en movimiento producen campos magnéticos.
- Un porcentaje del 25% aproximadamente, continúa en el nivel de “magnetismo eléctrico”, esto es, los polos magnéticos se forman por acumulación de cargas en los extremos del imán.

### 6.5.3. Transcripción de respuestas a la pregunta 17 del Trabajo de Interacciones y Campos, parte A

La pregunta, que fuera incorporada después de la Prueba Piloto, tuvo la finalidad de reconocer al campo como identidad física, el cual interactúa con los cuerpos que entran en él, sin tener necesidad de que estén en contacto con la fuente. Esto ayudaría a introducir los conceptos de campo eléctrico y magnético en la parte B y mostraría la formación de analogías por parte del alumno.

*17) Da un ejemplo donde a pesar de no estar en contacto, la acción de un cuerpo influye sobre otro. Por ejemplo: si entramos a una habitación con los ojos cerrados, donde hay una fuente de calor, podemos saber dónde se encuentra esa fuente, porque en su cercanía la temperatura es mayor. Sin embargo, nuestro cuerpo no está interactuando con la fuente, sino con el aire, que ha sufrido transformaciones energéticas.*

Algunas de las respuestas fueron:

*“Si tiramos una piedra en un estanque, produce una onda en el agua que hace mover un barquito de papel”.* Como también se les había dicho a los alumnos que describieran todas las características posibles de su ejemplo, indicaron que la *“acción es cambiante en el tiempo”*.

*“El sonido de un equipo de música llega a los oídos”.* Reconocen que el sonido tiene velocidad finita, por lo que expresan *“el sonido tiene que viajar hasta el oído, y podemos saber de dónde viene pero no estamos en contacto con el equipo”*.

*“La luz de la lámpara, que ilumina la mesa, pero no está en contacto con ella”.*

*“La luz y el calor del sol, que demora en llegar a la tierra”.* Los dos últimos ejemplos pueden haber sido influidos por uno de los videos, que muestra cómo la luz emitida por las estrellas se debilita con el cuadrado de la distancia.

*“Cuando un meteorito pasa muy cerca de la Tierra, puede que cambie de dirección y sea atraída hasta chocar con ella.”*

*“Cuando con una regla cargada hacemos bailar papelitos, sin estar en contacto con ellos”*

Y otros ejemplos similares a los anteriores, tales como:

*“Cuando hablo y me escucho”.*

*“Cuando entro a una habitación a oscuras y puedo saber dónde está una persona cuando habla”.*

*“Cuando tiro una piedra al lago y veo las ondas que produce”. “Siguen existiendo después que la piedra cayó”.*

Es interesante observar cómo un campo de temperaturas, cuya acción es palpable por todos, produjo un cúmulo de ejemplos que sirvieron como disparadores para la introducción del concepto de campo, junto con la experiencia del imán y las limaduras.

## **6.6. El Postest**

El Postest, tal como se hiciera con el Pretest, se realizó a todos los alumnos de los tres cursos elegidos, de un total de cinco, de las modalidades de Electromecánica y Electricidad de 1º de polimodal de la Escuela Técnica Pablo Nogués, cuyas edades oscilaban entre 15 y 16 años.

Fue llevado a cabo en la primera semana de agosto de 2011, y la elección de esta fecha no fue aleatoria. Se efectuó después del período de vacaciones de invierno, para dejar pasar un tiempo desde la aplicación de la Unidad Didáctica. El objetivo de esta decisión fue observar la persistencia de los conocimientos adquiridos. Cabe recordar que el Pretest se llevó a cabo la segunda semana de marzo, y la Unidad Didáctica fue desarrollada a partir de allí hasta el mes de junio.

El instrumento de recogida de datos fue el mismo que el Pretest: 15 preguntas abiertas donde se deben explicar los fenómenos físicos allí presentados. La intención de utilizar los mismos instrumentos fue para poder comparar las respuestas antes y después de la intervención áulica, y los resultados entre grupos.

Por ello, la metodología de interpretación de las respuestas al Postest es similar a la utilizada en el Pretest.

En cuanto a la muestra participante, se obtuvo las respuestas de los tres grupos con todos aquellos que respondieron al Pretest:

E1: 20 alumnos

E2: 23 alumnos

C: 22 alumnos

### **6.6.1. Metodología utilizada para el análisis del Postest**

Se analizaron, al igual que en el Pretest, tres capacidades a través del análisis de las respuestas a las 15 preguntas:

- Capacidad 1: *“De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”*

- Capacidad 2: “*De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo*”
- Capacidad 3: “*De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones*”

Cada *capacidad* analizada se evidenciaba a través de *indicadores*. Cada pregunta podía aportar evidencias a distintos indicadores, tal cual se observa en la Figura 6.1. Como se trata de un test con preguntas abiertas, las respuestas debieron categorizarse, ubicándose cada una según se acerque a una u otra categoría. Se utilizó el software SPSS 18 con un total de 51 variables, de las cuales 49 corresponden a los indicadores observados. Las otras dos variables, corresponden a la Capacidad 1 y 2, cuyos valores se obtuvieron de sumar la de los indicadores correspondientes. Finalmente, la triangulación de resultados por indicador se llevó a cabo con el EXCEL 2007.

Los estadísticos utilizados fueron:

a) Cálculo de frecuencias relativas:

1. De los indicadores que conforman las tres capacidades por separado.
2. De la Capacidad 1 y la Capacidad 2. La Capacidad 3 no fue incluida en este estudio, porque el instrumento no fue diseñado para recoger un gran número de evidencias de la misma, más bien éstas son una consecuencia lógica de algunas respuestas. La estrategia didáctica, además, fue delineada para reconocer la capacidad de construir en el alumno el concepto de campo eléctrico y magnético; la capacidad de utilizar la analogía y extrapolar resultados, sería una consecuencia colateral de la estrategia utilizada.

b) Estadísticas paramétricas: tal como se hiciera en el Pretest, se realizaron los siguientes estadísticos:

1. Se realizó un Análisis de varianza simple **ANOVA**, con el software SPSS18, para contrastar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las medias de las muestras respecto de la variable dependiente. El nivel de significación límite utilizado (sig) es de 0,05.
2. Se realizó un análisis de comparaciones múltiples - **Tukey** - , de modo de verificar si hay o no diferencias estadísticas y entre qué grupos

En este caso la variable de agrupación o variable independiente fue la variable “grupo”, que consta de 3 categorías: E1, E2 y C.

Como variables dependientes seleccionamos la Capacidad 1 y la Capacidad 2.

c) Estadísticas no paramétricas:

Dado que las valoraciones de ambas características son asignadas por los mismos individuos, las muestras resultantes no son independientes. Es por ello que se realizó la prueba de Wilcoxon (Hernández - Sampieri, 2007) de modo de contrastar los resultados Pre y Postest de cada grupo, respecto de las Capacidades 1 y 2. Este tipo de contraste, *no paramétrico* o *independiente de la distribución*, es válido, además, en muestras pequeñas como las que estamos trabajando. Se usa, entre otras aplicaciones, para comparar las diferencias entre dos muestras de datos tomados antes y después

del tratamiento. Se independiza de la necesidad de una distribución normal de las muestras.

El contraste de Wilcoxon se basa en que si dos muestras fuesen homogéneas, entonces las diferencias entre cada dos observaciones correspondientes, no solo se distribuirán uniformemente entre valores positivos y negativos, sino que lo harán también sus magnitudes. Tiene la ventaja, además, de ser aplicable a datos cualitativos, cuya clasificación ha de ser necesariamente ordinal.

#### 6.6.1.1. Análisis de las frecuencias relativas

- **Capacidad 1:** “*De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto*”

Se recuerda que los indicadores analizados para reconocer el grado alcanzado de esta capacidad son tres:

- ❖ *Utiliza las leyes de Newton, al explicar el fenómeno*
- ❖ *Dibuja adecuadamente las fuerza*
- ❖ *Reconoce fuente de las fuerzas*

##### 1. Utiliza las leyes de Newton

La Tabla 6.13 muestra que si bien no supera el 40% la cantidad de alumnos que utiliza adecuadamente las leyes de Newton, es un aumento sustancial respecto del Pretest.

Se observa, además la diferencia de los dos grupos experimentales respecto del grupo control. Si bien el tratamiento de las leyes de Newton en el aula fue realizado en los tres cursos de la misma manera, sin aplicar estrategias diferentes, probablemente la aplicación posterior de la estrategia por analogías, pueda haber influido para que los alumnos de los grupos experimentales pudieran lograr, en mayor medida, un aprendizaje significativo.

Se advierte, también, que persiste en los alumnos - tal como lo hicieron en el Pretest - las explicaciones energéticas de los fenómenos, si bien se les preguntó sobre las fuerzas actuantes.

Se ha considerado que ha contestado en forma incompleta aquel estudiante que indica interacciones entre los cuerpos, expresa qué las provoca, las dibuja, pero no reconoce que dichas interacciones son de igual magnitud (dibuja dos fuerzas de distinto tamaño, o indica que el cuerpo mayor provoca una fuerza mayor sobre el otro). O bien, contesta adecuadamente, pero no grafica las fuerzas.

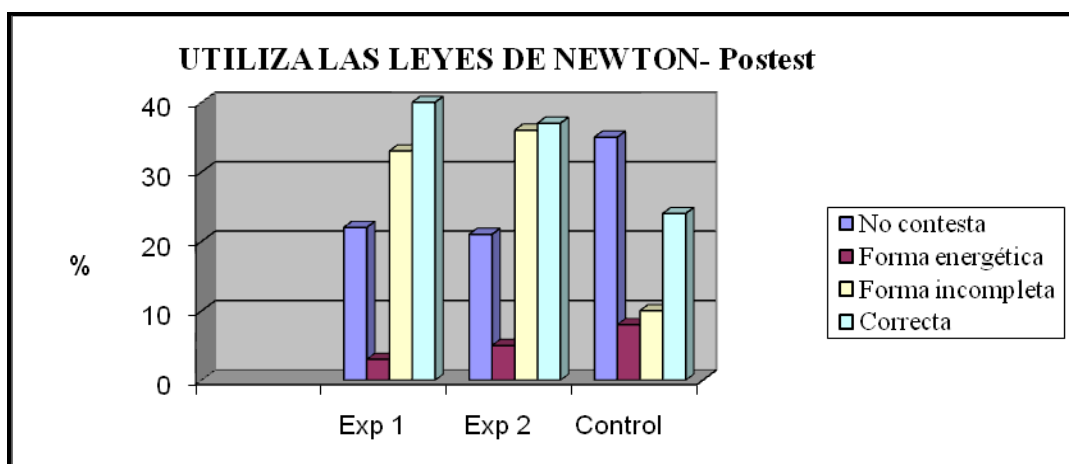
Se recuerda que se han considerado erróneas las respuestas que indican una sola fuerza (no el par de interacción), cuando confunden conceptos tales como velocidad en vez de fuerza, o indican “la fuerza de la inercia”, o las fuerzas caen sobre los cuerpos, como si fueran entidades materiales. Esto indica que no aplican las leyes de Newton en forma correcta, a pesar de la intervención. Coincidiría con las experiencias de Marín y Solbes, 2001.

CATEGORÍAS	E1- Pre %	E1 -Post %	E2- Pre %	E2- Post %	C - Pre %	C - Post %
No contesta o errónea	62	22	57	21	64	35
Explicación energética	7	3	1	5	9	8
Incompleta	29	33	37	36	27	10
Correcta	3	40	7	37	1	24

Tabla 6.13- Utiliza las leyes de Newton. Comparación Pre- Postest

Los resultados a este indicador, comparando Pre y Postest se observan en la Tabla 6.13.

En la Gráfica 6.12 se observa claramente la paridad de los dos grupos experimentales y la diferencia a favor de ellos, respecto del grupo control. Coinciden también con los resultados obtenidos con los grupos experimentales de la Prueba Piloto.



Gráfica 6.12- Utiliza las leyes de Newton- Postest

## 2. Grafica adecuadamente las fuerzas

Si bien ha habido un progreso en cuanto a las gráficas de las fuerzas, todavía hay un 50 % de alumnos que no las representa. La mejora, no obstante, ha sido mayor en los grupos experimentales, tal lo muestra la Tabla 6.14.

Se observa también, que muy pocos alumnos logran realizar en forma completa y correcta la gráfica de fuerzas, posiblemente, porque no haya sido la intencionalidad de la Unidad Didáctica lograrlo. Se esperaba como una mejora de carácter colateral.

En general, dibujan una sola de las fuerzas:

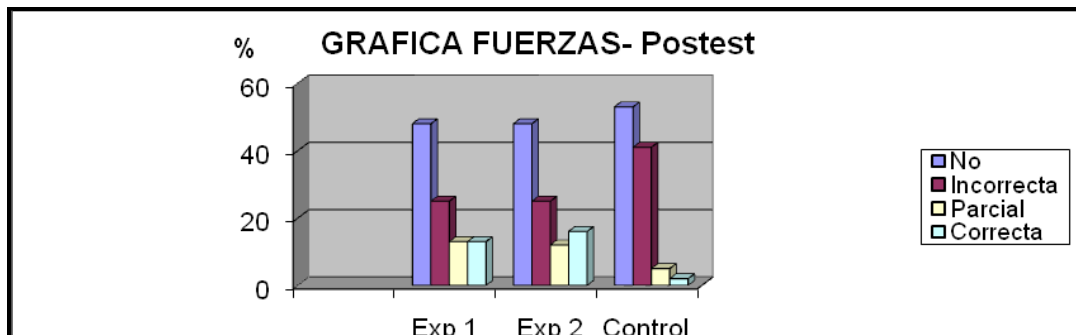
- La fuerza peso: del cuerpo sobre la silla, de la silla sobre la tierra, etc., y no las interacciones
- La del auto que se mueve, contra el camión; la del remo contra la tierra, pero no sus reacciones.

Son muy pocos los que dibujan ambas fuerzas y de igual magnitud. En la mayoría de los casos, el cuerpo mayor ejerce sobre el otro una fuerza mayor.



CATEGORÍAS	E1-Pre	E1-Post	E2- Pre	E 2-Post	C- Pre	C- Post
	%	%	%	%	%	%
No	82	48	65	47	65	53
Incorrecta	17	25	26	25	30	41
Parcial	2	13	6	12	5	5
Correcta	0	13	3	16	0	2

Tabla 6.14- Grafica fuerzas- Comparación Pre- Postest



Gráfica 6.13- Grafica fuerzas- Postest

En la Gráfica 6.13 se ve la mejora de los dos grupos experimentales respecto del grupo control, aunque se observa que esa mejora no es sustancial.

### 3. Reconoce fuentes de fuerzas

En este indicador podemos observar (véase Tabla 6.15) que los dos grupos experimentales han tenido un incremento en los resultados, que coincide con la suma de incompleto y correcta del ítem anterior. Si bien en el grupo control también ha mejorado este indicador, no ha sido en igual proporción. Sigue teniendo un porcentaje de estudiantes mayor al 50 % el que no reconoce las fuentes de las fuerzas.

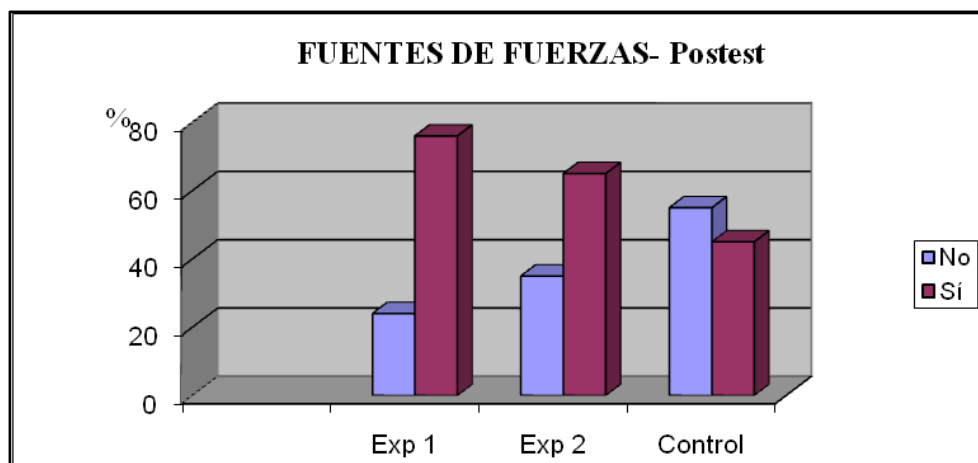
Por otro lado, podemos reconocer las diferencias antes y después de la aplicación de la Unidad Didáctica, encontrando la mayor diferencia en el grupo experimental E1. En este caso se revierten los resultados del No por el Sí. En este indicador, se observa los mayores logros. Podría deberse a la estrategia didáctica, cuando se buscaban las analogías y diferencia entre las fuentes.

CATEGORÍAS	E1 – Pre	E1-Post	E2- Pre	E 2–Post	C- Pre	C- Post
	%	%	%	%	%	%
No	77	24	75	35	84	55
Sí	22	76	25	65	16	45

Tabla 6.15- Reconoce fuentes de fuerzas- Comparaciones Pre. Postest

En la Gráfica 6.14 se puede observar la diferencia de los grupos experimentales respecto del grupo control sobre si identifican qué provoca las fuerzas.

Si comparamos los resultados del Postest de los tres grupos, en los tres indicadores, podemos destacar que en todos los casos, el grupo que mejores valores presentó fue el E1, a pesar de haber realizado un Pretest más desfavorable.



Gráfica 6.14- Fuentes de fuerzas- Postest

Tal como se expresara en el análisis del Pretest, para reconocer el nivel logrado en la Capacidad 1, de modo de obtener un conocimiento global sobre la misma, ésta fue analizada como variable. Para ello se sumaron los puntos obtenidos en cada indicador, con un máximo de 40. Se dividió el análisis en rangos de 4 puntos de modo de que los intervalos fueran 10. Esto permitió rápidamente reconocer en qué nivel se encuentra cada grupo.

En la Tabla 6.16 podemos observar dos tipos de comparaciones:

- Pre- Post, de cada grupo
- Los resultados del Postest, entre grupos

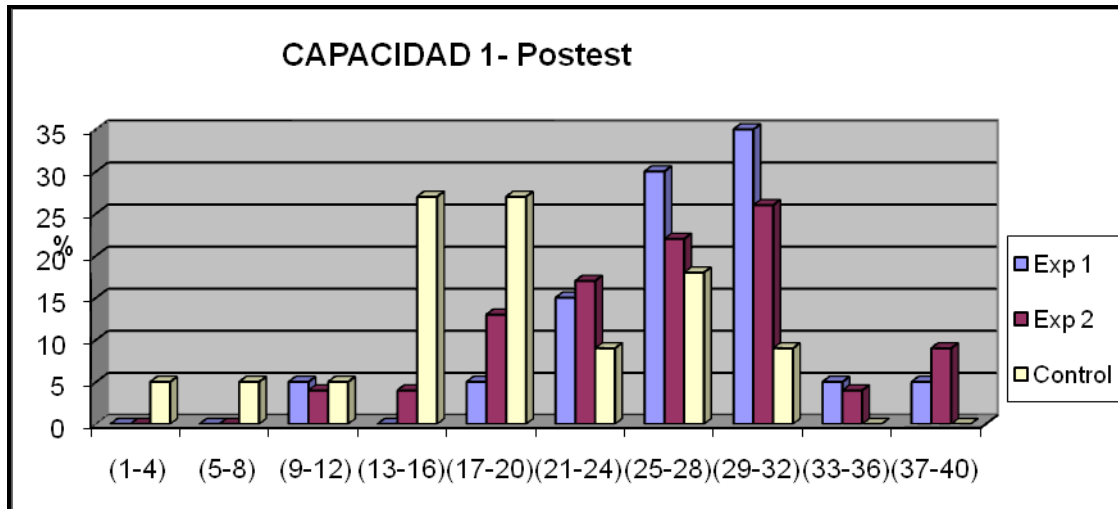
CAPACIDAD 1	E1- Pre %	E1- Post %	E2- Pre %	E2- Post %	C- Pre %	C- Post %
(1-4)	5	0	4.3	0	4.6	5
(5-8)	10	0	4.3	0	13.6	5
(9-12)	15	5	21.7	4	27.3	5
(13-16)	15	0	21.7	4	13.6	27
(17-20)	45	5	26.1	13	27.3	27
(21-24)	10	15	8.7	17	13.6	9
(25-28)	0	30	8.7	22	0	18
(29-32)	0	35	0	26	0	9
(33-36)	0	5	4.3	4	0	0
(37-40)	0	5	0	9	0	0

Tabla 6.16- Capacidad 1- Utiliza las leyes de Newton para explicar los fenómenos- Comparación Pre-Postest

Respecto a la comparación Pre- Postest, podemos advertir, que hubo un corrimiento de los resultados en los tres grupos hacia los intervalos de mayor valor. No obstante, solo superan la media los grupos experimentales. Esto indicaría que la intervención áulica a través de analogías, si bien no promocionaba la Capacidad 1, - de utilizar las leyes de Newton para explicar fenómenos concretos - ha podido influir en los procesos de

aprendizaje, en el anclaje y permanencia de los mismos en el tiempo, y en la capacidad de transferir los conocimientos adquiridos para explicar los fenómenos cotidianos.

En la Gráfica 6.15 podemos advertir las diferencias entre los tres grupos. El grupo control, en peor posición, con valores hacia la izquierda de la media.



**Gráfica 6.15-** Capacidad 1-Utiliza las leyes de Newton para explicar los fenómenos-Postest

También observamos que el mayor porcentaje de alumnos de E1 y E2 se encuentra en los intervalos (25 - 28) y (29-32), que representarían del 70% al 80% de capacidad adquirida. En cambio, el grupo control tiene el grupo mayor de alumnos que se encuentran entre el 40 y el 50% de dicha capacidad, es decir, en los intervalos (13-16) y (17-20).

Conclusiones Capacidad 1: “de utilizar las leyes de Newton para explicar los fenómenos físicos”.

Resumiendo las conclusiones para todos los indicadores, se podría colegir:

- Si bien los tres grupos tenían un comportamiento similar en el Pretest, se evidencia una mejor respuesta al Postest en los grupos experimentales, posiblemente influidos por la estrategia a través de analogías, a pesar que esta capacidad no era tenida en cuenta en dicha estrategia.
- Continúa considerada, en gran medida, la fuerza peso en un solo sentido, sin tener el concepto de interacción con la Tierra.
- Reconocen interacciones entre cuerpos, pero consideran que el mayor produce sobre el otro una fuerza mayor (ejemplos: el auto produce una fuerza menor sobre el camión que este sobre el auto; el remo produce una fuerza menor sobre la tierra, etc.)
- Los grupos experimentales reconocen, en mayor medida, fuentes de fuerzas: los cuerpos, por tener masa interactúan gravitatoriamente; los cuerpos cargados producen, además, entre sí, fuerzas eléctricas; las cargas en movimiento producen fuerzas magnéticas.

- No se encontraron alumnos del grupo control de esta investigación que pudieran explicar los fenómenos a través de las leyes de Newton. Este grupo tuvo la mayor cantidad de respuestas ubicadas en la mitad de escala: esto es, en una escala del 1 al 10, se ubicaron entre el 4 y el 6. Los grupos experimentales, en cambio, se ubicaron en los intervalos 7 y 8.
  - Ambos grupos experimentales se ubicaron en forma similar en el análisis de las respuestas.
- **Capacidad 2** : “De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo”

Esta capacidad se analiza a través de cinco indicadores:

1. Explica los fenómenos gravitatorios a través del concepto de campo

Para analizar este indicador se extrajeron evidencias de las respuestas a las preguntas 4 y 5.

En este caso, podemos ver que los tres grupos tuvieron un comportamiento similar: disminuyó el número de alumnos que no contestaron, y aumentó el número de aquellos que respondieron a través de *interacciones*. Por ejemplo “las dos masas producen fuerzas entre sí, de igual magnitud y de atracción”; “el cuerpo es atraído por la tierra y la tierra atrae al cuerpo”. El aumento, en esta categoría, fue sensiblemente mayor en los grupos experimentales, respecto del Pretest.

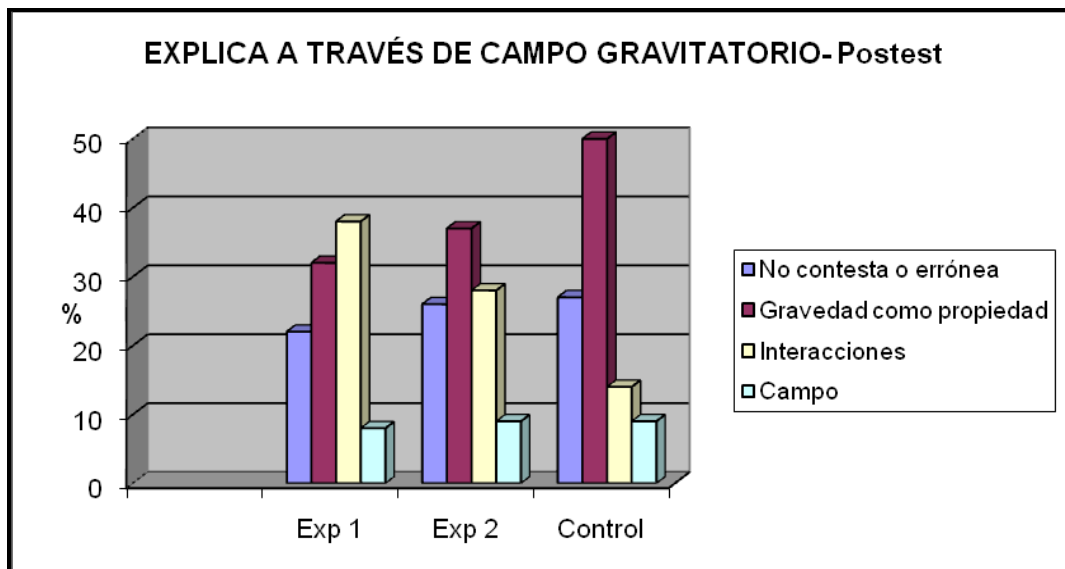
CATEGORÍAS	E1-Pre %	E1-Post %	E2- Pre %	E 2-Post %	C- Pre %	C- Post %
No contesta o errónea	53	22	53	26	53	27
Gravedad como propiedad	42	32	41	37	32	50
Interacciones	5	38	2	28	11	14
Campo	0	8	2	9	2	9

**Tabla 6.17-** Explica a través de campo gravitatorio- Comparación Pre-Postest

Un tercio de los alumnos de los grupos experimentales sigue explicando los fenómenos a través de la *gravedad*, como propiedad de la tierra de atraer los cuerpos, y la mitad de los estudiantes del grupo control.

Coincidiendo con investigaciones respecto de las concepciones del concepto de la Gravedad (Watts, 1982), hay que destacar que, en general, identifican la *fuerza de la gravedad* como la que hace caer a los cuerpos, diferenciándola de la *fuerza peso*, que la consideran la que ejercen los cuerpos apoyados, como propiedad de los mismos. Se observa la necesidad del medio material que propague la interacción.

Finalmente, un porcentaje similar, menor al 10%, en los tres grupos, explican los fenómenos a través de la interacción de los campos gravitatorios, y alrededor de un 25% de los alumnos contesta “no sé”.



**Gráfica 6.16-** Explica a través de campo gravitatorio- Postest

## 2. Explica los fenómenos eléctricos a través del concepto de campo

Para este indicador las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las preguntas 6, 7, 8 y 9.

Se recuerda que las categorías fueron extraídas de las respuestas de los alumnos, cuando se realizó la Prueba Piloto, dando la posibilidad de que expliquen a través del concepto de campo.

Como se observa en la Tabla 6.18, el mejoramiento Pre- Post ha sido hacia la segunda categoría: la electrización por proceso, en detrimento de las otras categorías. Posiblemente, porque las preguntas formuladas pueden explicarse a través de dichos procesos, sin tener la necesidad de utilizar el concepto de campo.

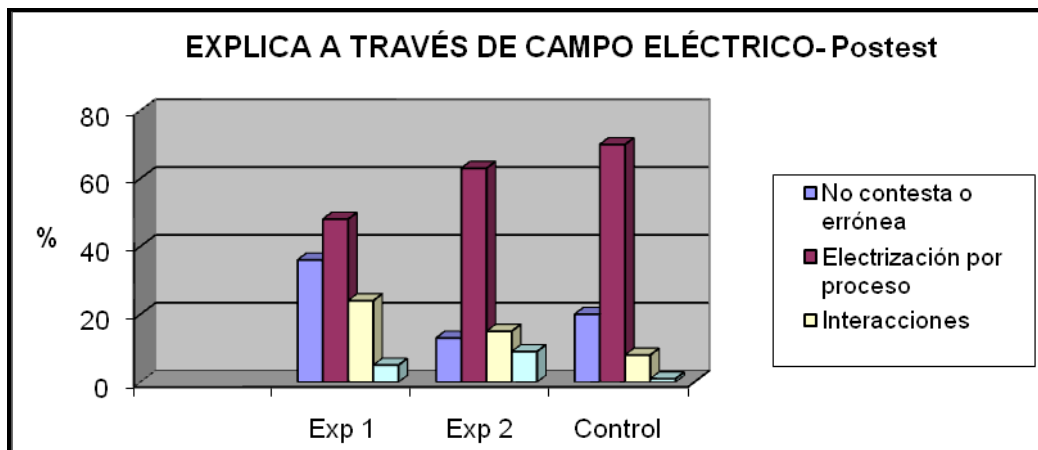
La Tabla muestra, además, que en ambos grupos experimentales, ha habido un aumento de explicaciones a través de interacciones, no así en el grupo control, en cuyo caso ha disminuido. En cuanto a la explicación de los fenómenos, utilizando el concepto de campo tuvo un pequeño incremento en los dos grupos experimentales. Un ejemplo del mismo es *“El peine cargado crea un campo eléctrico que produce en las cargas del pelo fuerzas de atracción”*. Los alumnos del grupo control no logran explicar el fenómeno a través del concepto de campo.

CATEGORÍAS	E1-Pre %	E1-Post %	E2- Pre %	E 2-Post %	C- Pre %	C- Post %
No contesta o errónea	52	36	34	13	56	20
Electrización por proceso	39	48	52	63	37	70
Interacciones	6	24	12	15	11	8
Campo	4	5	2	9	1	1

**Tabla 6.18-** Explica a través de campo eléctrico – Comparación Pre- Postest

Cabe destacar que los alumnos pudieron realizar los trabajos de la unidad didáctica y encontrar las analogías entre campos, pero tiempo después de terminada la misma no transfieren, en general dichos conocimientos, para explicar los fenómenos concretos.

En la Gráfica 6.17 se observa una pequeña mejora de los grupos experimentales, en sus respuestas, respecto del grupo control.



Gráfica 6.17- Explica a través de campo eléctrico- Postest

### 3. Explica los fenómenos magnéticos a través de concepto de campo

Las evidencias fueron extraídas de las preguntas 10, 11, 12, 13, 14 y 15. Recordamos que la pregunta 14 es netamente conceptual, no representa un fenómeno observable en la vida diaria. Se partió de la suposición de que los alumnos no podrían contestarla en el Pretest, pero se esperaba pudieran hacerlo en el Postest.

Recordamos, también, que en esta oportunidad se utilizan para el análisis de las respuestas los niveles explicativos dados por Guisasola et al. (2003).

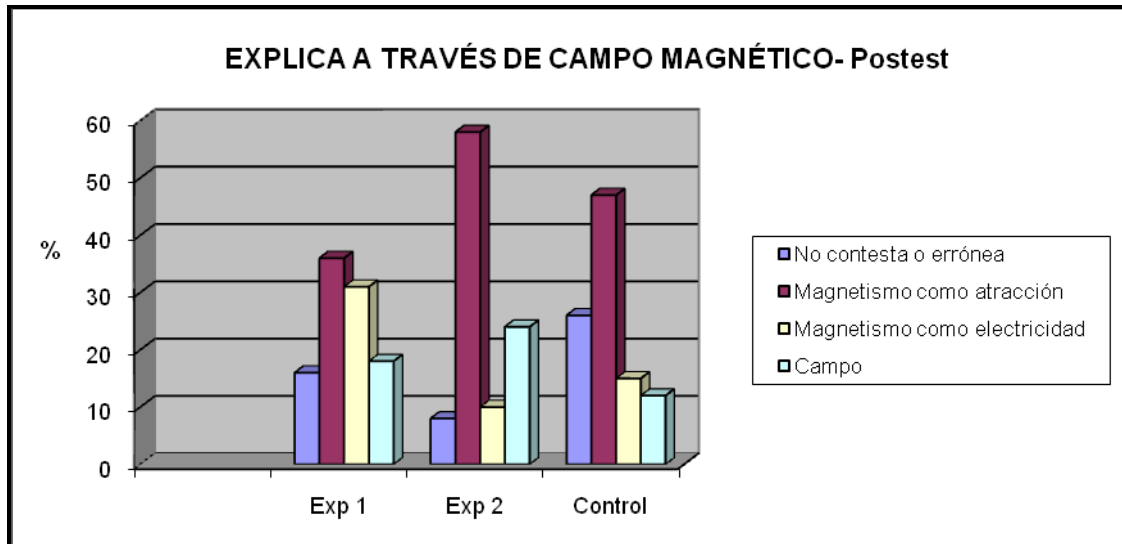
CATEGORÍAS	E1-Pre %	E1-Post %	E2- Pre %	E 2-Post %	C- Pre %	C- Post %
No contesta o errónea	50	16	46	8	51	26
Magnetismo como atracción	33	36	30	58	34	47
Magnetismo como electricidad	15	31	19	10	11	15
Campo	2	18	4	24	4	12

Tabla 6.19- Explica a través de campo magnético- Comparación Pre- Postest

En la Tabla 6.19 podemos observar cómo se redujo la cantidad de respuestas erróneas o aquellos que no contestaban. El porcentaje de reducción fue mucho mayor en los grupos experimentales.

Esto se tradujo en un aumento de todas las otras categorías. No obstante, el grupo E2 disminuyó las respuestas donde se explica el magnetismo de los imanes a través de acumulación de cargas opuestas, conformando los polos, por una explicación a través de campo magnético. Por otro lado, y tal como indica Guisasola et al. (2003), el imán, cuyos polos están cargado eléctricamente, polarizarían los objetos cercanos, y produciría una fuerza de tipo eléctrico.

Sin embargo, en contra de lo esperado, aumentó también la cantidad de alumnos que explican los fenómenos magnéticos a través de propiedades de los materiales. Posiblemente muchos de los que en el Pretest no contestaron. En la Gráfica 6.18 se observa cómo el grupo E2 es aquel donde más del 50% de los estudiantes se encuentra en el nivel explicativo del magnetismo como propiedad de los imanes. Pero, en contraposición, ese mismo grupo es el que tiene un 25 % de los educandos que explica los fenómenos magnéticos a través del concepto de Campo.



Gráfica 6.18- Explica a través de campo magnético- Postest

#### 4. Reconoce fuentes del campo

En el análisis de las respuestas se buscan tres tipos de evidencias, que se relacionan a continuación:

- ✓ No muestra en su respuesta el origen del campo
- ✓ Incorrecta: expresa fuentes, pero lo hace en forma equivocada, por ejemplo el campo gravitatorio generado por los polos de la tierra
- ✓ Sí reconoce las fuentes.

En este caso las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las siguientes preguntas:

- Fuente del campo gravitatorio: 4 y 5
- Fuente del campo eléctrico: 6 , 7 y 9
- Fuente del campo magnético: preguntas 10,11,12,13,14 y 15

Sacando un promedio de los resultados del Pretest, pudimos realizar la tabla comparativa Pre-Postest.

Como puede advertirse, ha habido un corrimiento de las respuestas hacia el conocimiento científico. Como son promedios de los tres tipos de campos, no se puede observar cuál de ellos reconocen mejor los alumnos, pero podemos ver la disminución en la cantidad de alumnos que no responde. (Véase Tabla 6.20)

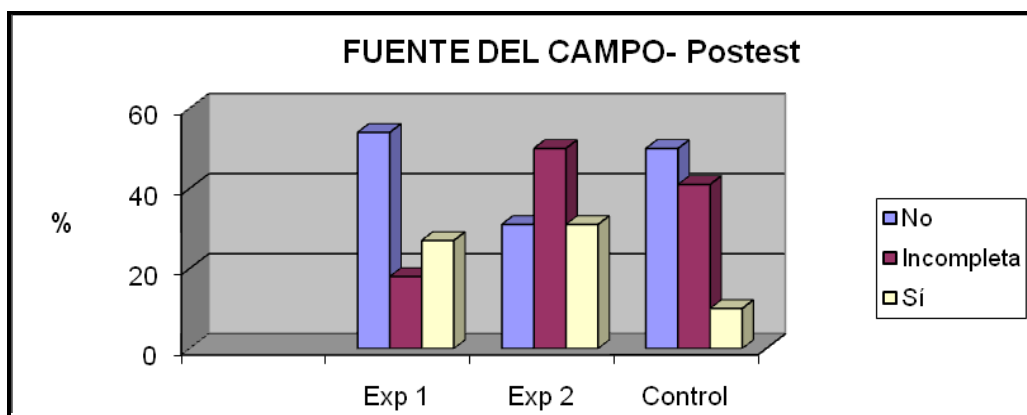
Nuevamente encontramos un gran número de alumnos que confunden las fuentes. Por ejemplo, interpretan que la bobina es la fuente del campo magnético, pero indican que magnético, por acumulación de cargas, o que la atracción gravitatoria es producto del campo magnético terrestre. Por otra parte, hay estudiantes que reconocen, parte de las fuentes y desconocen otras, Por ejemplo, en la pregunta 9, hay dos cuerpos cargados suspendidos. En ellos se producen interacciones eléctricas y magnéticas, pero sin embargo solo reconocerían las eléctricas.

CATEGORÍAS	E1-Pre %	E1-Post %	E2- Pre %	E 2-Post %	C- Pre %	C- Post %
No	78	54	88	31	88	50
Incorrecta o incompleta	12	18	6	50	7	41
Sí	9	27	5	31	6	10

Tabla 6.20- Reconoce fuentes de los campos- Comparación Pre. Postest

El gran porcentaje de la categoría “No reconoce”, indicaría, en muchos casos, no que el alumno no lo sabe, sino simplemente que no encontró necesario utilizar dichos conceptos para explicar los fenómenos que se les presentó en el Test. La consigna no consistía en reconocer fuentes. Por ello, las evidencias son reconocidas en las respuestas, y utilizadas para el análisis, pero no son indicativas de no saber.

Finalmente, se observa que hubo un aumento en el número de estudiantes en todos los grupos que sí reconocen las fuentes de los distintos campos, sobretodo en los dos experimentales, E1 en un 27% y E2 en un 31%, superior al 10% del grupo experimental. La diferencia entre los grupos experimentales y control, mostraría también, la necesidad de dichos alumnos de explicitar las fuentes en la explicación del fenómeno.



Gráfica 6.19- Reconoce las fuentes de los campos- Postest

En la Gráfica 6.19 se puede observar las diferencias entre grupos.

### 5. Partículas intervinientes

Para estudiar este indicador, las evidencias fueron extraídas de las respuestas a las preguntas 4 a la 15. Con el mismo se quiere saber si los alumnos reconocen los elementos que intervienen en los fenómenos y por qué.



CATEGORÍAS	E1-Pre %	E1-Post %	E2- Pre %	E2-Post %	C- Pre %	C- Post %
No	85	31	77	19	84	45
Incorrecta o incompleta	14	21	12	25	12	39
Sí	2	47	11	56	3	27

**Tabla 6.21-** Reconoce las partículas intervinientes- Comparación Pre- Postest

Se observa una gran diferencia en este indicador entre Pre y Postest, siendo las respuestas de E1 y E2 más cercanas al conocimiento científico.

- E1 pasó del 2% del Pretest al 47 % en el Postest.
- E2 pasó del 11% del Pretest al 56% en el Postest.

El grupo control también modificó su estadística - del 3 al 27% - pero no en la misma proporción que los grupos experimentales.

Analizando las respuestas, observamos que los alumnos mejoraron respecto de las partículas que interactúan, sobre todo en aquellas que provocan campos magnéticos. Ejemplo de lo indicado son las respuestas extraídas del Postest. *“Al cortarse el imán, obtenemos dos de ellos, dado que las cargas en movimiento del material crea pequeños campos magnéticos que se suman”*, o bien, *“la corriente eléctrica que circula en la bobina crea un campo magnético que reorienta los dipolos magnéticos del hierro”*.

No obstante, hay un porcentaje superior al 20% que lo hace erróneamente o en forma incompleta, como suponer que el imán provoca fuerzas magnéticas sobre cargas en reposo y fuerzas magnéticas variables sobre cargas eléctricas en movimiento. Por otro lado, dos cuerpos con masa, aislados, no interactúan entre sí, porque la gravedad es solo una propiedad de la Tierra.

No pueden explicar porqué el imán atrae pequeñas limaduras de hierro o clavos. Al reconocer esos elementos como conductores, interpretan que se polarizan al estar cerca del imán, y son atraídos por los polos *“cargados eléctricamente”*.

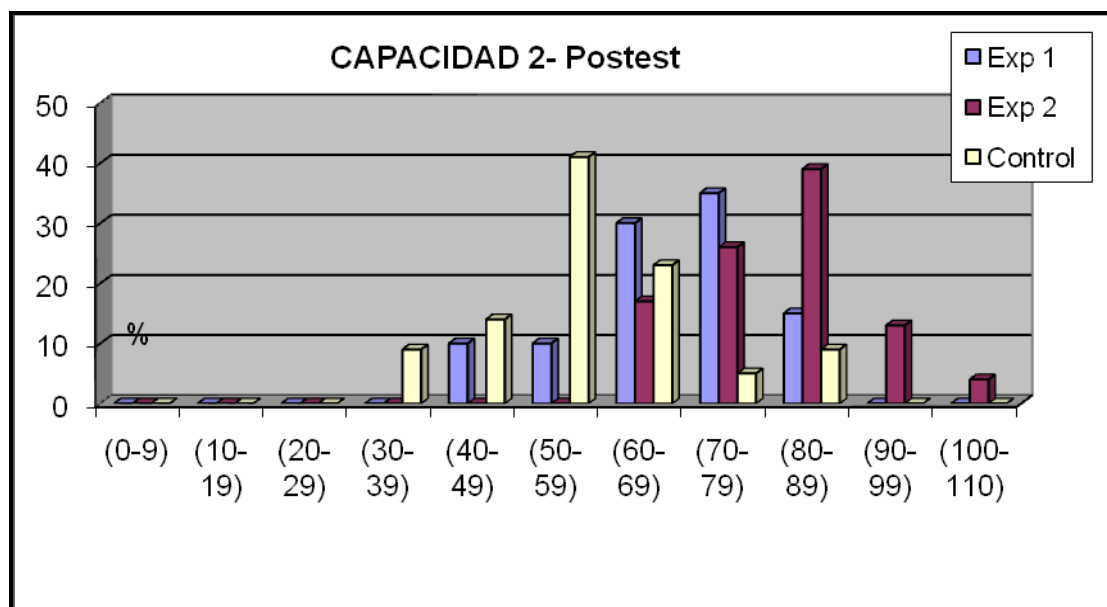
Finalmente, para el análisis de las frecuencias respecto de la Capacidad 2, recordamos que se sumaron todos los valores dados a cada indicador, pudiéndose lograr un máximo de 110 puntos. Se dividió en intervalos de 10 puntos.

CAPACIDAD 2	E1- Pre %	E1- Post %	E2- Pre %	E2- Post %	C- Pre %	C- Post %
(0-9)	0	0	0	0	0	0
(10-19)	5	0	0	0	4,3	0
(20-29)	30	0	4,5	0	13	0
(30-39)	45	0	40,9	0	13	9
(40-49)	10	10	36,4	0	47,8	14
(50-59)	10	10	18,2	0	21,7	41
(60-69)	0	30	0	17	0	23
(70-79)	0	35	0	26	0	5

(80-89)	0	15	0	39	0	9
(90-99)	0	0	0	13	0	0
(100-110)	0	0	0	4	0	0

Tabla 6.22- Capacidad 22- Explica a través de campo- Postest

En la Tabla 6.22 se puede observar la variación Pre- Postest en los tres grupos, aunque nuevamente los grupos experimentales lograron porcentajes mayores en los intervalos que se acercan más al conocimiento científico.



Gráfica 6.20- Capacidad 2- Explica a través de campo- Postest

Ambos grupos experimentales se encuentran en los intervalos de 60 a 90 puntos, cuando en el Pretest oscilaban entre los 30 y 50 puntos. Se observan los mayores valores para el E2, coincidiendo con los análisis anteriores, respecto de los indicadores de logro de la Capacidad 2.

Con respecto al grupo control, si bien hubo avances respecto al Pretest, sus valores se ubicaron entre los 50 y los 69 puntos.

En la Gráfica 6.20 se puede observar el corrimiento hacia la derecha, respecto del grupo control, que tienen ambos grupos experimentales y en mayor medida el grupo E2, tal como sucediera en la Capacidad 1.

**Conclusiones de la Capacidad 2:** *Si utilizan el Concepto de Campo para explicar los fenómenos físicos.*

Tal como sucediera en el Pretest, en general, los alumnos no utilizan el concepto de Campo para explicar los fenómenos presentados en el Postest.

Hay una mejora sustancial hacia una explicación científica de parte de los grupos experimentales respecto de la Capacidad 2, en particular, el grupo E2. No obstante siguen siendo muy pocos aquellos que lo hacen utilizando el concepto de campo.

No obstante, muchos de los alumnos siguen en sus concepciones previas:

- El campo gravitatorio es propiedad de la Tierra.
- El campo magnético es propiedad de los imanes.
- Los imanes presentan acumulación de cargas positivas en un polo y negativa en el otro.
- Cargas en reposo producen campos magnéticos en reposo, y cargas en movimiento campos magnéticos variables.
- El uso indistinto en sus explicaciones del campo magnético y eléctrico. Por ejemplo, cuando se explica el porqué el peine atrae el pelo, se indica que el peine cargado produce un campo magnético.

En general, mejoraron en las respuestas a las preguntas que involucran campos magnéticos:

- Se mantuvo el porcentaje de alumnos que explica los fenómenos magnéticos a través de propiedades del imán. Esto indicaría que el imán es un mediador, una forma de materia: materia magnética. (Guisasola et al., 2003)
- Aumentó la cantidad de estudiantes en los grupos experimentales que explica los fenómenos a través de campo, en detrimento de una explicación eléctrica del magnetismo, esto es, de acumulación de cargas en los extremos. Esto no sucedió con el grupo control, donde el porcentaje de alumnos cuyas explicaciones del magnetismo como electricidad aumentó. Esto indicaría que la estrategia tuvo influencia positiva en los grupos experimentales.
- En aquellos que logran hacerlo a través del campo, reconocen que el movimiento de cargas es fuente de campo magnético, por lo que un hilo conductor por el que circulan cargas produce un campo alrededor. Hay que destacar que solo los alumnos de los grupos experimentales lograron hacerlo, aunque el porcentaje es muy pequeño.
- Que el campo magnético produce fuerzas magnéticas sobre el hierro, porque en éste los dipolos magnéticos que producen las cargas eléctricas dentro del material, se orientan en igual sentido cuando se le acerca un imán, sumándose los campos. Por ello, si se parte un imán, seguimos teniendo dos imanes.

Con respecto al campo eléctrico, podemos colegir:

- ✓ Hay una disminución sustancial de alumnos en los tres grupos que en el nivel de “no contesta o lo hace en forma errónea”.
- ✓ Aumenta, en detrimento del nivel anterior, las *explicaciones a través de procedimientos*. Posiblemente utilicen este tipo de respuesta, y no la de campos, porque les es suficiente para lograr una explicación científica del fenómeno. Por ejemplo: “*al frotarse el peine en el pelo ambos quedan cargados con cargas de distinto signo, entonces cuando el peine cargado se acerca, se atraen*”. No

obstante, quienes usan más este formato explicativo son los estudiantes del grupo control.

- ✓ Aumenta en los grupos experimentales, principalmente, las explicaciones a través de interacciones: *“el peine y el pelo, cargados con cargas de distinto signo, se atraen con fuerzas de igual intensidad y distinto sentido”*.
  - ✓ El 5% del grupo E1 y el 9% del E2, explican los fenómenos eléctricos involucrando el concepto de campo. No así el grupo control. Este bajo porcentaje podría deberse a que las pregunta podían responderse con explicaciones más cercanas a la vida diaria. El porcentaje es muy pequeño, y coincide con Furió y Guisasola (1999), donde indican que los alumnos no adquieren el verdadero significado de campo, sino que lo interpreta como un medio para calcular las fuerzas.
  - ✓ En todos los casos hay una mejora de los grupos experimentales, respecto del control. Podría deberse al uso de las analogías como estrategia para lograrlo.
- **Capacidad 3:** *“ De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones”*

Tal como se describió en el Pretest, esta capacidad es analizada a través de las respuestas que debiera observar el alumno al encontrarse con fenómenos similares y responder en forma análoga. Se comparan, entonces, los pares de preguntas (2-3)- (5-9)- (6-7)- (14-15)

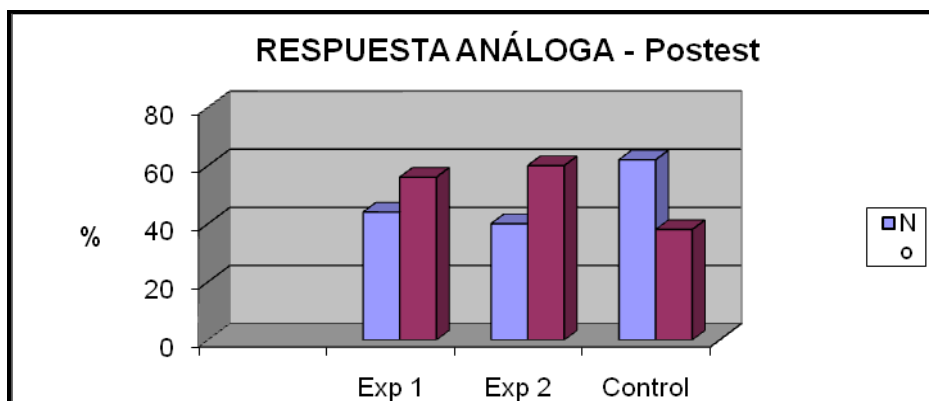
Sin embargo, este análisis no es conclusivo, dado que los alumnos deben interpretar que se trataría de fenómenos similares.

En la Tabla 6.23 se puede reconocer que hubo un 40% de aumento en los estudiantes de ambos grupos experimentales, que respondieron utilizando o reconociendo analogías, y un 30% de los alumnos del grupo control. No obstante, si se comparan los resultados Post entre grupos, se observa que los grupos experimentales respondieron en el 60% de los casos teniendo en cuenta las semejanzas de las preguntas, en cambio, solo lo hizo el 38% de los del control (Gráfica 6.21).

CATEGORÍAS	E1-Pre %	E1-Post %	E2- Pre %	E2-Post %	C- Pre %	C- Post %
No	86	44	80	40	92	62
Sí	14	56	20	60	8	38

**Tabla 6.23-** Utiliza respuestas análogas- Comparación Pre- Postest

Lo anterior podría deberse al entrenamiento realizado durante la estrategia didáctica, que se los instaba a encontrar analogías y diferencias entre las interacciones y entre los campos, en las distintas situaciones planteadas.



Gráfica 6.21- Utiliza respuesta análoga- Postest

#### 6.6.1.2. Estadísticas paramétricas

Dado que el Pretest mostró que no hay diferencias significativas entre grupos, es que a través de estos estadísticos queremos observar si continúa la situación inicial entre ellos, o si la incidencia de la estrategia ha sido relevante. Para lograrlo, se realizaron dos estudios paramétricos, tal como se hiciera en el Pretest.

- Un Análisis de Varianza Simple, ANOVA, para contrastar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las medias de las muestras respecto de la variable dependiente. El nivel de significación utilizado (sig.) es de 0,05.
- Un análisis de comparaciones múltiples (Tukey), de modo de verificar si hay o no diferencias estadísticas y entre qué grupos.

En este caso, la variable de agrupación o variable independiente fue la variable “grupo”, que consta de 3 categorías: E1, E2 y C.

Como variables dependientes, en ambos casos, seleccionamos la Capacidad 1 y la Capacidad 2.

Las Hipótesis nulas podemos describirlas como:

**H<sub>03</sub>**: No existen diferencias estadísticas significativas en la Capacidad 1 “de utilizar las leyes de Newton para explicar fenómenos físicos” en función de los distintos grupos de alumnos, después de utilizar la estrategia didáctica a través de analogías.

**H<sub>04</sub>**: No existen diferencias estadísticas significativas en la Capacidad 2 “de analizar los fenómenos a través del concepto de campo” en función de los distintos grupos de alumnos, después de utilizar la estrategia didáctica a través de analogías.

A la vista de los resultados presentados en las tablas 24 y 25, se puede inferir:

✓ Rechazamos la **H<sub>03</sub>** asociada con la F cuya sig. es menor que 0,05. Podemos afirmar que **existen diferencias significativas** en la Capacidad 1 inter-grupos. El análisis de Tukey muestra que la diferencia es de los grupos experimentales respecto del control.

✓ Si bien en el ANOVA se observa que hay diferencias significativas en la Capacidad 2, el análisis de Tukey (de comparaciones múltiples) muestra que dichas

diferencias se observan en el grupo Experimental 2 respecto de los otros dos. Rechazamos entonces, la  $H_{04}$ : **existen diferencias significativas** en la Capacidad 2.

a) Análisis de Varianza Simple (ANOVA)

El ANOVA muestra que hay diferencias significativas entre grupos, dados que los valores de significación son 0.00, menor que el dado de referencia de 0,05.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Capacidad 1 Post</b>	Inter-grupos	51,389	2	25,694	8,962	,000
	Intra-grupos	177,750	62	2,867		
	Total	229,138	64			
<b>Capacidad 2 Post</b>	Inter-grupos	61,547	2	30,773	21,585	,000
	Intra-grupos	88,392	62	1,426		
	Total	149,938	64			

**Tabla 6.24-** ANOVA de las capacidades 1 y 2- Postest

b) HSD de Tukey

Para completar el contraste, se realizó el estudio de comparaciones múltiples: HSD de Tukey, con el SpSS 18. Siendo el grado de significación de referencia de 0,05, se observan las comparaciones entre los grupos respecto de las Capacidades 1 y 2 en la Tabla 6.25.

Variable dependiente	(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<b>Capacidad 1Post</b>	Exp1	Exp2	,280	,518	,851	-,96	1,52
		Control	2,014*	,523	,001	,76	3,27
	Exp2	Exp1	-,280	,518	,851	-1,52	,96
		Control	1,733*	,505	,003	,52	2,95
	Control	Exp1	-2,014*	,523	,001	-3,27	-,76
		Exp2	-1,733*	,505	,003	-2,95	-,52
<b>Capacidad 2 Post</b>	Exp1	Exp2	-1,259*	,365	,003	-2,14	-,38
		Control	1,077*	,369	,013	,19	1,96
	Exp2	Exp1	1,259*	,365	,003	,38	2,14
		Control	2,336*	,356	,000	1,48	3,19
	Control	Exp1	-1,077*	,369	,013	-1,96	-,19
		Exp2	-2,336*	,356	,000	-3,19	-1,48

**Tabla 6.25-** HSD de Tukey de las capacidades 1 y 2.- Postest

En la Capacidad 1:

- E1 y E2: grado de sig. = 0.851, que es mayor al de referencia, por lo que no hay diferencias significativas entre ellos
- E1 y C: grado de sig.= 0.01, por lo que sí hay diferencias significativas entre ellos
- E2 y C: grado de sig. = 0.03, por lo que sí hay diferencias significativas entre ellos

En la Capacidad 2:

- E1 y E2: grado de sig. = 0.03, que es menor al 0,05 de referencia, por lo que hay diferencias significativas entre ellos.
- E1 y C: grado de sig. = 0.13, que es mayor al de referencia, por lo que no hay diferencias significativas respecto de la Capacidad 2.
- E2 y C: grado de sig. = 0,00, que es menor al de referencia, por lo que sí hay diferencias significativas de E2, respecto al control. Esto se había observado cuando se hizo las comparaciones de frecuencias. El E2 tenía mejores valores en esta capacidad, es decir, un alcance mayor en la capacidad.

#### 6.6.1.3. Estadística no paramétrica. Prueba de Wilcoxon

Para comparar el Pre y Postest de cada grupo, se realizó la prueba de Wilcoxon. La elección de este estadístico se debió a que permite comparar grupos pequeños de los cuales se desconoce si la distribución es normal, y en distintos momentos (antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica). Para ello se agregaron en la matriz de datos del Postest, realizada con el software SPSS18, dos variables: la Capacidad 1 y la Capacidad 2 con los datos correspondientes al Pretest, de modo de poder hacer las comparaciones pertinentes. Por ello esta matriz contó con 54 variables (véase Anexo 20).

El contraste se basa en el comportamiento de las diferencias entre las puntuaciones de los elementos de cada par asociado, teniendo en cuenta no sólo el signo, sino también la magnitud de la diferencia.

Si alguna de las diferencias es nula, entonces, se elimina del análisis la pareja correspondiente, de forma que el tamaño de la muestra es  $n$ , representando el número de diferencias no nulas. A continuación se asignan rangos desde 1 hasta  $n$  atendiendo únicamente al valor absoluto de las diferencias y se suman los rangos correspondientes a las diferencias positivas y a las diferencias negativas por separado. Si la hipótesis nula es cierta, es de esperar que ambas sumas de rangos sean aproximadamente iguales (SPSS, 2005)

Para nuestro contraste partimos de las siguientes hipótesis nulas:

**H<sub>05</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas en la Capacidad 1 “de utilizar las leyes de Newton para explicar fenómenos físicos” al comparar Pre y Postest de cada grupo.

**H<sub>06</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas en la Capacidad 2 “de analizar los fenómenos a través del concepto de campo” al comparar Pre y Postest de cada grupo.

Según los resultados de las Tabla 6.25, podemos concluir:

- ✓ Rechazamos la  $H_{05}$ . Podemos afirmar que **existen diferencias significativas** en la Capacidad 1 Pre y Postest en los tres grupos, observando una significación menor a la dada de 0,05 en el análisis de Wilcoxon.
- ✓ **Existen diferencias significativas** en la Capacidad 2 entre el Pre y Postest según el análisis de Wilcoxon, observando una significación menor al 0,05. Rechazamos, en consecuencia, la  $H_{06}$ .

El desglose de los análisis realizados para los tres grupos se explicita a continuación:

- Grupo Control

En el contraste se tienen en cuenta los **rangos** que se describen:

- a. Capacidad 1 Post < Capacidad 1 Pre
- b. Capacidad 1 Post > Capacidad 1 Pre
- c. Capacidad 1 Post = Capacidad 1 Pre

C		N	Rango promedio	Suma de rangos
<b>Capacidad 1 Post - Capacidad 1 Pre</b>	Rangos negativos	5 <sup>a</sup>	9.30	46.50
	Rangos positivos	15 <sup>b</sup>	10.90	163.50
	Empates	2 <sup>c</sup>		
	Total	22		

**Tabla 6.26-** Suma de rangos- Capacidad 1- Grupo C

Se puede observar que 15 alumnos de 22 lograron cambios positivos en el Postest respecto de la media. Además la suma de rangos negativos y de rangos positivos tiene una gran diferencia entre sí. Esto mostraría las diferencias significativas antes y después del tratamiento.

Además, en la Tabla 6.27 se visualiza que el grado de significación es menor que el nivel adoptado como referencia. Esto indicaría que hubo cambios significativos en las respuestas del Postest respecto del Pretest en la Capacidad 1 del grupo Control.

C	Capacidad 1Post - Capacidad 1Pre
<b>Z</b>	-2,204 <sup>a</sup>
<b>Sig. Asintót. (bilateral)</b>	0,028

**Tabla 6.27-** Prueba de Wilcoxon- Capacidad 1- Grupo C

- a) Respecto de la Capacidad 2, se repiten los rangos tal como los de la Capacidad 1: Capacidad 2 Post < Capacidad 2 Pre
- b) Capacidad 2 Post > Capacidad 2 Pre
- c) Capacidad 2 Post = Capacidad 2 Pre



En este caso, de los 22 alumnos, 17 presenta cambios positivos en el Postest y la diferencia entre suma de rangos es importante.

C		N	Rango promedio	Suma de rangos
<b>Capacidad 2 Post - Capacidad 2 Pre</b>	Rangos negativos	2 <sup>a</sup>	7.25	14.50
	Rangos positivos	17 <sup>b</sup>	10.32	175.50
	Empates	3 <sup>c</sup>		
	Total	22		

**Tabla 6.28-** Suma de rangos- Capacidad 2- Grupo C

En la Tabla de Estadísticos de contraste, el valor tipificado del estadístico de prueba (la menor de las dos sumas de rangos) es igual a -3,271; por tanto, se rechaza la hipótesis nula de que la Capacidad 2 Post es igual a la Capacidad 2 Pre para el grupo Control para la significación adoptada.

C	Capacidad 2Post - Capacidad 2 Pre
<b>Z</b>	-3.271 <sup>a</sup>
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	.001

**Tabla 6. 29-** Prueba de Wilcoxon- Capacidad 2- Grupo C

- Grupo Experimental 1

En la tabla se observa que 19 estudiantes de 20 mostraron en el Postest cambios positivos respecto del Pretest y una gran diferencia entre suma de rangos, mayor que en el grupo Control.

E1		N	Rango promedio	Suma de rangos
<b>Capacidad 1 Post - Capacidad 1 Pre</b>	Rangos negativos	1 <sup>a</sup>	6.00	6.00
	Rangos positivos	19 <sup>b</sup>	10.74	204.00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	20		

**Tabla 6.30-** Suma de rangos- Capacidad 1- Grupo E1

En cuanto a los estadísticos de contraste, podemos observar en la Tabla 6.31 un valor de -3,714 que rechaza la hipótesis nula para el nivel de significancia adoptado para la Capacidad 1 del grupo E1.

E1	Capacidad 1 Post - Capacidad 1 Pre
<b>Z</b>	-3.714 <sup>a</sup>
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	.000

**Tabla 6.31-** Prueba de Wilcoxon- Capacidad 1- Grupo E1

En las Tablas 6.32 y 6.33 podemos observar los resultados del grupo E1 respecto de la Capacidad 2 antes y después del Test.

En ellas se visualiza que el Postest presenta rangos positivos respecto del Pretest en la Capacidad 2 del grupo E1 en todos los estudiantes del grupo y un grado de significancia menor al de referencia, que indica que ha habido cambios significativos en las respuestas del Postest respecto del Petest.

E1		N	Rango promedio	Suma de rangos
Capacidad 2Post - Capacidad 2 Pre	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Rangos positivos	20 <sup>b</sup>	10.50	210.00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	20		

Tabla 6.32- Suma de rangos- Capacidad 2- Grupo E1

E1	Capacidad 2Post - Capacidad 2 Pre
Z	-3.950 <sup>a</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.000

Tabla 6.33- Prueba de Wilcoxon- Capacidad 2- Grupo E1

- Grupo Experimental 2

Respecto de la Capacidad 1, se observa que tres alumnos de 23 tuvieron rangos negativos en esta capacidad, posiblemente, alumnos que ya tenían “perdida” la materia (recordamos que el Postest se llevó a cabo a mediados del año lectivo), y que contestaron a la mayoría de las preguntas con un lacónico “no sé”.

E2		N	Rango promedio	Suma de rangos
Capacidad 1Post - Capacidad 1 Pre	Rangos negativos	3 <sup>a</sup>	6.67	20.00
	Rangos positivos	17 <sup>b</sup>	11.18	190.00
	Empates	3 <sup>c</sup>		
	Total	23		

Tabla 6.34- Suma de rangos- Capacidad 1- Grupo E2

Se puede visualizar, también, que hay 17 alumnos con rangos positivos y 3 que no sufrieron cambios Pre- Postest.

El estadístico de Wilcoxon, sigue mostrando la existencia de cambios significativos en el Postest, respecto del Pre, como lo muestra la Tabla 6.35.

E2	Capacidad 1Post - Capacidad 1
Z	-3.188 <sup>a</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.001

Tabla 6.35- Prueba de Wilcoxon- Capacidad 1- Grupo E2

El análisis de la Capacidad 2, mostraría que los 23 alumnos del grupo presentan rangos positivos del Postest respecto del Pretest, tal como se observa en la Tabla 6.36

E2		N	Rango promedio	Suma de rangos
Capacidad 2 Post - Capacidad 2 Pre	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Rangos positivos	23 <sup>b</sup>	12.00	276.00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	23		

Tabla 6.36- Suma de rangos- Capacidad 2- Grupo E2

La Tabla 6.37 indicaría que hay diferencias significativas en la Capacidad 2 en el grupo experimental E2, antes y después de la intervención didáctica.

	Capacidad 2 Post - Capacidad 2 Pre
Z	-4.215 <sup>a</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.000

**Tabla 6.37-** Prueba de Wilcoxon- Capacidad 2 Grupo E2

### 6.6.2. Conclusiones del Postest

No es posible extraer conclusiones en esta investigación sin tener presente el contexto actual de la Escuela Técnica en Mendoza, donde las políticas educativas a través de resoluciones parecieran ir contra el espíritu de la ley: lograr escuelas que desarrollen capacidades, habilidades y destrezas en los alumnos, transformándolos en profesionales competentes, capaces de insertarse en el mundo laboral o lograr con éxito el ingreso a la Universidad. Políticas que indican que los estudiantes pueden faltar a clases sin quedar en calidad de libres, sin sanciones a actos de conducta inadecuada, con el pretexto de una escuela obligatoria para todos y todas, de inclusión, asistencialista y sin límites, de estadísticas complacientes versus conocimiento.

Por ello, esta realidad se transformaría en una variable a tener en cuenta en el momento de interpretar la participación, el nivel de conocimientos y de construcción de un modelo de campo.

El Postest, cuyo instrumento es el mismo que se utilizó en el Pretest, presentó 15 preguntas abiertas, con el fin de no inducir, con opciones, las respuestas.

Para sacar inferencias del análisis de las mismas, es importante recordar el **objetivo general** de la investigación: determinar en qué grado la estrategia planteada logra formar en los alumnos un modelo de campo, que permita explicar fenómenos concretos y transferir dicho modelo a otras situaciones.

Del mismo se desprendían tres **objetivos específicos**, dos de los cuales fueron tenidos en cuenta en el análisis del Postest:

- *Analizar si con la estrategia, a través de analogías y diferencias, los alumnos reconocen las fuerzas a distancia y las explican a través de campos.*
- *Reconocer si la estrategia contribuye a formar capacidades argumentativas y de razonamiento analógico.*

Para lograrlo, se analizaron tres capacidades, a través de las respuestas:

- Capacidad 1: *“De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto”*
- Capacidad 2: *“De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo”*
- Capacidad 3: *“De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones”*

Tal como se explicara en el Pretest, las evidencias sobre el nivel alcanzado para cada capacidad, fueron obtenidas del desglose en indicadores de las respuestas dadas por los alumnos a cada pregunta.

Del análisis de dichos indicadores podemos concluir, para la **Capacidad 1**:

- Tal como lo expresaran los estadísticos paramétricos, si bien no había diferencias significativas entre grupos en el Pretest, sí existen en el Postest, siendo similares los grupos experimentales, no así el nivel alcanzado en la Capacidad 1 por el grupo Control. Recordamos que la comprensión y aplicación de las leyes no estaban contempladas en la estrategia a través de las analogías, pero a la vista de los resultados, podríamos inferir que dicha estrategia influyó en la construcción del conocimiento.
- Si bien el 40 % de los alumnos de los grupos experimentales logra explicar adecuadamente los fenómenos de interacciones utilizando las leyes de Newton, solo lo hace el 24% del grupo control. Cabe recordar que menos del 4% de los alumnos lo hizo en el Pretest.
- Cerca del 20 % de los alumnos de los grupos experimentales sigue explicando a través de sus concepciones previas:
  - reconocen a la inercia como una fuerza;
  - confunden fuerza con velocidad;
  - concluyen que la gravedad es una fuerza aplicada por la Tierra a cuerpos no vinculados , por lo que caen, diferenciándolo del concepto de peso;
  - el peso es una propiedad de los cuerpos que los mantiene unidos a la Tierra, entre otros. Pero podemos destacar que lo mismo sucede con el 35% del grupo control;
  - no pueden aplicar correctamente las leyes de Newton, dado que no interpretan que las interacciones son de igual magnitud.
- El 13% del E1 y el 16% del E2 logra graficar todas las fuerzas, en contraposición del 2% del grupo C. Si bien estos porcentajes son muy bajos, tal como se indicara anteriormente, la estrategia didáctica no contemplaba la promoción de dichos conocimientos, pero pareciera que la pequeña diferencia a favor de los grupos experimentales pudiera deberse a la aplicación posterior de la misma.
- En cuanto a si el alumno reconoce entre qué cuerpos o partículas se producen las fuerzas, podemos observar que la estrategia a través de analogías, en este caso particular mostraría su influencia. Podemos destacar que los resultados Pre-Postest se invierten en los grupos experimentales (75 % **No** en el Pretest versus 75% **Sí** en el Post).
- Finalmente, en la valoración que se hizo de la Capacidad 1 (en 10 intervalos de 4 puntos cada uno), con comparaciones Pre - Postest de cada grupo (véase Tabla 6.16), podemos observar que solo los grupos experimentales logran tener alumnos con el máximo puntaje, y que en la ubicación de los intervalos hay un corrimiento de los resultados Pre - Postest hacia intervalos superiores, mostrando las mayores diferencias en los grupos experimentales. Esto indicaría

que la estrategia didáctica haya influido en los procesos de aprendizaje y en la capacidad de explicar los fenómenos cotidianos utilizando los conocimientos adquiridos.

Analizando las respuestas que dan evidencias de la **Capacidad 2**, podemos colegir:

- ✓ Según los estadísticos paramétricos, hay diferencias significativas entre los grupos respecto de esta capacidad, y la prueba de Tukey indicó que esta diferencia se produce entre el grupo Experimental 2 y los otros dos grupos.
- ✓ Hay un corrimiento importante hacia una explicación científica de parte de los grupos experimentales respecto de la Capacidad 2, en especial, el grupo E2 (véase Tabla 6.22). No obstante, podemos observar que son muy pocos los alumnos quienes logran construir un modelo de Campo para poder aplicarlo como argumento explicativo, siendo el menor porcentaje el del grupo Control. Es importante destacar que la explicación de fenómenos magnéticos a través de campos es la de mayor porcentaje respecto a los otros dos tipos de campos tratados. No obstante, estos resultados no serían excluyentes respecto de la falta de construcción de un modelo de Campo. Simplemente coexistirían explicaciones para los fenómenos cotidianos (con un cierto nivel científico) y explicaciones para problemas presentados en el ámbito escolar (donde el alumno utilice justificaciones más cercanas al conocimiento científico).
- ✓ En general, utilizan explicaciones de los fenómenos, como propiedades o procedimientos:
  - La gravedad es una propiedad de la Tierra
  - El magnetismo es propiedad de los imanes
  - La electrización de los cuerpos se produce por frotamiento
- Hay un aumento en los grupos experimentales que explican los fenómenos a través de interacciones:
  - Dos cuerpos cargados con cargas de igual signo, ubicados a cierta distancia se provocan fuerzas de repulsión, de igual magnitud.
  - Los dos cuerpos aislados, por tener masa, se provocan fuerzas, pero insisten, en general, que el de mayor masa provoca una fuerza mayor.
- Si bien el grupo mayor de estudiantes eligen explicar los fenómenos magnéticos como propiedad de los imanes, hay un porcentaje de los mismos, diferente en cada grupo, que sigue utilizando las explicaciones eléctricas del magnetismo, esto es, acumulación de cargas positivas y negativas provocarían los polos del imán.
- Hubo un aumento aproximado del 20% respecto del Pretest en los alumnos de los grupos experimentales que reconoce las fuentes del campo (gravitatorio, eléctrico y magnético). Esto no sucede con el grupo control. Ello mostraría a la estrategia aplicada como un factor favorable para la construcción del conocimiento y su persistencia en el tiempo. No obstante encontramos un gran

número de estudiantes que confunden dichas fuentes: por ejemplo, cargas en reposo producen campos magnéticos fijos, en cambio carga en movimiento son fuente de un campo magnético variable.

- Hay un 50% de alumnos que no indican en sus respuestas las fuentes del campo. Posiblemente un gran número de ellos no encontró necesario explicitar los mismos al explicar los fenómenos presentados en el Test.
- Finalmente, podemos colegir que según los indicadores de la Capacidad 2, en todos los casos hay una mejora de los grupos experimentales respecto del control. Podría deberse al uso de las analogías como estrategia para lograrlo.

Con respecto al análisis de la **Capacidad 3**, *de reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones*, podemos inferir:

- ❖ Que el porcentaje de aumento de respuestas utilizando el razonamiento análogo ha sido importante: el 60% de los alumnos de los grupos experimentales así lo hicieron, frente al 38% del grupo control. Posiblemente podría deberse al uso reiterado durante la estrategia de la búsqueda de analogías y diferencias entre interacciones, entre campos, partículas participantes y las leyes, conceptos y ecuaciones que le dan forma y explican.
- ❖ Hay un 40 % de alumnos que no utilizan la analogía como herramienta para explicar o bien, no reconocen en los fenómenos características similares que los ayuden a dar explicaciones sobre los mismos. Esto se observa en particular en el par de preguntas (14- 15), donde, si puede comprender que la corriente eléctrica en la bobina genera un campo magnético, entonces podría explicar en la pregunta 14 que la carga en movimiento produce un campo magnético que interactúa con el imán. En general, no reconocerían la similitud de ambos planteos.

Frente al análisis realizado de las respuestas del Postest, podemos concluir que si bien no se logró, en mayor medida, que los alumnos utilicen el concepto de *campo* al explicar los fenómenos físicos presentados, los alumnos de los grupos experimentales han tenido un comportamiento más cercano al conocimiento científico que el grupo control. Dichos resultados se han justificado con estadísticos de frecuencia y corroborados a través de estadísticos paramétricos entre grupos y no paramétricos, Pre y Postest.

Es importante destacar que los resultados no son generalizables, dado que la investigación fue realizada en una sola escuela, por el tamaño de las muestras, por el tipo de escuela (técnica), por las variables indeseadas, como las ausencias de los alumnos a clases, las políticas educativas, y por tratarse de un grupo humano irrepetible en un contexto social y económico adverso. No obstante, mostrarían que tras la aplicación de una Unidad Didáctica - cuya estrategia trasversal, a lo largo de la misma, fue el reconocimiento de las analogías y diferencias - los alumnos de los grupos experimentales han logrado una mayor consecución de los objetivos planteados respecto del grupo control.



## Capítulo 7. Discusiones y Conclusiones finales

“Caminante, no hay camino: se hace camino al andar”

Antonio Machado

Este trabajo de investigación tuvo como punto de partida un diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza, donde se observó como problemática principal una disminución en la base científica con la que egresaban los estudiantes.

Esta problemática fue producto, entre otros factores, de la aplicación de políticas educativas en las décadas pasadas, que no tuvieron en cuenta las competencias que un técnico debía detentar, del rol de la escuela no como constructora de saberes y de la forma en que los alumnos aprenden y los profesores enseñan, sino que fue considerada como mero agente de asistencialismo.

Más allá de lo que políticamente al gobierno le tocó y le toca revertir, ¿sería un camino a través de la enseñanza por competencias, tal como lo expresan las leyes, la forma en que los estudiantes lograrían aprender los conocimientos científicos necesarios para la vida diaria, para proseguir estudios superiores y para su trabajo profesional?

Desde mi lugar de trabajo, como profesora de Electrotecnia de dos de las escuelas técnicas del medio, observaba los escasos conocimientos científicos y matemáticos con los que llegan los alumnos al aula, y las dificultades que teníamos como profesores para construir nuevos conocimientos y desarrollar capacidades científicas. Buscar nuevas estrategias para lograr que los conceptos abordados persistieran en el tiempo y los alumnos fueran capaces de transferirlos a situaciones diversas, fue el comienzo de la presente investigación.

Si bien son contenidos en el currículum, los conceptos y resolución de situaciones problemáticas de *interacciones a distancia* y de *campos eléctricos y magnéticos*, sucumbían en una maraña de cálculos y representaciones sin sentido de continuidad, careciendo de significado por parte de los alumnos, por lo que volvían a sus concepciones previas al poco tiempo. Es de destacar que, como se trata de desarrollar profesionales técnicos en electricidad y electromagnetismo, dichos conceptos son fundamentales para interpretar el funcionamiento de las máquinas eléctricas.

Por ello, y después de revisar diversas investigaciones que contemplan la enseñanza de esos tópicos, propuse la *analogía* como estrategia transversal durante todo el desarrollo de la Unidad Didáctica. Dicha elección tuvo su sustento en la historia, en el descubrimiento de esos conceptos y el uso de la analogía por parte de los científicos durante siglos, para explicar los fenómenos, transferir propiedades analógicamente a fenómenos semejantes, reconocer diferencias y suponer la existencia de nuevos conceptos. ¿Por qué, entonces, no intentar, que esa forma de comprender el mundo, por parte de la comunidad científica, no sirviera para que los estudiantes reconocieran



similitudes y diferencias entre fenómenos, comprendieran propiedades, y fueran construyendo un modelo de campo?

Lo dicho anteriormente determinó el objetivo principal de esta tesis: comprobar en qué medida la aplicación de una estrategia a través de analogías y diferencias, facilita el aprendizaje de las interacciones a distancia y del concepto de campo (eléctrico, magnético y gravitatorio), de modo de lograr en el alumno un modelo de dicho concepto, transferible a otras situaciones y fenómenos.

En el recorrido de esta investigación cuasiexperimental hubo que andar y desandar caminos: en la búsqueda de los instrumentos que ayudaran a descubrir las concepciones previas de los alumnos, en la forma que reconocen y explican los fenómenos, en la construcción de la Unidad Didáctica, en la elección de actividades áulicas, en el modo de evaluar los objetivos planteados, y, finalmente, en cómo se analizarían los datos.

Esto no significa improvisación. Por el contrario, muestra un camino de metacognición, de buscar los procedimientos óptimos para lograr los objetivos planteados, con la mayor rigurosidad científica posible y con los recursos disponibles. Obviamente, todo es perfectible, y desde el final, puedo reconocer otras formas de hacer las cosas que ya fueron hechas. Algunas podrían ser el punto de partida de nuevas investigaciones, o la prolongación de la misma.

El trabajo, que presentó un Pre y un Postest, fue llevado a cabo durante dos períodos lectivos seguidos -2010 y 2011-, con grupos diferentes, tomando la primera intervención como prueba piloto. Ambos tests tuvieron el mismo documento de evaluación, para poder contrastar y observar en qué grado, la intervención áulica pudo influir en los resultados.

El Pretest, que consistía en 15 preguntas abiertas, donde se presentaban fenómenos físicos diversos, sirvió tanto para reconocer las ideas previas de los alumnos como para contrastar los resultados posteriores.

En ambas oportunidades se trabajó con tres cursos completos de una misma escuela, de 1<sup>er</sup> año de polimodal, con alumnos de 15 a 16 años de edad. Dos de los cursos se transformaron en grupos experimentales y el restante, fue el grupo control.

Como las leyes que sustentan las escuelas técnicas indican un camino de educación en competencias, se eligieron, tanto para la realización y el análisis de los tests como para adoptar las actividades, los conceptos a construir, las capacidades a desarrollar y los indicadores necesarios para reconocerlas.

Transformar las respuestas a las preguntas abiertas en evidencias de los distintos indicadores fue todo un desafío. Para ello, hubo que elegir el camino, aunque finalmente los dos que se presentaban como posibles, terminaron siendo complementarios.

Se eligió, primeramente, un estudio cuantitativo de las respuestas. Investigaciones que ya habían sido estudiadas, y que conforman el Marco Teórico, mostraron el cómo reconocer las categorías en la que se desglosaría cada indicador. En algunos casos se adoptó tomando en cuenta las respuestas de los alumnos a la prueba piloto, y en otras,

las propias categorías dadas por dichos estudios. Y es así, como se utilizaron como base, los trabajos de Guisasola et al. (2003), Furió y Guisasola (2001) y el de Watts (1982).

Pero, además, se estudiaron algunas respuestas, en forma cualitativa, teniendo también como referencia las investigaciones mencionadas, y otras como las de Llancaqueo (2006) y Martín y Solbes (2001). Esto, además de reconocer las concepciones previas, permitiría la triangulación metodológica.

A partir de los datos surgidos en la Prueba Piloto, se puso a punto la Unidad Didáctica, adecuando las actividades y agregando otras, de modo que, en el tiempo estipulado, pudieran realizarse. Se utilizó, como estrategia transversal, tal como lo indicara Glynn (2008), el *método de enseñanza por analogías*.

Después de la intervención áulica, dejando pasar un tiempo suficiente para reconocer la permanencia de los conceptos construidos, se llevó a cabo el Postest. Se utilizó también para ello, el regreso de los alumnos de las vacaciones de invierno, de modo de poner distancia respecto de los aprendizajes.

A dicho Test se le realizaron análisis cuantitativos a fin de observar el grado de consecución de las capacidades elegidas y la eficacia de la estrategia a través de las analogías. Para ello, se compararon las respuestas del grupo control, al que no se le aplicó la estrategia, con las de los dos grupos experimentales.

Finalmente, se hicieron análisis cualitativos complementarios, que permitieron conocer cómo imaginan y razonan los alumnos:

- De los dibujos que ellos hicieron de cómo imaginan el campo gravitatorio y eléctrico, tomando como referencia el campo magnético, que visualizaron a través de un imán y limaduras de hierro.
- De ítems de carácter conceptual respecto de campos, que se trabajó en grupos y como trabajo de integración, los cuales fueron extraídos de diversas investigaciones que conforman el Marco Teórico.
- De la construcción de analogías teniendo un campo de temperaturas como ejemplo.

Cabe recordar, que la problemática socioeconómica del país, que quiso ser subsanada con asistencialismo, en vez de remediarse, ha aumentado y aquella solución que debía ser temporal, ha superado ya la década. Esto fue en desmedro de la educación, que perdió su sentido de promoción social, por lo que las políticas educativas, que pretendían ser inclusivas, solo lograron equipararla hacia abajo, disminuyendo su calidad. Estas situaciones pusieron en peligro una y otra vez la investigación, toda vez que los alumnos solo asistían a clases para completar un requisito o bien faltaban a gran cantidad de las mismas, sin quedar en calidad de libres.

A pesar de ello, el análisis de los datos mostró concepciones previas de carácter universal, es decir, coincidentes con las investigaciones tomadas de referencia, como así también los resultados finales. Y, a pesar de las limitaciones indicadas, se observó una mejora sustancial en los resultados de los grupos experimentales respecto de los

conceptos de interacciones y campos, mostrando la importancia de la estrategia a través de analogías.

## 7.1. Conclusiones

Al iniciar este trabajo, partimos de un **Objetivo General**, el de observar si la estrategia didáctica basada en analogías y diferencias contribuye a formar un modelo de campo, transferible a otras situaciones y problemas.

De él se desprendieron objetivos específicos, que se resumen a continuación:

- Identificar las concepciones alternativas de los alumnos: esto a través del Pretest y del análisis de los gráficos hechos por los alumnos.
- Analizar si con la estrategia planteada los alumnos logran las capacidades analizadas, es decir, reconocen las fuerzas a distancia y las explican a través de campos.
- Reconocer si la estrategia contribuye a formar capacidades argumentativas y de razonamiento analógico.

### 7.1.1. Resumen de las concepciones previas identificadas y analizadas

Para lograrlo, se analizaron cualitativamente las respuestas al Pretest, como así también, los dibujos realizados por los alumnos, sobre cómo imaginan la forma del campo gravitatorio y eléctrico, como actividad áulica.

A continuación, se exponen los resultados de dichos análisis:

- No pueden explicar los fenómenos aplicando las leyes de la Dinámica. No reconocen el concepto de interacción.
- Confunden el concepto de *fuerza* con otros tales como velocidad, trabajo, inercia y presión.
- La gravedad es una propiedad de la Tierra, y únicamente de ella.
- La gravedad es una fuerza que cae sobre los cuerpos, diferente del peso.
- El magnetismo es una propiedad del imán.
- Reconocen la electrización como “*estática*”, pero no pueden explicarla. No reconocerían el concepto de carga.
- Se explican los fenómenos eléctricos a través de procedimientos. Por ejemplo: “*al frotar el peine adquiere estática*”.
- El campo gravitatorio acaba cuando termina la atmósfera.
- Utilizan el concepto de campo eléctrico y magnético en forma indistinta, dado que no reconocen las fuentes.
- No existe el campo si no hay medio material que lo sustente.

Los resultados obtenidos contribuyeron a identificar las ideas previas, de modo de intentar, a través de la intervención áulica, lograr en los alumnos una conceptualización progresiva, más cercana al conocimiento científico.

### 7.1.2. Nivel alcanzado en las capacidades analizadas

Dado que hemos considerado durante todo el trayecto de la investigación incorporar una educación por competencias, se eligieron y analizaron tres capacidades, para observar el grado de consecución de las mismas una vez aplicada la estrategia.

Para ello se analizaron las respuestas a las preguntas del Pre y del Postest, que consistían en el mismo documento, formados por 15 preguntas abiertas sobre fenómenos físicos cotidianos.

Para realizar dicho análisis se tuvo que diseñar una metodología, donde cada capacidad era observada a través de indicadores. Dichos indicadores se desglosaron en categorías o niveles donde se ubicaba el conocimiento del alumno. Algunas, fueron obtenidas por la repetición de las respuestas a la Prueba Piloto, y otras, extraídas de trabajos de investigación que conforman el marco teórico (Guisasola et. al., 2003; Furió y Guisasola, 2001). Los niveles eran numerados de menor a mayor, según el acercamiento al conocimiento científico (véanse Tablas 3.1 y 3.2). De este modo se pudo realizar un análisis estadístico de la consecución de las capacidades.

Se resumen a continuación, las conclusiones respecto de cada capacidad estudiada:

#### Capacidad 1: “*de utilizar las leyes de Newton para explicar los fenómenos físicos*”

Esta capacidad fue analizada, si bien no tratada desde la estrategia, porque era necesaria como punto de partida para la incorporación de nuevos conceptos. No obstante, era importante estudiarla no solo para reconocer los conocimientos previos desde los cuales partir en la unidad didáctica y adaptarla para que estén todos presentes, sino para explorar en qué medida la estrategia influyó en dicha capacidad.

El estudio del **Pretest** indicó que los tres grupos, el de control y los dos grupos experimentales, presentaron características similares, mostrando que no habían estado expuestos a una enseñanza formal de las leyes de la dinámica. Confundían el concepto de fuerza, con el de energía, trabajo e inercia, y no podían representarlas. Las Tablas 6.1, 6.2 y 6.3 muestran los resultados del nivel con que partían respecto de esta capacidad, analizada desde los indicadores:

- Alrededor del 60% de los alumnos de los tres grupos no podrían explicar los fenómenos de interacciones, el 30 % lo podía hacer en forma parcial, y solo el 4% comprender el fenómeno.
- En cuanto a graficar las fuerzas intervinientes, el 65% de los estudiantes no las representó, el 25 % lo hizo en forma incorrecta (dibujó velocidades, o la gravedad como una fuerza que cae) y el 5% en forma parcial (dibujó las acciones, pero no las reacciones). Cuando dibujaron fuerzas, lo hicieron con

“flechas”, que podían ser curvas o rectas, que “salen” de cualquier cuerpo o “caen” sobre los cuerpos.

- Respecto de las fuentes, solo el 20% de los estudiantes identificaría entre qué elementos se producen las fuerzas.

Luego de la intervención áulica, los resultados del **Postest**, tal como se observa en la Tablas 6.13, 6.14, 6.15 y 6.16, mostraron que:

- Si bien, los tres grupos tuvieron un comportamiento homogéneo y similar en el Pretest, el Postest mostró un mejor desarrollo de esta capacidad en los grupos experimentales.
- Alrededor del 40% de dichos alumnos pudieron utilizar las leyes de la dinámica para explicar los fenómenos, respecto del 25 % del grupo control.
- En general, los alumnos no pudieron graficar las interacciones, solo dibujaron las acciones. No obstante, el 70 % de los alumnos del grupo experimental reconoció entre qué elementos se producían las fuerzas, en relación al 45% del grupo control.
- Finalmente, respecto de la Capacidad 1, el grupo control tuvo la mayor cantidad de respuestas ubicadas en la mitad de escala: esto es, en una escala del 1 al 10, se ubicarían entre el 4 y el 6. Los grupos experimentales, en cambio, lo harían en los intervalos 7 y 8.

De los resultados anteriores y recordando que la estrategia por analogías no fue aplicada para aprender las leyes de la dinámica, podemos inferir que el uso de dicha estrategia durante el resto de la intervención áulica influyó en la adquisición y permanencia de los conocimientos que conforman la Capacidad 1.

#### Capacidad 2: “De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo”

Esta capacidad se analizó a través de cinco indicadores, donde las respuestas a las preguntas del test nos daban evidencias del nivel alcanzado de los mismos.

El **Pretest**, tal como se observa en las tablas 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10, mostró que:

- Los alumnos de los tres grupos no utilizaban el concepto de campo para explicar los fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos
- Explicaban la gravedad como una propiedad de la Tierra y la atracción magnética como una propiedad del imán (alrededor del 33%)
- El imán atraería a otros cuerpos porque contiene cargas positivas en uno de los polos y negativas en el otro (alrededor del 15%)
- Alrededor del 50% de los alumnos no podían explicar los fenómenos gravitatorios, eléctricos o magnéticos
- Un 40% explicaba el campo eléctrico a través de los procedimientos de electrización: por rozamiento o por contacto

- Un 80% de los alumnos no reconocía las fuentes del campo y el mismo porcentaje no comprendía entre qué partículas se producen las interacciones

Cabe recordar que los estudiantes no habían tenido instrucción formal en Física en los años anteriores, y dicho espacio curricular era desarrollado a la par de Electrotecnia. Por ello las respuestas fueron imprecisas, a veces representadas con una palabra, como “estática”, “magnetismo”, otras, confundiendo conceptos: “la Tierra atrae los cuerpos porque tiene un campo magnético”.

Comparativamente, el análisis de las respuestas al **Postest**, después de la intervención áulica aplicando la estrategia por analogías a los grupos experimentales, mostró que:

- Respecto del campo gravitatorio, y tal como se observa en la Tabla 6.17, los alumnos del grupo experimental lograron en un gran porcentaje dar un avance conceptual, al explicar los fenómenos a través de interacciones (un incremento del 30%). En contrapartida, el grupo control obtuvo dicho aumento a favor de explicar la gravedad como propiedad de la Tierra. No obstante, solo el 8% de los alumnos de los tres grupos utilizó el concepto de campo.
- Respecto del campo eléctrico, en los tres grupos hubo un cambio conceptual positivo. En general aumentó la explicación de los procesos eléctricos por electrización, sobretodo en el grupo control, que alcanzó un 70% en ese nivel. En cambio, los grupos experimentales lograron un incremento en sus explicaciones a través de interacciones y de campo, aunque en este último caso, en un porcentaje menor (véase Tabla 6.18).
- La explicación de los fenómenos a través del campo magnético evidenció los mayores cambios, disminuyendo drásticamente los alumnos que no explican los fenómenos, aumentando el valor en los otros niveles: a través de considerar al magnetismo como atracción, el magnetismo como electricidad y a través de campos, observándose en este último nivel un progreso conceptual mayor en los grupos experimentales (véase Tabla 6.19).
- Respecto de las fuentes del campo, ha habido un desplazamiento hacia un conocimiento científico. Existe un gran número de alumnos que sigue en la categoría *no reconoce*. Esto no indicaría que no lo sabe, sino que no encontró necesario en su forma explicativa nombrar las fuentes para explicar los fenómenos. Se observa que hubo un aumento en el número de estudiantes en todos los grupos que sí reconocen las fuentes de los distintos campos, sobretodo en los dos experimentales (alrededor del 30%, superior al 10% del grupo experimental) (Tabla 6.20).
- En cuanto a las partículas intervinientes, se lograron resultados similares a las obtenidas para las fuentes. Es importante destacar que los grupos experimentales lograron hacerlo con éxito en el 47% y el 56% de los casos, en contraposición del grupo control, que lo logró solo en el 27% de los alumnos. No obstante, existe un porcentaje superior al 20% de los grupos experimentales que siguen interpretando en forma errónea las partículas, como suponer que el imán provoca

fuerzas magnéticas sobre cargas en reposo y fuerzas magnéticas variables sobre cargas eléctricas en movimiento (Tabla 6.21).

Además, tal como sucedió con la Capacidad 1, en la Capacidad 2 el grupo control se ubicó en el medio de una escala de 10, y los grupos experimentales entre los intervalos 7 y 8 (véase Tabla 6.22)

Por último, el análisis del Trabajo Práctico de Integración, que exhibía seis situaciones problemáticas de interpretación de campos, permitiría ratificar lo observado a través del análisis cuantitativo de las respuestas.

Las seis preguntas conceptuales que fueron extraídas de diferentes trabajos de investigación debían discutirse y contestarse en pequeños equipos de trabajo (3 o 4 alumnos), tanto en los dos grupos experimentales como en el control, es decir, hayan o no estado expuestos a la estrategia didáctica.

Más allá de que todos los grupos coincidieron en reconocer la densidad de líneas de fuerza como el lugar de mayor o menor intensidad de campo eléctrico, solo los grupos experimentales lograron tener un acercamiento a la noción de campo. Pudieron reconocer que puede existir el campo eléctrico a pesar de no encontrarse una carga que entre en un punto del espacio de influencia, pero volvieron a confundirlo con el concepto de fuerza cuando en dicho punto entraba una carga de distinto signo que la fuente.

Respecto del campo magnético, los alumnos de los grupos experimentales pudieron reconocer como fuente del campo la carga en movimiento.

Por ello, si bien no se logró en los estudiantes crear un modelo de campo, se observa un aporte importante de la estrategia didáctica por analogías en el proceso de su formación, recordando que los modelos científicos son construcciones provisionales y perfectibles.

### Capacidad 3: “De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones”

Esta capacidad se pudo analizar a través de la comparación de las respuestas de los tests que podían ser expresadas en forma análoga, de los ejemplos dados por los estudiantes al buscar una analogía a un campo de temperaturas y de los dibujos que representaron en forma análoga al campo generado por un imán y puesto en evidencia por limaduras de hierro. De dichos análisis podemos inferir:

El 60% aproximadamente de los alumnos de los grupos experimentales y el 40% del control pudieron contestar reconociendo que se trataban de preguntas que indagaban sobre tópicos similares. Esto no es determinativo dado que debían reconocer que había una similitud, pero muestra un crecimiento sustancial respecto de lo contestado en el Pretest, donde menos del 20 % podía reconocer un fenómeno análogo (véase Tabla 6.23).

Además, los ejemplos utilizados por los alumnos de los grupos experimentales, mostró una adecuada interpretación del campo de temperatura, dado que dichos ejemplos cumplen con varias de las características de un campo:

- ✓ Una perturbación del espacio, provocada por una fuente
- ✓ El cuerpo que entra en el campo interactúa con la perturbación del espacio, y no con la fuente que lo genera
- ✓ La interacción no es instantánea
- ✓ El campo se debilita a medida que se aleja de la fuente

No obstante, el análisis de los dibujos del campo eléctrico y campo gravitatorio luego de visualizar el generado por un imán y limaduras de hierro, mostró algunos obstáculos que impedirían una formación adecuada del concepto de campo:

- Los alumnos presentan dificultades al momento de representar lo que visualizan.
- Identificarían el campo como un espacio alrededor del imán, de la carga o de la Tierra, donde estos ejercen su influencia. Dicho espacio tendría límites bien definidos, como por ejemplo, el campo gravitatorio de la Tierra finaliza al terminar la atmósfera.
- El campo necesitaría de un medio material que lo sustente y pueda transmitir fuerzas.

Más allá de lo expresado anteriormente, los alumnos de los grupos experimentales comenzaron a usar la analogía como estrategia para explicar situaciones similares, si bien su pobreza lingüística y conceptual restringió sus capacidades argumentativas. El razonamiento y la argumentación implican capacidades tales como relacionar datos, sacar conclusiones y usar modelos y conceptos científicos como soporte de dichas argumentaciones (Henao y Stipcich, 2008), por lo que es necesario una construcción progresiva del modelo para un acercamiento argumentativo científico.

## 7.2. Discusiones y conclusiones finales

Tomando como base una educación en competencias, tal como lo indican las leyes que sustentan la educación argentina, esta investigación partió del supuesto de que una estrategia transversal a través de analogías y diferencias permitiría crear un modelo mental de campo, eléctrico, magnético y gravitatorio, perfectible en el tiempo y transferible a otras situaciones.

Una enseñanza basada en competencias implica reconocer las capacidades que desde el espacio curricular se pueden desarrollar para lograr al final del recorrido escolar las competencias que como egresado debe detentar. Desde ese lugar, se pensó en elegir tres capacidades básicas, a desarrollar a lo largo de la intervención didáctica, cuya consecución fuera evaluada en forma cuantitativa, pero apoyada por un análisis cualitativo a través de distintos documentos.

Se utilizó una metodología cuasiexperimental, con un grupo control y dos experimentales, con Pre y Postest, donde la estrategia didáctica implementada como



variable independiente fue aplicada en el ámbito escolar, en situaciones reales, lo que le dio validez externa (Rodríguez y Valldeoriola, 2003).

De los resultados obtenidos podemos concluir que la estrategia aplicada a través de analogías, si bien no logró que los alumnos de los grupos experimentales interpretaran los fenómenos a través del concepto de campo y sus características, produjera un avance significativo en las capacidades científicas estudiadas respecto del grupo control, al cual no se le aplicó la estrategia.

La investigación permitió, además, conocer las ideas previas de los estudiantes respecto de las interacciones a distancia y de campos, a través del análisis cualitativo del Pretest y de los dibujos de cómo imaginan dichos campos, reconociendo en los resultados concepciones previas universales, observadas en otras investigaciones y en otros contextos.

Si bien el objetivo de la intervención no fue logrado totalmente, ello no indicaría que la estrategia no pueda ayudar a crear un modelo de campo. El tiempo disponible para llevar a cabo la unidad didáctica, los problemas socioeducativos que se debieron soportar, la ausencia de los alumnos a clase, la falta de conocimientos científicos previos, la pobreza lingüística (que no solo no les permite argumentar con claridad, sino tampoco interpretar lo que leen o se les explica), conspirarían en la consecución de los objetivos planteados. No obstante, la intervención fue llevada a cabo con el mayor rigor científico posible y sus resultados son transferibles y consistentes, desde el momento que coinciden los de la prueba piloto realizada en el 2010 y la Investigación del 2011.

Como toda investigación, siempre perfectible, admitiría cambios para poder lograr sus objetivos: una revisión de las estrategias didácticas, un mayor número de situaciones problemáticas para analizar y resolver, una observación sistemática de las clases para la obtención de datos, como también la aplicación de un Postest de opciones múltiples, que permitiera cuantificar con mayor objetividad las respuestas.

Frente a los resultados obtenidos, surgen nuevos caminos o líneas de acción:

- Continuar la investigación utilizando la estrategia didáctica por analogías para completar los conceptos no tratados en este trabajo, tales como energía y potenciales.
- Realizar investigaciones sobre las concepciones que obstaculizan la formación de un modelo de campo.
- Dado que las leyes educativas en Argentina muestran una enseñanza por competencias, estudiar el uso de la estrategia a través de analogías para desarrollar la capacidad argumentativa en los alumnos utilizando diferentes conceptos científicos. Tal como lo expresan Henao y Stipcich (2008), lograr capacidades argumentativas llevaría a dejar de lado la enseñanza tradicional y positivista para transformarse en comunidades de aprendizaje donde la participación de los estudiantes los lleve a clasificar, comparar, usar analogías, justificar y valorar las explicaciones.

- Realizar intervenciones para investigar sobre la aplicación de nuevas estrategias para promover competencias científicas, tales como el aprendizaje basado en problemas, por proyectos, o por argumentación. Todas ellas promueven capacidades diferentes, por lo que deberán ser elegidas según sean las que se quieran desarrollar.
- Llegar hasta las autoridades educativas de modo de promover cursos que sirvan para mostrar los resultados obtenidos. De esta manera acercar a los profesores herramientas que permitan enriquecer su trabajo en clase.
- Delimitar las capacidades necesarias para lograr un técnico competente, capaz de utilizar sus conocimientos, habilidades y destrezas para la vida, para el trabajo y para proseguir estudios superiores, y el aporte desde cada espacio curricular.

Pero para que todas estas investigaciones tengan sentido, las políticas educativas deben promover una escuela con contenidos pero centrada en el alumno, resignificando el sentido actual de inclusión y equidad. Donde la equidad signifique dar igualdad de oportunidades, no igualdad de resultados, dado que esto último se obtiene con el esfuerzo, el deseo y la necesidad de aprender. Donde la inclusión signifique el respeto por el otro, por la diversidad, y no el “permanecer” en el ámbito educativo.

Pero para ello los adolescentes, los padres y la sociedad toda no deben percibir la asistencia a la escuela como una pérdida de tiempo, sino como el lugar donde se promueven capacidades que ayuden a hacer frente a los desafíos de la sociedad actual. Y es allí donde la escuela debe encontrar su rumbo, y actuar en consecuencia.



## BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, L. y MAGRO, R. (2009). Diseño de una propuesta para el proceso de Enseñanza- Aprendizaje del Electromagnetismo. *Revista Tecnología@ y desarrollo*, Vol. VII.
- ACEVEDO, J.A. (2004). El papel de las analogías en la creatividad de los científicos: la Teoría del Campo Electromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la Historia de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(3), 188-205.
- ADÚRIZ BRAVO Y GALAGOVSKY. (1997). Modelos científicos y modelos didácticos en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Actas de la X Reunión de Educación en Física*. Argentina.
- BAR, V. ZINN, B. y RUBIN, E. (1997). Children's ideas about action a distance. *International Journal of Science Education*, 19(19), 1137-1157.
- BASER, M. y GEBAN, Ö. (2007). Effect of instruction based on Conceptual Change activities on students' understanding of static electricity concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25(2), 243-267.
- BOLTZMANN, L. (1986). *Escritos de mecánica y termodinámica*. Madrid: Alianza. [Traducción, introducción y notas de F.J.O. Ordoñez].
- BORGES, A. y GILBERT, J. (1998). Models of magnetism. *International Journal of Science Education*, 20(3), 361-378.
- BRADAMANTE, F. y MICHELINI, M. (2004). *Childrens' ideas about gravitation, investigating a Model of Gravitational Field*. Ostrava: Girep book.
- BUNGE, M. (1989). *Aprender y enseñar Ciencia y Técnica o decaer*. Conferencia realizada en el 2º Congreso de Educación y Sociedad. Granada 18-21 de octubre.
- BUNK, G. (1994). La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales de RFA. *Revista CEDEFOP*, 1, 8-14.
- CAMPANARIO, J. M. (2002). Asalto al castillo: ¿a qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 315-325
- CINTEFOR/OIT (2001). Las 40 preguntas más frecuentes sobre competencias laborales. México. En: <http://www.cinterfor.org.uy>.
- CONSEJO FEDERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN (1998). *Acuerdo A-17: Estructura curricular Básica para la Educación Polimodal*. Argentina

- CORNFORD, I. (1997). Competency-based training: An assessment of its strengths and weaknesses by NSW vocational teachers. *Australian and New Zealand Journal of Vocational Education Research*, 5 (1), 53-76.
- CORNFORD, I. (1999). Rediscovering the importance of learning and curriculum in vocational education and training in Australia. *Journal of Vocational Education and Training*, 51 (1), 93-113.
- DEPRESBITERIS, L. (2005). Competencias en la Educación Profesional. ¿Es posible evaluarlas? *Boletín Técnico del SENAC*, 31(2).
- DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. y JIMÉNEZ, M. P. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 183-194.
- DRIVER, R., GUESNE, E. Y TIBEGHIEN, A. (1985). *Children's ideas in Science*. Philadelphia: Open University Press.
- DRIVER, R. (1989). Student's conceptions and the leaning of Science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- DUIT, R., ROTH, W., KOMOREK, M. y WILBERS, J. (2001). Fostering conceptual change by analogies - between Scylla and Caribdis. *Learning and Instruction*, 11(4), 283- 303.
- ECHARTE, R. (2005). *La Educación Técnica y Profesional y su reordenamiento legislativo*. Conferencia realizada en CTA (Central de Trabajadores Argentina). Buenos Aires, 4 de julio.
- FENSHAM, P. J. (2002). Time to change Drivers for Scientific. Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(2), 9-24.
- FERNÁNDEZ, I. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València.
- FERNÁNDEZ, J., PORTELA, L., GONZÁLEZ, B.M. y ELÓRTEGUI, N. (2001). *Las analogías en el aprendizaje de la Física en secundaria*. I Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI, Volumen II, pp. 1901-1913. Granada.
- FERNÁNDEZ, J., GONZÁLEZ, B., MORENO, T. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 35, 82-89.
- FRACARO, A. y PERALES, F. (2010). Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza. Una base insuficiente en Ciencias básicas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 54 (1), 1-13.
- FRACARO, A. y PERALES, F. (2012). *Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza (Argentina)*. Alemania: Editorial Académica Española.

- FURIÓ, C. y GUIASOLA, J. (1998). Dificultades de los conceptos de carga y campo eléctrico en estudiantes de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 131-146.
- FURIÓ, C. y GUIASOLA, J. (2001). La enseñanza del concepto de Campo Eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 319-334.
- GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ BRAVO, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242.
- GALILI, I. (1993). Weight and gravity: teachers' ambiguity and Students' confusion about the concepts. *International Journal of Science Education*, 15 (2), 149-162.
- GALILI, I. (1995). Mechanics background influences students' conceptions in electromagnetism. *International Journal of Science Education*, 17 (3), 371-387.
- GALILI, I. y KAPLAN, D. (1997). Changing approach to teaching electromagnetism in a conceptually oriented introductory physics course. *American Journal of Physics*, 65(7), 657-667.
- GALLART, M. A. (1985). *Racionalidad educativa y la racionalidad productiva: las escuelas técnicas y el mundo del trabajo*. Buenos Aires: Cuadernos del CENEP 33-34.
- GALLART, M. A. (1987). *Las escuelas técnicas y el mundo del trabajo: la carrera de los egresados*. Buenos Aires: Cuadernos del CENEP 38-39.
- GALLART, M. A. (2006). *La escuela técnica Industrial en Argentina: ¿un modelo para armar?* Montevideo: CINTERFOR /OIT.
- GAGNÉ, R. (1965). *The Psychological Bases of Science: A Process Approach*, American Association for the Advancement of Science, Washington.
- GARCÍA DE CERETTO, J. Y GIACOBBE, M. (2009). *Nuevos desafíos en investigación: Teorías, métodos, técnicas e instrumentos*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- GIL, D. (1986). *La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas*. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 111-121.
- GIL-PÉREZ, D. y VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la escuela*, 43, 27-37.
- GIL-PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., SIFREDO, C., VADÉS, P. y VILCHES, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile. OREALC/UNESCO.
- GLYNN, S. M. (2007). Methods and strategies: The Teaching-With-Analogies Model. *Science and Children*, 44(8), 52-55.
- GLYNN, S. M. (2008). Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies. In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband, & M. Brückmann (Eds.), *Four*

*decades of research in science education: From curriculum development to quality improvement* (113-125). Münster, Germany: Waxmann.

GONZÁLEZ, B. y MORENO, T. (1998). Las analogías en la enseñanza de las Ciencias. *Actas II. Simposio sobre la Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*, 204-206, Madrid.

GONZÁLEZ, B. (2002). *Las analogías en el proceso Enseñanza- Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.

GONZÁLEZ, J. Y WAGENAAR, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe final. Fase 1. Universidad de Deusto, 28, Bilbao.

GRECA, I. y MOREIRA, M. A. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 95-108.

GRECA, I. M. y MOREIRA, M. A. (1997a). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno Catarinense de Ensino Física*, Florianópolis, 15 (2), 107-120.

GRECA, I. M. y MOREIRA, M. A. (1997b). The kinds of mental representation–models, propositions and images- used by college physics students regarding the concept of field. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.

GRECA, I. M. y MOREIRA, M. A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de Física en Electricidad y Magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 289-303.

GRECA, I. M. y MOREIRA, M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modeling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.

GRECA, I.M. Y MOREIRA, M. A. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza/ aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Investigaçao em Ciências*, 2(3), 84-96.

GUISASOLA, J. (1997). El trabajo científico y las tareas en la electrostática en textos de bachillerato. *Alambique*, 11, 45-54.

GUISASOLA, J., ALMUDÍ, J.M., y CEBERIO, M. (2003). Concepciones alternativas sobre el Campo Magnético Estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 281-293.

GUISASOLA, J., ALMUDÍ, J.M. y ZUBIMENDI, J.L. (2003). Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la Teoría del Campo Magnético y elección de los Objetivos de Enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 79-94.

GUISASOLA, J., ZUBIMENDI, J., ALMUDÍ, J. y CEBERIO, M. (2007). Propuesta de Enseñanza en cursos introductorios de Física en la Universidad, basada en la investigación didáctica: siete años de experiencia y resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 91- 106.

- GURUSWAMY, C., SOMARS, M. D. y HUSSEY, R. G. (1997). Students' understanding of the transfer of charge between conductors. *Physics Education*, 32, 91-96.
- HAGER, P., GONCZI, A. y ATANASOU, J. (1994). General issues about assessment of competence. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 19 (1), 3-16.
- HENAO, B. y STIPCICH, M. (2008). Educación en Ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posibles respuestas a los desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 47-62.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. (1997). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. México.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. (2007). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. México.
- HODSON, D. (1999). Trabajo de laboratorio como método científico: tres décadas de confusión y distorsión. *Revista de Estudios del Currículum*, 2 (2), 52-83.
- HOLLAND, J.H., HOLYOAK, K. J., NISBETT, R. E. y THAGARD, P. R. (1986). *Induction: processes of inference, learning and discovery*. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- HOLTON, G. (1979). *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Ed. Reverté (Barcelona).
- IZQUIERDO. (1999). Aportación de un modelo cognitivo de ciencia en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. N° extra, 62- 85.
- JABIF, L. (2007). *La docencia universitaria bajo un enfoque de competencias*. Chile: Imprenta Austral.
- JIMÉNEZ, J. (1998). *Los medios de representación gráfica en la enseñanza de la Física y la Química*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983). *Mental Models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KUHN, D. (1993). Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 73, 319-337.
- LE BOTERF (1997). *Compétence et navigation professionnelle*, Paris: Ed. d'Organisation.
- LEITON, R. (2006). *Diseños Curriculares Basados en Competencia y desafíos de la Universidad*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- LLANCAQUEO, A., CABALLERO, M.C., MOREIRA, M.A. (2003). El aprendizaje del concepto de Campo en Física. Una investigación exploratoria a la luz de la teoría de Vergnaud. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(4), 399-417.



- LLANCAQUEO, A. (2006). *El aprendizaje del concepto de Campo en Física: conceptualización, progresividad y dominio*. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos.
- MALONEY, D., O'KUMA, T., HIEGGELKE, C. y VAN HEUVELEN, A. (2001). Surveying Students' conceptual Knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), 12-23.
- MARCO, B. (2000). La alfabetización científica. En Gil-Pérez et al.: *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile. OREALC/UNESCO
- MARTÍN, J. y SOLBES, J. (1999). La enseñanza del concepto de campo en secundaria y bachillerato. *Actas de la XXVII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física*. Valencia.
- MARTÍN, J. y SOLBES, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de Campo en Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 393-403.
- MC DONALD, R., BOUD, D., FRANCIS, J. Y GONCZI, A. (1995). *Nuevas perspectivas sobre la evaluación. Sección para la educación técnica y profesional*. UNESCO, Paris.
- MENESES, J.A. y CABALLERO, M.C. (1995). Secuencia de enseñanza sobre electromagnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 36-45.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2003). *Decreto 1574/65 en INET: Planes de estudio de las escuelas técnicas*. Buenos Aires. Argentina.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA (1993). *Ley Federal de Educación N° 24 195*.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA. (2005). *Ley de Educación Técnica y Profesional N° 26058*. .
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA (2006). *Ley de Educación Nacional N° 26206*.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA. (2007). *Resolución CFE N° 15/07, Marco de referencia para procesos de homologación de títulos de nivel secundario*.
- MORÍN, E. (1991). *El método IV. Las ideas*. Cátedra. Madrid.
- OIT (1993). *Formación Profesional. Glosario de términos escogidos*. Ginebra
- OLIVA, J.M., ARAGÓN, M.M., MAREO, J. y BONAT, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la Enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 453-470.
- OLIVA, J.M. (2004a). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3). En <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

- OLIVA, J.M. (2004b). El papel del razonamiento analógico en la construcción histórica de la noción de fuerza gravitatoria y del modelo del sistema solar (segunda parte). *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 1(3), 167-186.
- PAULI, W. (1996). *Escritos sobre física y filosofía*. Madrid: Debate.
- PERALES, F. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.
- POZO, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 503-512.
- PRONKO, M. A. (2003). *Universidades del trabajo en Argentina y Brasil: Una historia de las propuestas de su creación; entre el mito y el olvido*. Montevideo: CINTERFOR.
- RAVIOLO, A., RAMÍREZ, P. y LÓPEZ, E. (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de Modelo Científico a través de Analogías. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 581-612.
- RAINSON, S., TRANSTOMER, C. y VIENNOT, L. (1994). Students' understanding of superposition of electric fields, *American Journal of Physics*, 62, 1026-1032.
- RODRÍGUEZ, D. Y VALLDEORIOLA, J. (2003). *Metodología de la investigación*. Universitat Oberta de Catalunya en <http://www.uoc.edu>.
- ROEGIERS, X. (2008). Las reformas curriculares guían las escuelas: pero, ¿hacia dónde? *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3). En <http://www.ugr.es/~recfpro/Rev123.html>
- SIEGEL, A. y LEE, J. (2001). "But electricity isn't static": science discussion, identification of learning issues, and use of resources in a problem - based learning education course. Paper presented at the *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, St. Louis.
- SPSS (2005). Análisis de datos. Barcelona. En <http://www.ub.edu/SPSS/>
- STRUBE, P. (1988). The presentation of energy and fields in physics texts a case of literacy inertia. *Physics Education*, 3, 366-371.
- TARDIF, J. (2008). Desarrollo de un programa por competencias: de la intención a su implementación. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12 (3). En <http://www.ugr.es/~recfpro/Rev123.html>
- TÖRNKVIST, S. PETTERSON, K. A. y TRAUSTRÖNER, G. (1993). Confusion by representation: on Students' comprehension of the electric field concept. *American Journal of Physics*, 61(4), 335-338.
- TOULMIN, S. (1999). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- TULIC, L. (2006). *Formación Profesional y Currículum en la Universidad. Evaluación centrada en competencias profesionales*. Universidad de Morón. Buenos Aires.

VIENNOT, L. y RAINSON, S. (1999). Design and evaluation of research-based teaching sequence: the superposition of electric field. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 1-16.

WATTS, M. (1982). Gravity don't take for granted! *Physic Education*, 17, 116-121.

# Anexos



**Anexo I. Declaración de interés Educativo y Municipal****Libro: Diagnóstico de la Escuela Técnica de Mendoza**

R. de D. N° 12  
Folio N° 102  
Declaración N° 537



Municipalidad de Maipú  
(Mendoza)

**Honorable Concejo Deliberante****Visto:**

El Expediente Municipalidad de Maipú N° 3432-2013; y

**Considerando:**

Que el Libro "Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza (Argentina). Una base insuficiente en Ciencias Básicas" de la Ingeniera Anahí Catalina Fracaro, en coautoría con el Dr. Francisco Javier Perales Palacios- Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, España, reconoce que para que los cambios que puedan introducirse en la Escuela Técnica tengan efecto, habrá que resignificar el sentido de la escuela, que no cumpla solo el papel de socializadora, sino que prepare a los alumnos para vivir en sociedad, para el trabajo, y para continuar estudios superiores, tal como lo indica la ley. Y al mismo tiempo, a su vez, padres, alumnos, autoridades políticas y la sociedad toda, transmitan la necesidad de educarse. Esto no es dejar a la escuela sin contenidos, sino a partir de ellos, construir competencias que hagan al perfil del egresado.

Que la Ing. Anahí Catalina Fracaro, docente de la Facultad de Ingeniería perteneciente a la Universidad de Mendoza, Argentina; es Ingeniera en Electrónica y Electricidad (Universidad de Mendoza, Argentina), especializada en Industrialización del Petróleo (Universidad de Buenos Aires). Es Diplomada en Suficiencia Investigadora (Universidad de Granada, España). Actualmente Profesora de Electrotecnia, de Física y Matemática en Escuelas Técnicas de la provincia, y de Física 1 y 2 en la Universidad de Mendoza.

Que el libro, es la publicación del trabajo realizado en el marco del Doctorado en Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, de la Universidad de Granada (España), como Memoria de Investigación Tuelada (defendida en noviembre de 2009).

Que la investigación se dividió en dos partes:

- Parte A: Cuyo objetivo fue mostrar que la problemática principal radica en la enseñanza de las Ciencias, deterioro originado entre otros, por los cambios introducidos por la Ley Federal de Educación al ubicarlas dentro del Polimodal. Para ello se realizaron tres encuestas de opinión: a profesores y egresados de escuelas técnicas, y a industriales del Gran Mendoza. Los objetivos de estas encuestas fueron: a-Demostrar la necesidad de la Escuela Técnica en el nivel secundario. b-Visualizar las distintas problemáticas en la enseñanza de competencias para lograr el perfil de técnico. c-Mostrar, como mayor preocupación, la deficiencia en ciencias básicas. d-Delimitar algunas de las competencias actuales requeridas de los técnicos por las empresas e industrias.

- Parte B: Dado que las Ley de Educación Técnica (2005) y la Ley Nacional de Educación (2006), muestran un camino hacia la educación en competencias, el libro intenta definir qué es educar en competencias y se pregunta si será esta forma de encarar la Educación Técnica la que permita dar solución a las distintas problemáticas mostradas.

Que para reconocer el estado en que se encuentra dicha educación, se realizó un estudio de caso en una escuela del medio. El objetivo del mismo fue conocer la concepción de los profesores de Ciencias respecto a la educación de competencias profesionales y el aporte que realizan desde su propio espacio curricular.

Dr. HÉCTOR DAMIÁN PEIRONE  
Secretario Legislativo  
H. C. D. Maipú

OLGA BIANCHINELLI  
Presidenta  
Honorable Concejo  
Deliberante de Maipú

Honorable Concejo Deliberante: Legislando para Todos los Maipucinos



Municipalidad de Maipú  
(Mendoza)  
**Honorable Concejo Deliberante**

Que a fs. 02, las Comisiones Permanentes de este Honorable Cuerpo, disponen sancionar la Presente Declaración.

Por ello y de conformidad a las atribuciones conferidas por el Reglamento Interno.

**EL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE DE MAIPÚ**

**DECLARA:**

- Artículo 1°**- Declárese de **INTERES EDUCATIVO Y ACADEMICO DEPARTAMENTAL**, el Libro "Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza (Argentina). Una base insuficiente en Ciencias Básicas" de la Ingeniera Anahí Catalina Fracaro, en coautoría con el Dr. Francisco Javier Perales Palacios- Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, España, por su rigor científico y su aporte a la Educación Técnica de Mendoza.
- Artículo 2°**- Remítase copia de la presente Declaración a la Ingeniera Anahí Catalina Fracaro y al Dr. Francisco Javier Perales Palacios.
- Artículo 3°**- Envíese un ejemplar del Libro "Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza (Argentina). Una base insuficiente en Ciencias Básicas"; a la biblioteca "Fernández Peláez" del Municipio de Maipú.
- Artículo 4°**- Comuníquese, cópiese y archívese en el Registro de Declaraciones del Honorable Concejo Deliberante.

**Sancionada en el Recinto de Sesiones a los veintidós días del mes de Febrero de 2013**

  
Dr. HÉCTOR DAMIÁN PERRONE  
Secretario Legislativo  
H.C.D. Maipú

  
OLGA BIANCHINELLI  
Presidenta  
Honorable Concejo  
Deliberante de Maipú

**Anexo 2. Cuestionario de opinión. De los Profesores**

<b>ESCUELAS TÉCNICAS: CUESTIONARIO DE OPINIÓN</b>	
<b>1-DE LOS PROFESORES</b>	
APELLIDO Y NOMBRES (opcional):	
SEXO:	H      M
TÍTULO QUE POSEE:	
EXPEDIDO POR:	
ESCUELAS TÉCNICAS DONDE TRABAJA:	
ÁREA DE EJERCICIO DOCENTE:	
1) Marque con una cruz, según su opinión, la necesidad de la existencia de la Escuela Técnica media como formadora de técnicos profesionales.	
<input type="checkbox"/> Mucha	<input type="checkbox"/> Relativa <input type="checkbox"/> Poca <input type="checkbox"/> Ninguna
2) ¿Cree fue positiva la inclusión de las Escuelas Técnicas a la Enseñanza General Básica (EGB3) y Polimodal en la Formación Técnico-Profesional de los alumnos?	
<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
¿Por qué?.....	
3) ¿En la actualidad, considera que en la Escuela Técnica se adquieren los conocimientos básicos para desempeñarse en forma competente en el trabajo y/o para proseguir estudios superiores?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Relativamente
4) Si su respuesta no fue afirmativa ¿cuáles son, en su opinión, las causas por las que no se logra un buen nivel de competencias?	
(Si son más de una, numérelas en orden de importancia sobre el propio recuadro)	
<input type="checkbox"/>	Situación económica de los alumnos
<input type="checkbox"/>	Metodología utilizada por los profesores
<input type="checkbox"/>	Formación del profesorado
<input type="checkbox"/>	Base insuficiente en ciencias básicas (Física, Química, Biología)
<input type="checkbox"/>	Falta de técnicas y de tiempo de estudio
<input type="checkbox"/>	Falta de actualización de los contenidos disciplinares
<input type="checkbox"/>	Pocas horas de taller y laboratorio
<input type="checkbox"/>	Poco conocimiento de las herramientas actuales (como el uso de instrumentos de medición y software específico en la formación técnica)
<input type="checkbox"/>	Otras (especifique):
5) Si hubiera podido decidir, ¿qué habría cambiado en la escuela para que los alumnos adquirieran las competencias que su trabajo y/o estudio le requieren?.....	



### **Anexo 3. Cuestionario de opinión. De los Industriales**

<b>ESCUELAS TÉCNICAS: CUESTIONARIO DE OPINIÓN</b>	
<b>2-DE LOS INDUSTRIALES</b>	
APELLIDO Y NOMBRES:	(opcional)
EDAD:	SEXO:    H        M
ACTIVIDAD O PROFESIÓN:	
EMPRESA EN LA QUE TRABAJA:	
<b>1) Marque con una cruz , según su opinión , la necesidad de la existencia de la Escuela Técnica media como formadora de técnicos profesionales.</b>	
<input type="checkbox"/> Mucha	<input type="checkbox"/> Relativa
<input type="checkbox"/> Poca	<input type="checkbox"/> Ninguna
<b>2) Según su observación en ámbitos de trabajo ¿cómo fue el impacto en la formación de técnicos la inclusión de la Escuela Técnica al formato de Polimodal?</b>	
<input type="checkbox"/> Muy bueno	<input type="checkbox"/> Bueno
<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
<input type="checkbox"/> Ninguno	
¿Por qué?.....	
<b>3) ¿Considera que la Escuela Técnica actual otorga los conocimientos básicos para desempeñarse en forma competente en el trabajo y aprendizajes posteriores?</b>	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Relativamente	
<b>4) Si su respuesta no fue afirmativa ¿cuáles son en su opinión, las causas por las que no se logra un buen nivel de competencias?</b>	
(Si son más de una, numérelas en orden de importancia sobre el propio recuadro)	
<input type="checkbox"/> Situación económica de los alumnos	
<input type="checkbox"/> Metodología utilizada por los profesores	
<input type="checkbox"/> Formación del profesorado	
<input type="checkbox"/> Base insuficiente en ciencias básicas (Física, Química, Biología)	
<input type="checkbox"/> Falta de técnicas y de tiempo de estudio	
<input type="checkbox"/> Falta de actualización de los conocimientos disciplinares	
<input type="checkbox"/> Pocas horas de taller y laboratorio	
<input type="checkbox"/> Poco conocimiento de las herramientas actuales (como el uso de instrumentos de medición y software específico en la formación técnica)	
<input type="checkbox"/> Otras (especifique):	
<b>5) ¿Cuáles son las características (capacidades, habilidades y destrezas) que debería tener un técnico en la actualidad para ser competente en su empresa?</b>	
.....	
.....	

**Anexo 4. Cuestionario de opinión. De los Egresados**

<b>ESCUELAS TÉCNICAS: CUESTIONARIO DE OPINIÓN</b>	
<b>3-DE LOS EGRESADOS</b>	
APELLIDO Y NOMBRES:	(opcional)
EDAD:	SEXO: H M
ESCUELA DE LA CUAL EGRESÓ:	
LOCALIDAD:	AÑO DE EGRESO:
ACTIVIDAD ACTUAL: .....	
<p>1) Indique con una cruz, según su opinión, la necesidad de la existencia de la Escuela Técnica media como formadora de técnicos profesionales.</p> <p><input type="checkbox"/> Mucha      <input type="checkbox"/> Relativa      <input type="checkbox"/> Poca      <input type="checkbox"/> Ninguna</p>	
<p>2) ¿Cree fue positiva para la formación técnico-profesional de los alumnos la inclusión de las Escuelas Técnicas a la Enseñanza General Básica (EGB3) y Polimodal?</p> <p><input type="checkbox"/> Si      <input type="checkbox"/> No</p> <p>¿Por qué?.....</p>	
<p>3) ¿Considera que en la Escuela Técnica adquirió los conocimientos básicos para desempeñarse en forma competente en el trabajo y/o para proseguir estudios superiores?</p> <p><input type="checkbox"/> Sí      <input type="checkbox"/> No      <input type="checkbox"/> Relativamente</p>	
<p>4) Si su respuesta no fue afirmativa ¿cuáles son, en su opinión, las causas por las que no se logró un buen nivel de competencias?</p> <p>(Si son más de una, numérelas en orden de importancia sobre el mismo recuadro)</p> <p><input type="checkbox"/> Situación económica de los alumnos</p> <p><input type="checkbox"/> Metodología utilizada por los profesores</p> <p><input type="checkbox"/> Formación del profesorado</p> <p><input type="checkbox"/> Base insuficiente en ciencias básicas (Física, Química, Biología)</p> <p><input type="checkbox"/> Falta de técnicas y de tiempo de estudio</p>	
<p><input type="checkbox"/> Falta de actualización de los contenidos disciplinares</p> <p><input type="checkbox"/> Pocas horas de taller y laboratorio</p> <p><input type="checkbox"/> Poco conocimiento de las herramientas actuales (como el uso de instrumentos de medición o software específico en la formación técnica)</p> <p><input type="checkbox"/> Otras (especifique):</p>	
<p>5) Si hubiera podido decidir, ¿qué habría cambiado en la escuela para adquirir las competencias que su trabajo y/o estudio le han requerido?.....</p>	

### Anexo 5. Comparación de los contenidos en Física

Comparación de los Contenidos en Ciencias		Física
NAP	Marco Homologación de Títulos	Programa Escuela Pablo Nogués
<p><b>EGB3:</b>            *<u>Fuerzas y movimientos</u>            Aceleración e inercia            Energía cinética y potencial            Campo gravitatorio            Fuerza gravitatoria            Oscilaciones y péndulo simple            *<u>Electricidad</u> y <u>magnetismo</u>            Tratamiento fenomenológico de la electrostática, incorporando el concepto de carga y campo eléctrico y campo magnético            *<u>Oscilaciones y ondas-Luz y sonido</u>            Refracción de la luz            Lentes y aparatos ópticos            Noción de luz como onda electromagnética            Energía lumínica            *<u>Fenómenos térmicos y cambios de estado</u>            Diferencias entre calor y temperatura            Equilibrio térmico            Escalas de temperatura            Entropía e irreversibilidad            Equivalencia entre calor y trabajo</p> <p><b>POLIMODAL</b>            *<u>Fuerzas y movimientos</u>            Fuerzas y movimientos            Interacciones gravitatorias            Leyes de Newton            *<u>Energía</u>            Energía            Energía mecánica- conservación y no conservación            Potencia y trabajo mecánico            Energía térmica- Primer principio de la termodinámica            Energía eléctrica</p>	<p>*<u>Estática</u>            Medición y error            Sistemas de unidades            Fuerzas y movimientos            Momento estático de un sistema de fuerzas            Momento de inercia            Estados de sollicitaciones simples y compuestas            Rozamientos            *<u>Cinemática</u>            *<u>Dinámica</u>            *<u>Energía mecánica</u>            Conservación y no conservación de la energía            Potencia y trabajo mecánico            Fuentes de energía convencionales: petróleo y gas- energías alternativas            Generación de energía- Usos de la energía            Energía y potencia            Costos e impacto ambiental            *<u>Termodinámica</u>            Ecuación de estado de los gases            Primer principio de la termodinámica            Capacidad calorífica-Calor específico            Energía interna de un gas            Entalpía            Ciclo de Carnot- Ciclo de Ranking            Segundo principio de la termodinámica            Combustión            Energía térmica            *<u>Hidráulica</u>            Flujo de fluidos            Viscosidad            Régimen laminar y turbulento            Número de Reynolds            Teorema de Bernoulli            *<u>Electrotecnia</u>            Intensidad de corriente y tensión            Ley de Ohm            Leyes de Kirchoff            Efecto Joule            Resolución de circuitos en CC</p>	<p><b>Ciencias Naturales</b>(EGB3)            * Energía. Clases-transformaciones- Fuentes de energía  <b>Física:</b> 4 h. semanales(sólo en 1<sup>er</sup> año polimodal)  <u>Estática</u>            * Sistemas de unidades            * Fuerza. Peso. Presión            * Magnitudes escalares y vectoriales            * Sistemas de Fuerzas- Composición            * Los cuerpos deformables: Ley de Hooke  <u>Cinemática</u>            * MRU            * MRUV            * Caída de los cuerpos            * Movimientos Compuestos  <u>Dinámica</u>            * Principios de inercia- de masa- de acción y reacción            * Dinámica de las rotaciones  <u>Trabajo y energía</u>            * Trabajo mecánico            * Energía- Energía mecánica: cinética y potencial            * Principio de conservación de la energía            * Potencia  <u>Calor</u>            * Temperatura- Escalas            * Calor- Balance térmico- Capacidad calorífica            *Calor específico-Calor latente</p> <p><i>Nota: Los conocimientos de electrotecnia son tratados en Electrotecnia 1 y 2, como se hizo desde el año 1965, pero con menor carga horaria.</i></p>

Producción, transporte y transformación de la energía eléctrica Nociones sobre semiconductores y corriente alterna <u>*Ondas</u> Características de las ondas Espectro electromagnético Nociones de Espectroscopía	y en CA. Magnetismo y electromagnetismo Energía eléctrica: producción, transporte y distribución Teoría de los semiconductores Componentes de los circuitos	
---	---	--

## Anexo 6. Programa de Física- 2008

PROGRAMA ÚNICO DE <b>FÍSICA I</b> - 1º AÑO POLIMODAL - CICLO LECTIVO 2007/2008 -	
ÁREA: CIENCIAS NATURALES	
<u>Expectativas de logros del Espacio Curricular (Competencias)</u>	
Reconocer que la Física forma parte del entorno cotidiano. Comprender, resolver problemas, interpretar y justificar resultados y verificar racionalidad. Identificar, definir gráficamente, describir e interpretar distintos tipos de fenómenos físicos asociándolos a las situaciones problemáticas a resolver. Disciplinar e integrar con la Física.	
CONTENIDOS	
Eje 1: ESTÁTICA	
Indicador de logros	Contenidos Conceptuales
Conocer la unidades de medida.	Sistema de unidades internacional y americano. Fuerza, Peso, Mención de fuerzas. Magnitudes vectoriales.
Encontrar las condiciones de equilibrio estático de los cuerpos	Magnitudes escalares (Fricción) Efectos de la presión. Diferencia entre presión y fuerza Sistema de fuerzas o de couples
Introducción al concepto de cuerpo deformable	Fuerzas colineales. Fuerzas concurrentes
Resolver problemas.	Fuerzas no concurrente, Polígono funicular. Fuerzas paralelas. Los cuerpos deformables, la ley de Hooke. Resolución de problemas.
Eje 2: CINEMÁTICA	
Indicador de logros	Contenidos Conceptuales
Hallar los parámetros (trayectoria, espacio, tiempo, velocidad) de los cuerpos con movimiento rectilíneo y uniforme	Definición de movimiento. Trayectoria Movimiento de traslación. Movimiento de rotación. <b>MRU</b> Velocidad Cambio de unidades. Significado físico de la velocidad. Características. Representación. La velocidad como magnitud vectorial
Hallar los parámetros (espacio, tiempo, velocidad) de los cuerpos con movimiento rectilíneo y uniformemente variado, incluida caídas de los cuerpos.	<b>MRUV</b> Movimiento variado. Representación gráfica. Movimiento uniformemente variado. Distancia. Gráfica. Velocidad instantánea. Características de MRUV.
Conocer los movimientos compuestos.	<b>CAÍDA DE LOS CUERPOS</b> El problema de la caída. Experimento de Galileo. Experimento de Galileo. Caída libre. Aceleración de la gravedad. Fórmula de la caída de los cuerpos.
Resolver problemas	<b>MOVIMIENTOS COMPUESTOS</b> Conceptos. Resolución de problemas
Eje 3: DINÁMICA Y ENERGÍA – TEMPERATURA Y CALOR	

DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS ESCUELA 4-111 "ING. PABLO NOGUÉS" Carretera Celológica 370, Mérida, Tel. (9281) 424 - 3057	
Indicador de logros Conocer los principios de la cinemática. Interpretar los conceptos de trabajo, energía y potencia. Resolver problemas.	Contenidos Conceptuales Principio de inercia. Principio de masa. Principio de acción y reacción. Dinámicas de las rotaciones. Trabajo mecánico. Potencia. Energía. Energía cinética y potencial. Principios de conservación de la energía. Resolución de problemas. Concepto de temperatura. Escalas. Concepto de calor. Equivalencia térmica. Calor específico. Fórmula fundamental de la calorimetría. Capacidad calorífica. Calor latente.
<u>Bibliografía:</u> FÍSICA: Valtegui Sabato. Ed. Kapeluz. FÍSICA de Horacio GALLONI. SCHAUIM serie completa de Física. Apuntes de clase. Libros varios de Física de Biblioteca escolar.	<u>Evaluación del espacio curricular (Instrumentos y criterios)</u> <u>Instrumentos:</u> Observación directa, Control de carpetas, cuestionarios orales y escritos, trabajos prácticos individuales y grupales, evaluaciones, Lecciones orales. <u>Criterios:</u> Manifiesta actitud responsable frente a las tareas, respeto, disciplina, prefieren trabajar activamente en clase presentación de la carpeta completa. Cumplimiento de lo pedido en tiempo y forma.
Autorizó: Prof. Marcelo Arturo <u>EL DOMINGO SIGUIE</u>	

Fuente: Archivo de la escuela Pablo Nogués

## Anexo 7. Comparación de los contenidos en Química

Comparación de los	Contenidos en Ciencias		Química
NAP	Marco	Homologación	de
	Títulos		Programa Escuela Pablo Nogués
<p><b>EGB3:</b>  <u>*Estructura y cambios en la materia</u>            Estructura atómica de la materia: estructura del núcleo atómico- Radiactividad natural y artificial            Niveles de energía- origen de la energía química            Tendencias comunes de los elementos: tabla periódica            Propiedades de las soluciones            Transformación de la energía de los enlaces químicos en energía térmica  <u>*Transformaciones y reacciones químicas</u>            Leyes de la química:            Conservación de la masa            Transferencias y balances de energía en las reacciones químicas</p> <p><b>POLIMODAL</b>  <u>*Estructura de la materia</u>            Modelo atómico de Bohr            Niveles de energía de los electrones            Configuraciones electrónicas estables            Variación periódica de las propiedades            Uniones covalentes y forma molecular            Moléculas discretas, redes iónicas, metálicas, redes macromoleculares            Estructura y funciones de las biomoléculas            El núcleo atómico- núcleos inestables            Energía de las reacciones nucleares  <u>*Transformaciones y reacciones químicas</u>            Modelo de reacción química: reordenamiento de enlaces- transferencia de partículas            Ácido- Base            Óxido- reducción            Velocidad de reacción            Calor de reacción            El medio acuoso</p>	<p><u>*Estructura de la materia</u>            Los modelos atómicos. Modelo atómico de Bohr            Niveles de energía de los electrones            Configuraciones electrónicas estables            Variación periódica de las propiedades            Enlaces químicos  <u>*Transformaciones y reacciones químicas</u>            Modelo de reacción química            Calor de reacción            Escala de pH, regulación de pH.            Estructura química y propiedades generales de los materiales.            Materiales inorgánicos, orgánicos y polímeros.            Comportamiento de los materiales sólidos, líquidos y gaseosos : propiedades mecánicas, electromagnéticas, térmicas y químicas            Estudio y ensayo de los materiales. Materias primas</p>	<p><b>Ciencias Naturales</b> (EGB3)            *Átomo, modelos atómicos, elementos químicos            * Configuración electrónica- tabla periódica- metales, no metales.            Isótopos            * Enlaces químicos.            * Soluciones: soluto, solvente.            *Ácidos y bases</p> <p><b>Química:</b> 4 h. semanales(sólo en 1<sup>er</sup> año polimodal)  <u>*Estructura y propiedades de la materia</u>            -Los modelos atómicos            - Modelo atómico actual: números cuánticos, concepto de orbital, principio de incertidumbre.            -Configuración electrónica            -La tabla periódica            -Variación periódica de las propiedades  <u>* Los enlaces químicos</u>            -Teoría del octeto            -Enlaces iónico, covalente y metálico            -Propiedades de las sustancias covalentes y los compuestos iónicos            Propiedades de los metales            Concepto de electronegatividad            Enlaces intermoleculares            Fuerzas de London. Fuerzas dipolo-dipolo y puente hidrógeno.            Relación entre propiedades de las sustancias y sus enlaces  <u>* Reacciones químicas</u>            -Tipos: de combinación, de descomposición, de neutralización, de sustitución, de óxido reducción y de precipitación            -Número de oxidación.            -Óxidos básicos y óxidos ácidos.            Hidruros            -Ecuaciones químicas            -Balance de las ecuaciones.            Compuestos inorgánicos ternarios:            Hidróxidos, ácidos y sales neutras            Balance de las ecuaciones  <u>*Los procesos químicos y los recursos naturales</u>            - Reacciones de óxido reducción            - Número de oxidación</p>	

Interacciones entre moléculas en solución Equilibrio de disociación del agua: escala de pH, regulación de pH.		-Balance de las reacciones -Pilas electroquímicas - La Química y el ambiente: los ciclos de los elementos -Transformaciones del carbono, oxígeno e hidrógeno en la biosfera. -Recursos naturales. Usos y disponibilidad de recursos
--	--	---



## Anexo 8. Programa de Química 2009

**Esc. 4-III Ing. PABLO NOGUÉS**

**Año 2009**

**Espacio Curricular: QUÍMICA**

**PROGRAMA**

**Curso: Primer año Polimodal**

**Área: Ciencias Naturales**

**Esperanzas de logro**

1. Comprender la evolución histórica del modelo atómico y conocer los conceptos actuales sobre la estructura del átomo.
2. Explicar comportamiento y propiedades físicas y químicas de materiales y sustancias ionizando en cuenta la estructura y estado de las moléculas y átomos implicados.
3. Reconocer las funciones de las sustancias inorgánicas en diferentes procesos ambientales y las transformaciones energéticas que se producen, representando estos procesos mediante ecuaciones.
4. Seleccionar, evaluar y analizar el uso de distintas técnicas de registro, organización y comunicación de la información.

**CONTENIDOS**

Eje N° 1	
Indicadores de logro	Contenidos conceptuales
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce los distintos modelos atómicos y relaciona las propiedades de los elementos.</li> <li>➤ Aplica el concepto de orbital.</li> <li>➤ Define y clasifica las propiedades de las sustancias de acuerdo con la unión química predominante.</li> </ul>	<p><b>La estructura y las propiedades de la materia:</b>            Los modelos atómicos. Aspectos históricos y evidencias experimentales. Modelo de Rutherford-Bohr. Espectros atómicos. Modelo atómico actual. Números cuánticos. Concepto de orbital. Principio de incertidumbre. Configuración electrónica. Principio de exclusión de Pauli. Regla de Hund. La tabla periódica y la estructura electrónica. Variación periódica de las propiedades.            Los enlaces químicos. Teoría del octeto. Símbolos de Lewis. Enlace entre átomos: iónico, covalente (común y coordinado) y metálico. Covalencia polar y no polar. Propiedades de los compuestos. Concepto de electronegatividad. Enlaces intermoleculares. Fuerzas de London. Fuerzas dipolo-dipolo y puente de hidrógeno. Relación entre las propiedades de las sustancias y su enlace.</p>
Eje N° 2	
Indicadores de logro	Contenidos conceptuales
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Distingue diferentes tipos de reacciones químicas.</li> <li>➤ Formula ecuaciones químicas de formación de compuestos binarios y ternarios.</li> <li>➤ Nombra correctamente los distintos compuestos.</li> </ul>	<p><b>Las reacciones químicas</b>            Funciones inorgánicas- modelos de reacciones químicas. Reordenamiento de enlaces. Tipos de reacciones químicas: combinación, de descomposición, de neutralización, de sustitución, de óxido-reducción y de precipitación. Número de oxidación. Compuestos inorgánicos binarios: óxidos básicos y ácidos. Hidruros. Nomenclaturas. Ecuaciones químicas. Compuestos inorgánicos ternarios: hidróxidos, ácidos y sales neutras. Nomenclatura. Ecuaciones químicas. Balance.</p>
Eje N° 3	
Indicadores de logro	Contenidos conceptuales
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconoce procesos de oxidación y reducción.</li> <li>➤ Aplica el método del Ion-electrón en la igualación de las reacciones redox.</li> <li>➤ Reconoce ciclos de elementos biogénicos.</li> <li>➤ Describe el funcionamiento de diferentes tipos de pilas.</li> </ul>	<p><b>Los procesos químicos y los recursos naturales</b>            Reacciones de óxido-reducción: transferencia de electrones. El número de oxidación. Las semireacciones de oxidación y de reducción. Balanceo de las reacciones redox por el método del ion-electrón. Ejemplo de reacciones redox: la combustión y la corrosión. Pilas electroquímicas.            La Química y el ambiente: los ciclos de los elementos. Transformaciones del carbono, oxígeno e hidrógeno de la biosfera. Recursos naturales: concepto. Clasificación. Incidencia del uso de recursos en el balanceo de los ciclos y en la disponibilidad futura de ellos. Ciclos geoquímicos y aprovechamiento de recursos. Usos y disponibilidad de recursos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bibliografía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Química Polimodal de José M. Mantino.</li> <li>• Química de Alicia Cerdas.</li> <li>• Química de Paula Borda.</li> <li>• Química I de Mónica Alegria.</li> <li>• Química general e inorgánica (todos)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Condiciones de aprobación</b></p> <p>Para poder aprobar el Espacio Curricular el alumno deberá obtener una nota promedio anual de 7 (siete) o superior.</p>

4

  
 Daniel Arribas

Fuente: Archivo de la escuela Pablo Nogués

**Anexo 9. Encuesta a profesores sobre Educación basada en competencias**

APELLIDO y NOMBRE:.....			
(opcional)			
ÚLTIMA TITULACIÓN: .....EXPEDIDA POR:...			
CÁTEDRA DE DESEMPEÑO DOCENTE:.....			
ÀREA DE EJERCICIO DOCENTE:.....			
AÑO EN QUE SE DICTA SU ASIGNATURA: .....			
<b>Educación Basada en Competencias</b>			
<b>Evidencia requerida</b>	sí	no	Me falta por adquirir
1) Conozco las características de un currículo basado en competencias			
2) Conozco y comparo distintos tipos de competencias(básicas, específicas transversales)			
3) Caracterizo las relaciones entre la educación, el trabajo y la formación por competencias			
4) Puedo construir y describir las competencias de los futuros egresados			
5) Identifico las competencias que debe desarrollar mi disciplina en el marco de las competencias que se esperan del egresado			
6) Puedo diseñar el currículo según normas de competencia			
7) Puedo evaluar el diseño curricular de mi institución frente al modelo de adquisición de competencias			
8) Caracterizo y clasifico las competencias que deben adquirir mis alumnos desde mi disciplina			
9) Diseño estrategias para favorecer diversos tipos de aprendizaje según esquema de formación de competencias			
10) Establezco mecanismos de seguimiento del desarrollo de las competencias en los estudiantes desde mi disciplina			
11) Conozco y aplico una metodología adecuada para evaluar cada una de las competencias promovidas en los exámenes de proceso y resultado			

Fuente: Leiton, 2006

## Anexo 10. Planificaciones de Ciencias Naturales, de Física y de Química

### a) De Ciencias Naturales

DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS  
 Dirección de Enseñanza Básica y Polimodal  
 ESCUELA 4. III "ING. PABLO NOGUÉS"  
 Isabel la Católica 370. Moredun. Tel. (0261) 424 - 1636  
 Email: pnoques@uvredon.es


Área: CIENCIAS NATURALES ..... Espacio Curricular: Biología .....

Curso: 9º ..... División: 4º y 6º ..... Profesora: Susana Castillo Martín ..... Año: 2009

**EXPECTATIVAS DE LOGRO (Competencias)**

- Conocer la estructura y comprender el funcionamiento celular.
- Comprender la organización corporal como un sistema abierto, teniendo en cuenta la forma, función y relación entre los sistemas, para la adopción de conductas saludables.
- Evaluar la importancia de la genética y su manejo ético, en problemáticas actuales de salud y producción.


Contenidos transversales institucionales	Contenidos actitudinales
Educación para la paz y cuidado de la salud. Actuación respetuosa en relación a los pares, a los docentes y a la institución. Aplicación de estrategias y producción de textos. Resolución de problemas.	Respeto por el docente y sus pares. Responsabilidad en el estudio. Presentación de elementos en tiempo y forma. Participación en clases. Adquisición de hábitos saludables. Respeto por el medio ambiente que los rodea.

  
 Susana Castillo Martín  
 Profesora de Ciencias Naturales

DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS  
 Dirección de Enseñanza Básica y Polimodal  
 ESCUELA 4. III "ING. PABLO NOGUÉS"  
 Isabel la Católica 370. Moredun. Tel. (0261) 424 - 1636  
 Email: pnoques@uvredon.es

Año: 2009

Eje: 1-UNIDAD Y DIVERSIDAD DE LA VIDA	CONTENIDOS		Estrategias / Actividades	Tiempo
	Conceptuales	Procedimentales		
Distinguir estructuras y funciones celulares.	<u>Célula:</u> Componentes, tipos. Membranas celulares. Composición y función. <u>Soluciones:</u> soluto, solvente. Transporte pasivo y activo. Composición química del protoplasma.	Indagación de ideas previas. Comprensión de la estructura de la materia. Observación de distintas transformaciones en procesos naturales. Clasificación de los elementos que nos rodean. Identificación de diferencias y similitudes. Investigación bibliográfica.	Torbellino de ideas. Cuestionarios, guías de estudio. Trabajos Prácticos. Evaluaciones orales y escritas. Presentación de esquemas. Plantas de situaciones problemáticas. Elaboración y completamiento de cuadros comparativos.	Marzo a mayo.
	<u>a-sustancia inorgánica:</u> estructura, átomo, modelos atómicos, elementos químicos.			



DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS  
 Dirección de Enseñanza Básica y Polimodal  
 ESCUELA 4.111 "ING. PABLO NOGUÉS"  
 Avda. la Católica 370, Mendoza, Tel. (0261) 424 - 1636  
 Email: pnoques@mendoza.edu.ar

	Configuración electrónica, n° másico, n° atómico Tabla periódica: metales semimetales, no metales. 13-Sustancias orgánicas: proteínas, lípidos, hidratos de carbono, vitaminas, ácidos nucleicos.	.Observación, análisis y síntesis de información relevante. . Interpretación de esquemas y gráficos. .Comprensión de los procesos transformadores de la energía, fotosíntesis y respiración... . Identificación de problemas. . Resolución de situaciones problemáticas. . Elaboración de síntesis de información con mapas y redes conceptuales.		
--	---	--	--	--

69 *Yuscaro*

DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS  
 Dirección de Enseñanza Básica y Polimodal  
 ESCUELA 4.111 "ING. PABLO NOGUÉS"  
 Avda. la Católica 370, Mendoza, Tel. (0261) 424 - 1636  
 Email: pnoques@mendoza.edu.ar

Eje: 2 GENÉTICA Y REPRODUCCIÓN HUMANA		Contenidos		Estrategias / Actividades	Tiempo
Indicadores de logros	Conceptuales	Procedimentales			
.Valora: la importancia de la genética en la transmisión de caracteres y enfermedades. .Interpretar a la reproducción como el medio de perpetuar y diversificar las especies	<u>Núcleo celular:</u> ADN en la división celular sexual y asexual. Mitosis meiosis ADN, cromosomas, genes. Genética general. Leyes de Mendel. Monohíbridos ,dihíbridos(problemas) Herencia ligada al sexo. Herencia de los grupos sanguíneos, factor Rh. Mutaciones, clonación, alimentos transgénicos. <u>Sistema Reproductor:</u> órganos reproductores masculinos y femeninos, ciclo menstrual.	Comprensión de la estructura del A.D.N. Resolución de situaciones problemáticas (genética). Elaboración de síntesis de la información con mapas y redes conceptuales.	Completar oraciones, cuadros comparativos, sinópticos. Planteo y resolución de problemas.	mayo a septiembre	

*Yuscaro*


DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS  
 Sección de Docencia Básica y Secundaria  
 AVILA 4. 111 71262. PABLO NOGUÉS  
 C/ La Cambia 376. Málaga. Tel. (0034) 924-1516  
 eil\_pno@educacion.es

	Fecundación, embarazo y parto .Nacimientos múltiples. Esterilidad. Aborto .Planificación familiar. Infecciones de transmisión sexual.			
3º Eje: LOS SISTEMAS CORPORALES Y SU RELACION CON EL DESARROLLO Y LA SALUD	contenidos		Estrategias / Actividades	
Indicadores de logros	Conceptuales	Procedimentales		
Valorar la importancia del buen funcionamiento neuroendócrino, para el logro de un normal crecimiento y desarrollo de las funciones y	<b>Regulación neuroendócrina:</b> Glándulas, clasificación. Glándulas endócrinas Hormonas, función de las hormonas en nuestra vida. Cambios hormonales en la pubertad y	Reconocimiento de glándulas y producción de hormonas.  Interpretación de esquemas y	Presentación de esquemas como entronco de cuadros. Búsqueda y selección de información	Septiembre diciembre


90


DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS  
 Sección de Docencia Básica y Secundaria  
 AVILA 4. 111 71262. PABLO NOGUÉS  
 C/ La Cambia 376. Málaga. Tel. (0034) 924-1516  
 eil\_pno@educacion.es

Año: 2

ESPACIO CURRICULAR:	Curso: .....			
.....	Profesor: .....			
INTEGRACION	Contenidos		Estrategias / Actividades	Tiempo
Indicadores de logros	Conceptuales	Procedimentales		
	Sistema osteoartromuscular: <b>Huesos.</b> ubicación Estructura y función. <b>Articulaciones.</b> Clasificación, ubicación y función <b>Músculos:</b> clasificación, ubicación de los principales grupos musculares. Movimientos, posturas correctas.	Ubicación de las estructuras óseas y reconocimiento de las funciones Clasificación, ubicación y función de los principales grupos musculares. Posturas. Enfermedades.		

100

DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS Sección de Enseñanza Básica y Polimodal SECRETARÍA 4.111 "ING. PABLO NOGUÉS" Buenos Aires, Mendoza. Tel. (0261) 434 - 1636 p.nogués@mgce.mendoza.edu.ar			
Conductas del organismo humano	<p>adolescencia. Regulación hormonal retroalimentación. Enfermedades de origen hormonal.</p> <p><u>Sistema nervioso</u>: clasificación, órganos, función. Neuronas, sinapsis, arco y acto reflejo. Localizaciones cerebrales actos voluntarios. Órganos de los sentidos.</p> <p><u>Sistema inmunitario</u>: tipos de barreras inmunes .Respuestas Linfocitos. Tipos de inmunidad. Sueros y vacunas. Alergias. Salud</p>	<p>gráficos en los procesos nerviosos.</p> <p>Elaboración de síntesis de información con mapas y redes conceptuales.</p> <p>Interrelación entre los distintos tipos de inmunidad: activa, pasiva, natural, artificial.</p> <p>Análisis del calendario de vacunación.</p>	

DIRECCIÓN GENERAL DE ESCUELAS Sección de Enseñanza Básica y Polimodal SECRETARÍA 4.111 "ING. PABLO NOGUÉS" Buenos Aires, Mendoza. Tel. (0261) 434 - 1636 E-mail: p.nogués@mgce.mendoza.edu.ar			
<p>Bibliografía</p> <p>Atomo de Ciencias Naturales 9º</p> <p>Ciencias Naturales 9º Ed. Santillana.</p> <p>Ciencias Naturales Activa 9º EGB. Puertos de Palos.</p> <p>Biología Tinta Fresca. Juan Botas y otros.</p> <p>Otros libros de Ciencias Naturales para 9º de Ec. Actualizada.</p> <p>Apuntes de clases.</p> <p>Diarios, láminas, folletos de divulgación científica.</p>	<p>Evaluación oral y escrita. Trabajos Prácticos. Presentación de carpetas en tiempo y forma. Procedimientos, resultados participación, responsabilidad. Actitudes de respeto frente al docente y a compañeros.</p>	<p>Criterios y/o requisitos procedimientos, resultados, participación, responsabilidad.</p>	<p>Instrumentos lección oral, pruebas escritas, trabajos prácticos.</p> <p>Presentación de informes.</p> <p>Pruebas escritas estructuradas y semiestructuradas.</p> <p>Presentación de carpetas prolijas y completas.</p> <p>Cumplimiento con lo pedido.</p>
	<p>Presentación y en tiempo y forma de los trabajos.</p> <p>Uso de vocabulario adecuado.</p> <p>Claridad en la expresión.</p> <p>Organización y prolijidad en los trabajos.</p> <p>Conocimiento y profundización de temas.</p> <p>Integración de los temas.</p> <p>Justificación de los temas.</p> <p>Manifestar actitudes responsables frente a las tareas, respeto, disciplina.</p> <p>Trabajar y participar activamente en clase.</p>		

Fuente: Archivo de la escuela Pablo Nogués

**b) Planificación de Física**
**ESCUELA: N° 4-111 “Ing. Pablo Nogués”**
**Área: Ciencias Naturales**
**Año 2009**
**Espacio Curricular: FÍSICA**
**Curso: 1er año**
**División: Todas**
**Profesores: Carbajal Viviana**
**Gentili Glenda (1°3 y 1°6)**
**Guillot Sandra (1°2)**
**Mercado Arturo (1°1, 1°4, 1°7 y 1°8)**
**EXPECTATIVAS DE LOGRO DEL AREA**

Analizar, identificar y expresar matemáticamente las leyes.

Perfeccionar habilidades y profundizar informaciones adquiridas anteriormente.

Interpretar y analizar resultados y gráficos.

Comprender y saber resolver problemas.

Tener comprensión de texto y lectora.

Contenidos transversales institucionales	Contenidos actitudinales
<b>Educación para la paz</b> <b>Sentido de pertenencia a la institución</b> <b>Autonomía respetuosa en relación a los pares, a los docentes y a la institución</b> <b>Aplicación de estrategias y producción de textos</b> <b>Resolución de problemas</b>	<b>Valoración del lenguaje claro y preciso como organización del pensamiento.</b> <b>Sentido crítico sobre resultado obtenido en problemas.</b> <b>Responsabilidad a través de trabajos prácticos.</b> <b>Actitud de colaboración y trabajo responsables.</b> <b>Interpretar y analizar hechos físicos y sus consecuencias.</b> <b>Habilidad para resolver e interpretar situaciones problemáticas y justificación de los pasos lógicos seguidos.</b> <b>Capacidad para traducir al lenguaje gráfico las situaciones planteadas.</b>
<u>Bibliografía</u> Física, Horacio Galloni, TOMO I y II Física, Castiglioni, TOMO I y II Física General, Compendio Schaum Física, Heinemann	Calendario Cierre Trimestres: ...../..... ...../..... ...../..... Presentación de notas: Una semana antes

<b>EJE I TRIGONOMETRÍA- ESTÁTICA</b>
--------------------------------------

Indicadores de logro	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Estrategias/ Actividades	Tiempo
Reconocer y aplicar funciones trigonométricas. Interpretar concepto de un vector y sus componentes. Operar con vectores. Interpretar concepto de versor. Encontrar las condiciones de equilibrio estático de los cuerpos.	Nociones de trigonometría. Funciones seno, coseno y tangente. Relación pitagórica Trigonometría directa. Ejercicios de aplicación. Definición de Estática. Vector fuerza y sus elementos. Componentes de un vector. Módulo de un vector. Expresión matemática de un vector. Versores de un vector. Operaciones con vectores: suma- resta. Vectores en el espacio. Cosenos directores. Producto escalar y vectorial. Sistema de fuerzas concurrentes. Método analítico y gráfico. Aplicación del Teorema del seno y coseno. Sistema de fuerzas no concurrentes. Polígono de fuerzas y funicular. Momento de una fuerza respecto a un punto. Sistema de fuerzas paralelas de igual sentido y sentido contrario. Método analítico y gráfico. Ejercicios de aplicación. Máquinas simples.	Interpretar consignas. Resolver ejercicios. Analizar fórmulas. Resolver métodos gráficos y analíticos. Identificar unidades y sus relaciones.	Realización de trabajos prácticos. Evaluaciones escritas y orales. Trabajos en grupo. Exponer soluciones.	



**EJE II CINEMÁTICA- DINÁMICA- TRABAJO Y ENERGÍA**

Indicadores de logro	Contenidos Conceptuales	Contenidos Procedimentales	Estrategias/ Actividades	Tiempo
Interpretar movimientos rectilíneos uniformes y variados. Interpretar sus leyes y gráficos. Interpretar caída de los cuerpos y tiro vertical. Conocer los movimientos compuestos. Conocer los principios de la dinámica. Interpretar los conceptos de trabajo y energía.	Sistema de referencia. Concepto de velocidad. Vector velocidad. Movimiento rectilíneo uniforme. Gráficos. Pendiente de una reta o curva como concepto de velocidad. Movimiento uniformemente variado (acelerado y desacelerado). Concepto de aceleración. Fórmulas y gráficos. Aceleración de la gravedad. Tiro de Newton. Caída libre. Tiro vertical. Tiro horizontal. (Composición de movimiento). Tiro inclinado. Gráficos. Ejercicios de aplicación. Principio de inercia. Principio de inercia. Principio de masa. Principio de acción y reacción. Ley de Newton. Impulso y cantidad de movimiento. Fuerza de rozamiento. Aplicaciones de la fuerza de rozamiento y la ley de Newton. Trabajo mecánico. Unidades y equivalencias. Energía. Concepto. Energía Cinética Potencial y Elástica. Principio de conservación de la energía. Trabajo motor y resistente. Rendimiento.	Interpretar consignas. Resolver ejercicios. Analizar fórmulas. Resolver métodos gráficos y analíticos. Identificar unidades y sus relaciones. Interpretar y analizar leyes del movimiento. Interpretar y analizar gráficos y fórmulas. Resolver ejercicios.	Realización de trabajos prácticos. Evaluaciones escritas y orales. Trabajos en grupo. Exponer soluciones.	

<b>EJE III-HIDROSTÁTICA</b>				
<b>Indicadores de logro</b>	<b>Contenidos Conceptuales</b>	<b>Contenidos Procedimentales</b>	<b>Estrategias/ Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
Interpretar movimiento circular uniforme y sus parámetros. Interpretar concepto de temperatura y calor, de calor específico y balance térmico. Interpretar concepto de presión, presión hidrostática. Teorema y Principios.	Dinámica de rotación. Movimiento armónico simple. Movimiento circular uniforme. Velocidad angular y tangencial. Período y frecuencia. Aceleración normal o centrípeta. Fuerza normal. Fuerza tangencial. Fuerza centrípeta y centrífuga. Ecuación fundamental de la Dinámica de Rotación. Unidades. Ejercicios de aplicación. Temperatura. Concepto. Termómetros. Puntos fijos de un termómetro. Escalas. Calor. Definición. Cantidad de calor. Calor específico. Capacidad calorífica. Balance térmico. Calorímetro de la mezcla. Calor latente. Unidades. Ejercicios de aplicación. Presión. Unidades. Hidrostática. Teorema fundamental de la Hidrostática. Principio de Pascal. Prensa hidráulica. Experiencia de Torricelli. Densidad y peso específico.	Interpretar consignas. Resolver ejercicios. Analizar fórmulas. Resolver métodos gráficos y analíticos. Identificar unidades y sus relaciones.	Realización de trabajos prácticos. Evaluaciones escritas y orales. Trabajos en grupo. Exponer soluciones.	

Fuente: Archivo de la escuela Pablo Nogués





ESCUELA: "Nº 4-111 Ing. Pablo Nogués"			Año 2009		
ESPACIO CURRICULAR: QUIMICA Área: Ciencias Naturales Trimestre: Tercero		Curso: 1º año, división: I, III, IV, V y VI  Profesor: Daniel Talquena	<b>CONTENIDOS PROCEDIMENTALES DEL EJE</b> 1) Descripción de las propiedades físicas y químicas del agua. 2) Interpretación del proceso de formación del petróleo. 3) Investigación de distintos ciclos geoquímicos.		VºBº LA REG
Aprendizajes acreditables	Contenidos conceptuales / programa	Actividades de clase	Firma	Fecha	Observaciones/Ajustes
Reconocer ecuaciones de oxidación-reducción. Describir el funcionamiento de una pila. Interpretar los distintos ciclos geoquímicos. Identificar distintas problemáticas ambientales. Describir propiedades físicas y químicas de los elementos involucrados.	<b>Los procesos químicos y los recursos naturales.</b> Reacciones de oxidación-reducción, transferencia de electrones. El número de oxidación. Las semireacciones de oxidación y reducción. Balanceo de las reacciones redox por el método del ión-electrón. Ejemplos de reacciones redox: la combustión y la corrosión. Pilas electroquímicas. La química y el ambiente. Los ciclos de los elementos. Transformaciones del carbono. Oxígeno e Hidrógeno en la biosfera. Recursos naturales. Concepto. Clasificación. Incidencia del uso de recursos en el balance de los ciclos y en la disponibilidad futura de ellos. Ciclos geoquímicos y aprovechamiento de recursos	Análisis de lecturas relacionadas. Toma de apuntes en carpeta. Resolución de guías de trabajos prácticos. Trabajos grupales. resolviendo ejercicios y haciendo puesta en común. Trabajos prácticos de laboratorio.			

Fuente: Archivo de la Escuela Pablo Nogués

**Anexo 11. Pretest****Interacciones: Campo gravitatorio, eléctrico y magnético**Alumno:Curso:Fecha:

Lee atentamente cada consigna y trata de explicar los hechos que se describen, indicando en cada caso el fenómeno correspondiente y, realizando además, los gráficos indicados.

- 1) Cuando desea alejar un bote de la orilla, el remero empuja con el remo la tierra firme. Explica por qué si empuja en un sentido, el efecto es en el sentido contrario.
- 2) Una persona está sentada sobre una silla. Indica qué fuerza o fuerzas se ejercen sobre la persona y cuál o cuáles sobre la silla. Grafícalas.
- 3) Un auto choca con un camión estacionado, cuyo peso es 3 veces mayor. Indica cómo son las fuerzas que se ejercen. Realiza un gráfico de fuerzas en los cuerpos correspondientes.
- 4) ¿Por qué cuando se suelta un objeto cae al suelo?
- 5) Dos cuerpos de masa  $M$  y  $2M$  respectivamente (la segunda el doble que la primera) se hallan solos en el espacio, enfrentados a una determinada distancia. ¿Existen fuerzas entre ambas? ¿Cómo son? ¿Por qué?

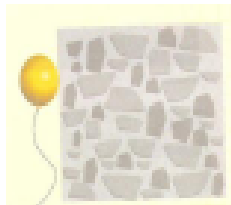
 $M$  $2M$

6) Durante una tormenta las nubes se cargan negativamente, ¿cómo se produce, entonces el rayo?

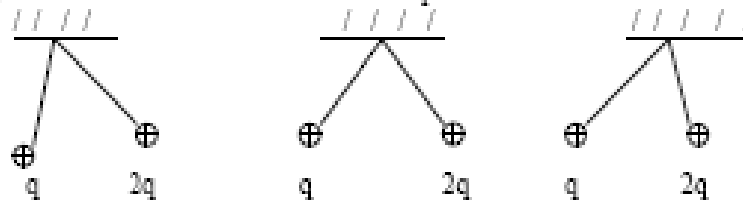
7) Mira la fotografía e intenta explicar por qué el peine atrae el pelo.



8) Un globo frotado se queda adherido a la pared. Explica qué procesos llevan a que suceda este fenómeno

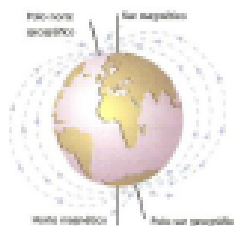


9) Dos pelotas de poliestireno de igual masa  $m$ , cargadas con cargas de igual signo, están suspendidas de un hilo una al lado de la otra. La carga de una de las pelotas es el doble de la otra. Elige el diagrama apropiado para mostrar el desplazamiento angular relativo entre ellas. Justifica tu respuesta.



Fuente: Galili 1995

10) ¿Por qué la brújula marca hacia el norte? El dibujo puede ayudarte.



11) Un imán consta de 2 polos ¿Qué sucede con ellos si corto dicho imán por la mitad? ¿se separan los polos? Explica tu respuesta.



12) ¿Qué sucede si enfrente dos imanes?, ¿por qué?



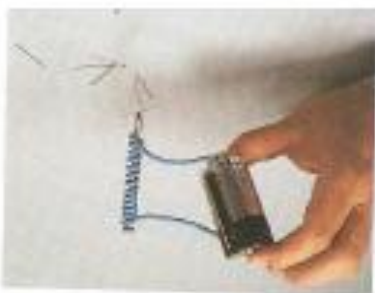
13) ¿Cómo se explica que un imán atraiga un trozo de hierro?

14) A- ¿Qué pasa si coloco cerca de un imán un cuerpo cargado eléctricamente y en reposo? B- ¿Y si ese mismo cuerpo se mueve? Justifica tus respuestas

A.

B.

15) Si por una bobina conductora circula corriente, ésta atrae clavos o limaduras de hierro, tal como muestra la fotografía. Trata de explicar por qué los atrae.





## **Anexo 12. Resumen de las respuestas a las 5 primeras preguntas al Pretest.**

### **Prueba Piloto**

#### **RESUMEN DE LAS RESPUESTAS A LAS 5 PRIMERAS PREGUNTAS DEL PRETEST**

(Realizado para encontrar las categorías para el análisis cuantitativo)

Pregunta 1: Cuando desea alejar un bote de la orilla, el remero empuja con el remo la tierra firme. Explica qué fenómeno le permite al bote ir en sentido contrario a la fuerza realizada.

#### **Respuestas de los grupos experimentales**

1º 7º: 19 alumnos presentes, tres de los cuales realizan gráficas de fuerzas

- 5 alumnos no lo explican
- 4 lo hacen indicando una fuerza de repulsión de la tierra, porque no se puede mover
- 3 lo explican como fuerza de empuje: “ al tener menor masa que la tierra, hace que la fuerza realizada empuje al bote”
- 3 indican que la fuerza de rozamiento con el agua es la causante de que el bote vaya en sentido contrario
- 2 lo explican como un fenómeno propio del agua
- 1 indica que “el bote hace una fuerza hacia la tierra y ésta hacia el bote”
- 1- “ El bote sale en sentido contrario porque se liviano, en cambio la tierra no, por lo tanto el que cede es el liviano”

1º2º: 14 alumnos participantes, dos lo hacen con gráfica de fuerzas. En este caso se puede observar la influencia de los temas que se están desarrollando en la actualidad en Física, en este caso, el Trabajo mecánico.

- 6 alumnos indican que el bote se aleja de la orilla por la fuerza de rozamiento y un trabajo potente realizado por el remero
- 2 no lo explican
- 1 por ”tracción y por la resistencia que produce la tierra”
- 1 por “ el trabajo resistente, igual que cuando caminamos”
- 1 indica que “ se aleja ya que el agua no es soporte necesario para mover la tierra, es decir, no hay fricción”
- 1 la “ fuerza impulso”
- 1 indica que “ cuando remamos ejercemos una fuerza contraria al sentido del agua”

- 1 explica con el principio de acción y reacción, pero indica que la reacción es mayor, por lo que el bote se mueve en sentido de esa fuerza mayor

#### **Grupo control: 1º8º**

- 9 lo explican con el principio de acción y reacción
- 3 alumnos no lo explican
- 3 tratan de hacerlo con el principio de acción y reacción, tal como muestran sus gráficas, pero en vez de indicar “la reacción en el sentido contrario”, expresan que las fuerzas son “inversamente proporcionales” sin entender el concepto.
- 3 a través de fuerzas de rozamiento
- 1 indica que es debido a la “ fuerza impulso, aplicando una fuerza constante a través de un cuerpo estático”

*Pregunta 2:* Una persona está sentada sobre una silla. Indica qué fuerza o fuerzas se ejercen sobre la persona y cuál o cuáles sobre la silla. Grafícalas.

#### **Grupos experimentales**

##### 1º7º

- 4 alumnos no contestan
- 5 indican únicamente fuerzas gravitatorias, de la persona y de la silla. Sólo tres las grafican, fuerzas que apuntan hacia la tierra
- 2 grafican la fuerza de atracción gravitatoria como algo que cae sobre la cabeza de la persona
- 2 alumnos grafican la fuerza peso de la persona sobre la silla
- 3 indican energía potencial de la persona sobre la silla. Grafican la fuerza peso
- 1 indica que sobre la persona hay energía potencial y sobre la silla fuerza estática ( en los dos últimos casos se observa confusión entre energía y fuerza)
- 1 realiza gráfico de la fuerza peso sobre la silla, y la reacción en las patas

##### 1º2º

- 1 sólo alumno no explica
- 3 indican fuerza de gravedad “sobre” la persona y trabajo resistente de la silla. Realizan gráficas de acción y reacción, aunque la de reacción la llaman trabajo
- 1 indica que sobre la silla está el peso del hombre
- 2 indican la fuerza de gravedad sobre las personas, la fuerza de los pies sobre el piso, y la fuerza de reacción de la silla sobre la persona
- 4 explican “fuerza de gravedad sobre la persona”, la fuerza peso sobre la silla y la fuerza de gravedad de la silla (Son todas graficadas hacia abajo).
- 2 indican que la persona hace fuerza sobre la silla y esta reacciona en igual magnitud y distinto sentido. Grafica las distintas fuerzas

### Grupo control: 1º8º

- 4 no contestaron
- 4 explican que el peso de la persona es aplicado sobre la silla y ésta reacciona con igual fuerza, y de sentido contrario ( dos grafican ambas fuerzas , uno no las grafica y otro hace una gráfica de presiones)
- 6 indican que a la persona se le ejerce una fuerza de gravedad y a la silla la fuerza peso de la persona y la fuerza propia de gravedad sobre ella. “ no grafican
- 3 grafican las fuerzas gravitatorias sobre la persona y sobre la silla

Pregunta 3: Un auto choca con un camión estacionado, cuyo peso es 3 veces mayor. Indica cómo son las fuerzas que se ejercen. Realiza un gráfico de fuerzas en los cuerpos correspondientes.

**Grupos experimentales** (Observación: son todos varones y dibujan autos y camiones con todos los detalles)

#### 1º7º

- 2 no contestan
- 8 dibujan la fuerza del camión sobre el auto y la del auto sobre el camión en sentido contrarios, pero no indican cómo son. Tres de ellos las nombran como “fuerza de empuje” (la del auto) y “fuerza de inercia” (la del camión).
- 4 dibujan una sola fuerza: la del auto sobre el camión.
- 1 dibuja el vector velocidad
- 1 indica que la masa que tiene mayor velocidad tiene mayor fuerza
- 1 indica que las fuerzas son iguales, sólo que al ser mayor la masa del camión adquiere menor aceleración, aplicando  $F = m \cdot a$ . En el camión la aceleración es casi cero, en cambio en el auto la aceleración, al tener menor masa es mayor
- 1 dibuja la fuerza del auto y su peso, y en sentido contrario una “fuerza de inercia” del camión y su peso.

1º2º (Se observa la influencia de los conceptos que se están desarrollando actualmente en física, conceptos con los que intentan explicar todo)

- 4 no explican
- 2 hablan de trabajo resistente del camión y potente del auto(dibujan el trabajo como fuerza)
- 4 indican la “fuerza potente” del auto y “fuerza resistente” del camión, las dibujan pero no indican cómo son.
- 1 indica que la fuerza del auto sobre el camión termina “volviendo” sobre el auto. Dibuja la fuerza sobre el camión.
- 2 indican que el camión “tiene” una fuerza mayor por tener mayor peso, con la que se aferra al piso. Cuando chocan hace un efecto de acción y reacción.

- 1 indica que el auto rebota. Dibuja sólo la fuerza del auto.

### Grupo control 1º8º

- 7 alumnos no explican
- 1 explica lo que sucede con el principio de acción y reacción. Grafica fuerzas. Indica que al ser más “pesado” el camión, el efecto que produce en el auto es mayor. También dibuja las fuerzas peso
- 4 dibujan fuerzas de acción y reacción, pero indican que la del camión es tres veces mayor
- 2 dibujan ambas fuerzas, pero no indican cómo son.
- 1 explica lo que sucede con la “fuerza de repulsión: al tener menos masa el auto es repelido”
- 1 indica que se aplica el principio de inercia. Las fuerzas dibujadas van todas en el mismo sentido. También dibuja la fuerza peso del camión
- 1 explica que la fuerza que realiza el camión es menor porque está “quieto”, a “pesar de pesar tres veces más”.
- 1 dibuja ambas fuerzas, pero no indica cómo son. Explica que el camión se queda quieto por tener mayor inercia.

Pregunta 4: ¿Por qué cuando se suelta un objeto cae al suelo?

### Grupos experimentales

#### 1º7º

- 12 indican que es la fuerza de gravedad. La tierra ejerce una fuerza de atracción sobre los objetos.
- 5 indican que es por la “gravedad” de la tierra
- 1 explica que el objeto cae por la fuerza de gravedad que “hay” en la tierra y cuando un cuerpo es más pesado cae con más velocidad.
- 1 indica que el centro de la tierra atrae a todos los cuerpos.

#### 1º2º

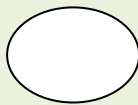
- 1 no contesta
- 3 dicen que la fuerza de gravedad hace que todo objeto que tenga masa vaya hacia el suelo
- 5 indican que caen por la fuerza que ejerce la tierra
- 2 indican que es debido a la gravedad”
- 2 indican que se cumple la ley gravitatoria y agregan: “todo cuerpo que tiene peso tiende a ir hacia abajo” o “la tierra atrae los objetos”.

- 1 expresa que se trata de la “caída libre” y ésta es “debido a la fuerza de gravedad, que no depende del peso”. Expresa su valor, indicando como fuerza de gravedad a  $9,8 \text{ m/s}^2$

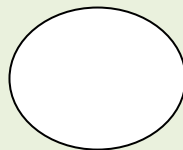
### 1º8º Grupo control

- 1 no explica
- 6 expresan que es debido a la fuerza de la gravedad
- 4 indican que es debido a la Ley de la Gravedad: en la tierra hay un núcleo que atrae los cuerpos
- 3 por “la gravedad”, debido al núcleo de la tierra.
- 2 indica que cae con un peso superior al que tiene
- 1 indica que cae por el peso que tiene, y además, por la gravedad
- 1 por la “fuerza de la gravedad que *tiene* la tierra”.

Pregunta 5: Dos cuerpos de masa  $M$  y  $2M$  respectivamente (la segunda el doble que la primera) se hallan solos en el espacio, enfrentados a una determinada distancia. ¿Existen fuerzas entre ambas? ¿Cómo son? ¿Por qué?



$M$



$2M$

### Grupos experimentales

#### 1º7º

- 10 no contestan
- 5 indican que no existen fuerzas entre ellos, porque al estar en el espacio no hay fuerza de la gravedad o de atracción entre ambos.
- 2 indican que la masa menor se mueve hacia la de mayor masa, como lo hacen la tierra y el sol.
- 1 indica que existen fuerzas entre las masas y es de atracción
- 1 indica que existen fuerzas

#### 1º2º

- 4 no contestan
- 4 indican que no se producen fuerzas ya que están en el espacio
- 1 indica que no existe “presión” en el espacio y ambos cuerpos quedan con igual peso.

- 1 indica que sí existen fuerzas pero se anulan entre sí.
- 3 indican que hay fuerzas de gravedad. Todos los cuerpos se atraen entre sí
- 1 que hay fuerzas de gravedad, pero el de  $2M$  se mueve menos porque tiene mayor masa.
- 1 indica que se ejercen mutuamente fuerzas de gravedad, pero el más grande es más fuerte.

**Grupo control 1º8º**

- 10 no contestan
- 3 indican que no existen fuerzas entre ellos
- 2 indican que sí existen fuerzas entre ellos, el cuerpo mayor atrae al menor y dibuja el campo gravitatorio alrededor de cada cuerpo
- 1 indica que sí existen y son iguales (no indica por qué)
- 2 indican que existen fuerzas magnéticas y el de  $2M$  atrae al de  $M$

### Anexo 13. Planificación de la Unidad Didáctica

CAPACIDAD:		Que el alumno sea capaz de interpretar y explicar fenómenos eléctricos y magnéticos a trav
<b>Tema 1: de analizar las interacciones y utilizar las leyes de Newton</b>		<b>OBJETIVO : Repasar algunos conceptos</b>
Contenidos conceptuales	Contenidos Procedimentales	Actitudes
Interacciones gravitatorias, electromagnéticas y nucleares Leyes de Newton Principio de inercia Principio de masa Principio de acción y reacción	Análisis e interpretación de las interacciones  Aplicación de las leyes de Newton a los distintos ejemplos  Gráfica de las fuerzas de interacción	a) Respeto por el conocimiento científico  b) Actitud positiva hacia la Ciencia  c) Respeto hacia la diversidad de pensamiento  b) Honestidad en las pruebas y en la presentación de información.
<b>TEMA 2: Interacciones a distancia</b>		<b>OBJETIVO: Reconocer y calcular las dist</b>
Contenidos conceptuales	Contenidos Procedimentales	Actitudes
<b>Fuerzas eléctricas , magnéticas y gravitatorias</b> Concepto Fuente de las fuerzas Partículas intervinientes Los imanes Formas de electrizar y magnetizar un cuerpo Ley de Gravitación Universal Ley de Coulomb	a) Análisis e interpretación de las interacciones a distancia b) Identificación de propiedades y características c) Identificación de similitudes y diferencias d) Análisis y cálculo de fuerzas a distancias e) Elaboración de material	a) Respeto por el conocimiento científico  b) Actitud para el trabajo en equipo  c) Responsabilidad en las tareas  c) Respeto hacia el pensamiento del otro
<b>TEMA 3: Campos</b>		<b>OBJETIVO: Interpretar , analizar y calci</b>
Contenidos conceptuales	Contenidos Procedimentales	Actitudes
Concepto de campo Campo eléctrico, magnético y gravitatorio Fuente de los campos Partículas intervinientes Representación de los campos Intensidad de Campo Eléctrico Aceleración de la Gravedad Inducción Magnética Experiencia de Oersted Ley de Lorentz	a) Análisis de las características de los distintos campos b) Análisis y resolución de problemas cuantitativos y cualitativos c) Identificación de similitudes y diferencias d) Argumentación con base científica de los fenómenos observados f) Elaboración de conclusiones	a) Responsabilidad y organización al realizar trabajos grupales  b) Respeto y reconocimiento del trabajo científico  c) Participación activa del proceso educativo  d) Responsabilidad en la entrega de e informes

vés del concepto de campo

SECUENCIA DIDACTICA			
básicos de interacciones y la aplicación de las leyes de Newton			
Actividades Propuestas	Indicadores de logro	Evaluación	Tiempo
1- Lectura y análisis de información sobre "Interacciones Básicas" (Jiménez, 1998 )	a) Reconoce las interacciones y las partículas que intervienen en los distintos fenómenos	Presentación de trabajos	3 clases
2- Breve explicación del profesor de las leyes de Newton con ejemplificación	b) Analiza e interpreta las interacciones aplicando correctamente las leyes de Newton	Evaluación escrita semiestructurada	
3- Búsqueda por parte de los alumnos de ejemplos físicos de interacción	c) Grafica adecuadamente las fuerzas		
4- Reconocimiento de las leyes de Newton en los ejemplos expuestos			
5- Gráficas de fuerzas de interacción			
distintos tipos de interacciones a distancia y sus características.			
Actividades Propuestas	Indicadores de logro		
1-Clase expositiva con intervención de los alumnos para introducir los conceptos	a) Reconoce los distintos tipos de interacciones a distancias y sus características	Realización de las actividades	5 clases
2-Realización de trabajo práctico en grupo, resaltando diferencias y similitudes entre las distintas fuerzas a distancia	b)Identifica las partículas intervinientes y grafica adecuadamente	Presentación de trabajos Prácticos	
3-Realización de cuadro de analogías y diferencias con discusión grupal y puesta en común	c)Resuelve ejercicios utilizando adecuadamente las fórmulas y realiza el análisis correspondiente de la resultante	Participación en clase, argumentando las respuestas	
4- Realización de ejercicios de cálculo y gráfica de fuerzas	e)Extrae similitudes y diferencias entre los distintos tipos de interacciones f)Argumenta y da explicaciones con base científica	Evaluación escrita semiestructurada	
dar los distintos tipos de campos, sus representaciones, fuentes y partículas intervinientes.			
Actividades Propuestas	Indicadores de logro		
1-Observación del campo magnético de distintos imanes	a) Identifica correctamente los distintos tipos de campos como sus fuentes	Realización de actividades	7 clases
2-Realización de experiencias de electrización	b)Reconoce la necesidad científica del concepto de campo y la aplicación tecnológica que el concepto aportó		
3- Gráfica de otros campos, utilizando el pensamiento análogo, al observar el campo magnético de un imán y limaduras de hierro	c) Extrae similitudes y diferencias entre los distintos tipos de campos	Presentación de Trabajos Prácticos	
4-Visualización de vídeos sobre la necesidad histórica de la Comunidad Científica en la introducción del concepto de los distintos campos y la analogía como herramienta científica para interpretar y concebir las teorías	d) Explica los fenómenos físicos a través del concepto de campo	Participación en clase, argumentando las respuestas	
5-Clase expositiva con intervención de los alumnos para explicar los conceptos	e) Analiza y resuelve correctamente las diferentes Intensidades de Campo	Evaluación escrita semiestructurada	
6- Trabajo práctico grupal con cuestionario para ir observando las diferencias entre campos	f) Construye argumentos y da explicaciones con base científica		
8-Realización y justificación de un cuadro con las similitudes y diferencias en forma grupal			
9-Trabajo práctico con problemas cuantitativos y cualitativos de la intensidad de los distintos tipos de campos			



## **Anexo 14. Cuestionario guía de Interacciones y Campos. Parte A**

### **Trabajo práctico: Interacciones y campos - Parte A**

Para realizar este trabajo lee el material bibliográfico dado por el profesor, y contesta las preguntas, extrayendo además las similitudes entre interacciones y entre campos. Realiza con ellos un listado. Finalmente completa los cuadros.

#### **Parte A: Interacciones**

##### **Actividad 6:**

- 1) Explica con tus palabras por qué la tierra hace caer una tiza lanzada hacia arriba. ¿Qué principio cumple? ¿Y la tiza, atrae la Tierra? ¿Por qué, entonces, no se siente su acción?
- 2) ¿Cuál es la fórmula que explica la fuerza de origen gravitatorio?, ¿qué significa cada símbolo en la misma? Realiza un gráfico donde se observe el par de fuerzas de interacción.
- 3) Según la misma, a medida que nos alejamos de la Tierra, ¿cómo es la fuerza de interacción con ella?
- 4) La luna atrae la Tierra y la tierra a la luna. Al tener los dos cuerpos distinta masa, la tierra (de mayor masa) ¿realiza una fuerza mayor sobre la luna?, ¿por qué?
- 5) ¿Existen interacciones eléctricas entre cuerpos cargados? ¿Cómo son? Realiza gráficos donde se observen las de fuerzas de interacción.
- 6) ¿Existe una fórmula que explique su magnitud? Escríbela e indica qué significa cada símbolo en la misma.  $F=$
- 7) ¿En el vacío existen fuerzas eléctricas?
- 8) Según lo expresado en la fórmula anterior, ¿a qué distancia es más intensa la fuerza entre las cargas?
- 9) ¿Cómo se cargan eléctricamente los cuerpos? Explica cada una de las maneras de electrización. Da 2 ejemplos de cada una de las formas.
- 10) ¿Existen fuerzas magnéticas? ¿Entre quiénes se producen? ¿cómo pueden ser?
- 11) ¿Existe una fórmula que explique su magnitud? Escríbela e indica que significa cada uno de los símbolos.  $F=$
- 12) En el vacío, ¿se pueden producir fuerzas magnéticas?

- 13) ¿Qué relación hay entre el magnetismo y la electricidad?, ¿podemos hablar de interacciones electromagnéticas?
- 14) ¿Cómo se magnetiza el hierro?, ¿por qué?, ¿qué diferencia hay con los materiales no magnéticos?
- 15) ¿Qué sucede si cortamos un imán por la mitad? ¿Por qué?
- 16) Piensa por qué se producen interacciones a distancia sin estar en contacto los cuerpos y trata de dar una explicación.
- 17) Da un ejemplo donde a pesar de no estar en contacto, la acción de un cuerpo influye sobre otro. Por ejemplo: si entramos a una habitación con los ojos cerrados, donde hay una fuente de calor, podemos saber dónde se encuentra esa fuente, porque en su cercanía la temperatura es mayor. Sin embargo, nuestro cuerpo no está interactuando con la fuente, sino con el aire, que ha sufrido transformaciones energéticas.

**Actividad 7:**

**Búsqueda de similitudes y diferencias:** Completa la tabla comparativa

<b>Interacciones a distancia</b>	<b>Elementos intervinientes</b>	<b>Fuente</b>	<b>Tipos de interacciones (realiza gráficos)</b>	<b>¿Necesita medio material para producirse?</b>	<b>Ecuaciones y unidades</b>
Gravitatorias					
Eléctricas					
Magnéticas					

## **Anexo 15. Cuestionario guía de Interacciones y Campos. Parte B**

### **Trabajo práctico: Interacciones y campos. Parte B**

#### **Parte B: Campos**

##### **Actividad 10:** Experiencia con imanes, un cartón y limaduras de hierro

- a- Distribuye una pequeña cantidad de limaduras de hierro sobre el cartón y coloca el imán por debajo. Observa que las limaduras nunca están en contacto con el imán, es decir, hay un elemento aislante en el medio.
- b- Puedes apreciar cómo las limaduras se orientan al interactuar con el campo magnético del imán. Dibuja el fenómeno.
- c- Haz girar el imán por debajo del cartón. ¿Qué sucede con las limaduras de hierro?
- d- ¿Según lo que observas, la interacción es igual en todo el espacio alrededor del imán?, ¿dónde es más intensa? Intenta explicar por qué.

##### **Actividad 11:** Experiencia con regla plástica, paño de lana y papelitos

- a- Frota fuertemente la regla con el paño
- b- Acerca la regla a los papelitos y explica qué sucede.
- c- Según lo que observas, ¿es necesario que toques los trocitos de papel para que éstos experimenten un movimiento? Trata de explicar los fenómenos producidos

##### **Actividad 12:** El dibujo que realizaste en la actividad 6 representa cómo es el campo magnético alrededor de un imán. Análogamente, realiza un dibujo que represente,

- a- El campo gravitatorio alrededor de la Tierra
- b- El campo eléctrico alrededor de una carga



##### **Actividad 13:** Responde las preguntas ayudándote con el material bibliográfico dado, y las observaciones realizadas en la visualización de los videos

- 1) ¿Si un cuerpo entra en un campo gravitatorio, qué sucede con el mismo?
- 2) ¿El campo existe aunque no entre ningún cuerpo en él? ¿Cómo es? Realiza un gráfico representándolo
- 3) Dado que las fuerzas gravitatorias dependen en forma inversa al cuadrado de la distancia, significa que el campo se debilita a medida que nos alejamos del cuerpo que lo genera en la misma proporción. Como la intensidad de campo gravitatorio es independiente del cuerpo que entre en dicho campo (si el cuerpo es pequeño), su valor estaría dado por la expresión  $g = F_g/m$ , que es el valor de la aceleración de la

gravedad, ( $F_g$  es la fuerza de atracción gravitatoria, cuyo valor lo conocemos como peso del cuerpo,  $m$  es la masa del cuerpo que entra en el campo).

Realiza un gráfico donde ubiques vectores  $g$  a 1 km y 2 km de distancia de la tierra.



¿Cómo es el valor de  $g$  en cada punto? ¿Por qué? ¿Cuál es su dirección y sentido?

- 4) ¿Qué puntos del espacio tienen igual valor de  $g$ ?, ¿por qué?
- 5) ¿Qué es el campo eléctrico?
- 6) ¿Qué son las líneas de campo? ¿Qué características tienen?
- 7) Dibuja las líneas de campo alrededor de: a) una carga positiva y b) una carga negativa.
- 8) ¿Qué sucede cuando entra otra carga en ese espacio?
- 9) ¿Cómo es esa fuerza, qué dirección tiene? ¿El campo existe si no entra ninguna carga?
- 10) Realiza un dibujo que represente el campo eléctrico para dos cargas positivas, y para dos cargas de distinto signo. ¿Dónde es más intenso el campo? ¿Por qué?
- 11) La intensidad de campo eléctrico  $E$ , ¿depende del valor de la carga de prueba que entre en ese campo?, ¿de qué magnitudes depende?
- 12) ¿Qué significa que el campo en un punto A sea  $E = 2N/C$ ?
- 13) ¿Qué es el campo magnético?
- 14) ¿Dónde es más intenso?
- 15) ¿Qué características tienen las líneas de campo? Dibuja las líneas del campo producido por un imán en forma de barra.
- 16) ¿A qué campo se asemeja?, ¿cuál es la diferencia?
- 17) ¿Qué sucede si entra una carga en movimiento dentro de ese campo?
- 18) ¿Cómo es esa fuerza?, ¿de qué depende su intensidad? ¿Qué dirección y sentido tiene?
- 19) ¿Y qué sucede si se deja una carga en reposo dentro del mismo? Justifica tu respuesta.

20) ¿Cómo es el campo magnético generado por un conductor por donde circula corriente? Dibújalo

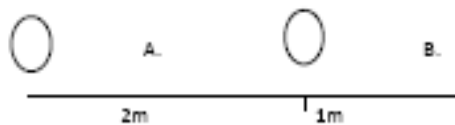
21) Dibuja el campo magnético producido por un electroimán. ¿A cuál se asemeja?

**Actividad 16:** Extrae las analogías y diferencias entre campos y completa la tabla

Campo	Fuente	Actúa sobre	¿Dónde es más intenso?	Características de las líneas de campo	Intensidad de campo	Características de las fuerzas que provoca
Gravitatorio						
Eléctrico						
Magnético						

**Actividad 17:**

- ¿Cuál es la intensidad de campo eléctrico que genera una carga positiva de 5 C en el aire en el punto A, que se encuentra a una distancia de 2 m del mismo?, ¿Y en el punto b, que está a 3 metros? Representa la carga y el campo con el vector correspondiente en cada punto.
- Dos cargas positivas iguales en el vacío, de 1C cada una, se encuentran alineadas con los puntos A y B tal cual lo muestra la figura, siendo A el punto medio.
  - Analiza cómo es el campo generado por cada carga en el punto A e indica qué valor tiene el campo en ese punto.
  - Calcula el campo en el punto B por cada carga y encuentra el campo resultante. Gráficalo.



**Anexo 16. Documento de Interacciones Básicas.****INTERACCIONES BÁSICAS.** Fuente: Jiménez, 1998**Tipos de interacciones. Gravitatoria, electromagnética y nuclear.****Interacción Gravitatoria.**

Mientras lees este documento puedes experimentar dos tipos de interacciones bien diferentes e igualmente misteriosas, la gravitatoria y la electromagnética. Nacemos y vivimos "pegados al suelo", nuestro planeta está "atrapado" por el Sol y éste por la galaxia espiral denominada Vía Láctea. Hablamos de la interacción Gravitatoria que describe una propiedad general de la materia, la atracción que entre sí experimentan todos los cuerpos. Normalmente sólo observamos directamente la atracción entre éstos y la Tierra mediante la propiedad que llamamos "peso" y esto se debe a que la interacción Gravitatoria es muy débil y sólo la percibimos cuando la cantidad de materia de alguno de los cuerpos es enorme. Dos monedas de peseta sobre una mesa parece que no se atraen entre sí pero la realidad es que sí aunque debido al rozamiento no podemos observarlo.

**Interacción electromagnética.**

Si estás sentado notarás cierta "presión" en tu trasero, en la espalda y en los pies. Se trata de otra interacción "básica", la electromagnética.

Gracias a ella no te hundes en la tierra, atravesando la silla, el suelo y todo lo demás.

Decimos que la materia "ocupa un lugar impenetrable", es una frase cursi para decir que donde está una cosa no puede estar otra. Hemos visto que incluso los gases tienen esta propiedad. Como tú bien sabes la materia está formada por moléculas y estas por átomos. Cuando apoyas tu mano sobre la mesa se aproximan las moléculas de la mano y la mesa hasta una distancia muy pequeña, empujas pero la mano no atraviesa la mesa. Estás experimentando la interacción electromagnética.

A diferencia de la interacción Gravitatoria que sólo es atractiva, la interacción electromagnética entre dos cuerpos puede ser atractiva o repulsiva dependiendo de una propiedad que llamamos "carga eléctrica". Si recuerdas la estructura de algunos sólidos que estudiamos como la sal común, el cloruro sódico, existían fuerzas de atracción entre iones de signo contrario y de repulsión entre los iones de igual signo, debido a estas fuerzas el material es un sólido a temperatura ambiente. Son ejemplos de interacciones electromagnéticas a las que en el curso anterior dábamos el nombre de fuerzas de cohesión.

Aunque te resulte un poco raro, cuando escuchas la radio, ves la televisión o tomas el sol también estás experimentando indirectamente una interacción electromagnética. En este caso la antena de la radio y la antena de la emisora interactúan electromagnéticamente.

Hasta mediados del siglo pasado se pensaba que las fuerzas magnéticas (imanes) y las

eléctricas eran cosas diferentes. James Clerk Maxwell (Físico escocés, 1831-1879) demostró que las fuerzas magnéticas y las eléctricas tienen el mismo origen, la carga eléctrica. Desde entonces se usa el término electromagnetismo (diecisiete letras, no está mal).

Como veremos más adelante y en detalle, cuando un objeto cargado con electricidad se mueve con respecto a otro que también está cargado aparece una interacción magnética, si están en reposo relativo sólo experimentan la interacción eléctrica. Esto que parece chino quiere decir en la práctica que si aproximamos una brújula a un conductor por el que circula una corriente eléctrica, la brújula sufrirá una desviación. Si por el conductor no circula la corriente eléctrica la brújula no se desviará. La aportación de Maxwell consistió en demostrar matemáticamente la relación entre las interacciones eléctricas y magnéticas mostrando que son manifestaciones distintas de una misma propiedad de la materia, la carga eléctrica. Como veremos en este curso gracias a estos fenómenos se puede fabricar la electricidad.

### **Interacción nuclear**

Básicamente puedes imaginar el núcleo de un átomo como algo extraordinariamente pequeño y denso. Prácticamente toda la materia que te forma está concentrada en los núcleos de tus átomos. Si escribiera una línea en este papel con núcleos de átomo pegados unos a otros (habría que ser muy fuerte y usar un pegamento extraordinario) necesitaría aproximadamente cien billones, es decir 100.000.000.000.000 de núcleos.

Los núcleos están formados por partículas más pequeñas, los protones y los neutrones. Los protones tienen carga eléctrica positiva lo que quiere decir que se repelen intensamente. ¿Por qué se mantienen unidos en el núcleo?

La respuesta está en otro tipo de interacción, la nuclear. Esta interacción sólo actúa a distancias extraordinariamente pequeñas. Algunos núcleos son inestables y dan lugar a los átomos radiactivos. ¡Lagarto, lagarto! Pero esa es otra cuestión...

**Anexo 17. Trabajo Práctico de integración. Campos****Actividad 18: Trabajo Práctico de Integración: Campos**

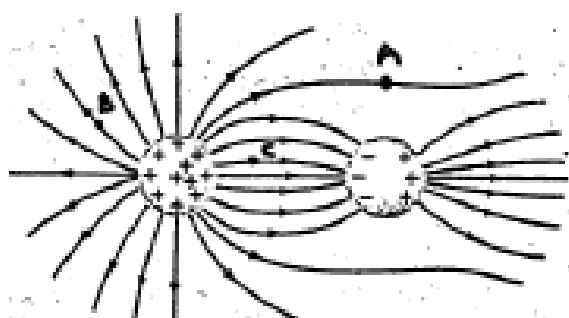
Lee atentamente cada pregunta, y responde, justificando adecuadamente cada respuesta

1. En un punto P del espacio, cercano a la carga Q (fig. 1 a) se ha representado el valor de la intensidad de campo eléctrico E en ese punto. ¿Cuál sería la representación del campo eléctrico si en ese punto se ubica una carga negativa muy pequeña? Dibuja la representación del campo y explica tu contestación.



(Fuente: Furio y Guisasola, 2001)

2. La figura representa las líneas de campo eléctrico correspondiente a un conductor esférico cargado cerca de un conductor esférico sin carga. Ordena los puntos A, b y C de mayor a menor intensidad, explicando el porqué.



(Fuente: Furio y Guisasola, 2001)

3. Dibuja el vector intensidad de campo creado por una carga de  $Q = +2C$  en el punto A en los tres casos siguientes:
 

a) En A hay una carga $q = +1C$	Q	A .
b) En A hay una carga $q = -1C$	Q	A .
c) En A no hay nada	Q	A .

Justifica las respuestas

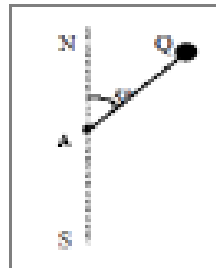
(Fuente: Martín y Solbes, 2001)

4. Como ya sabes, la brújula es un buen detector de campos magnéticos, ya que en su presencia gira hasta orientarse en la dirección del mismo. Si tenemos una brújula y colocamos cerca de ella una carga en reposo, ¿girá la brújula?, ¿por qué?



5. La línea de trazos de la figura representa la dirección del campo magnético terrestre. En el punto A hay una brújula y en el punto B una partícula en reposo cargada con una carga  $Q$  positiva.

- Dibuja sobre A una flecha que represente la orientación de la aguja de la brújula
- Explica las razones de tu respuesta



(Fuente: Guisasola et al., 2003)

6. Un imán crea un campo magnético a su alrededor debido a:
- Que en un imán hay una parte donde se acumula carga positiva y otra donde se acumula carga negativa
  - Que dentro del imán existen corrientes de electrones que llevan a la creación de un campo magnético
  - Otra respuesta (Si optas por esta última, explica detalladamente)

(Fuente: Guisasola et al., 2003)

**Anexo 18.** Nota de permiso dirigida a la dirección de la escuela- año 2010

Mendoza, 9 de octubre de 2010

Sra. Directora  
Escuela Pablo Nogués  
Alicia Callejas.

En el marco del Doctorado en Didáctica de las Ciencias y la Tecnología, de la Universidad de Granada, España, estoy realizando mi tesis, que surgió como respuesta a la investigación realizada para la Suficiencia Investigadora del mismo doctorado. Dicha investigación fue “El diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza”, donde se observa como problemática principal, la enseñanza de las Ciencias.

Debido a ello, la tesis que actualmente realizo investiga la aplicación de las analogías para la adquisición de los conceptos de interacciones y campos. Para ello se trabaja en forma conjunta y análoga las interacciones y campos eléctricos, magnéticos y gravitatorios.

Como dichos conocimientos son parte de la currícula de primer año de Electricidad y Electromecánica( de Física y Electrotecnia), y yo formo parte del plantel de Electrotecnia, siendo mis cursos 1º2º, 1º 71 y 1º 8º, pido poder trabajar con ellos en los meses de octubre y noviembre, y volver a repetir la experiencia en marzo y abril del 2011, en mi horario habitual, como también poder trabajar con los programas y planificaciones correspondientes, utilizándolos tanto en el trabajo, como realizando los cambios en el orden correspondiente.

Adjunto a esta nota un resumen del proyecto de investigación.

Sin otro particular, saludo a usted atentamente

Anahí Fracaro  
DNI 13 395 564

## **Anexo 19**. Matriz de Datos del Pretest y del Postest

Se presentan la matrices de datos obtenidas con el software **SPSS 18**, y transformadas al Excel, para ser incorporadas al cuerpo de la Tesis. De este modo no puede observarse la **matriz de variables** de ambos Test, con toda la información que ella lleva. Por esto se adjunta en CD la matriz de datos original.

grupo	p111	p113	p211	p212	p213	p311	p312	p313
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	3	1	1	2	3	1
1	3	1	4	1	1	2	1	1
1	3	1	3	2	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	3	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	3	1	3	2	1	1	3	2
1	3	1	1	1	1	1	3	2
1	1	2	3	1	1	2	1	1
1	1	1	3	2	1	1	1	1
1	1	1	3	1	1	1	4	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	3	2	3	3	1	1	2	1
1	3	2	3	1	1	2	1	1
1	2	2	1	1	1	1	1	1
1	3	1	3	1	1	2	3	2
1	1	1	3	1	1	2	1	2
2	3	1	3	1	1	1	3	1
2	3	1	3	2	1	1	4	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	3	1
2	1	1	3	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	1	1	2
2	3	1	1	2	1	1	1	1
2	1	1	3	1	2	1	1	3
2	3	1	3	2	2	1	1	1
2	3	2	4	4	2	2	3	4
2	3	1	3	2	1	1	3	1
2	4	2	3	1	1	1	2	1
2	1	1	3	2	1	1	3	2
2	1	1	1	1	1	1	3	2
2	3	2	3	2	2	2	3	2
2	3	2	3	2	1	1	3	3
2	3	1	3	1	1	1	1	1
2	3	1	3	2	2	2	1	2
2	1	1	1	2	1	1	1	1
2	1	1	3	2	2	2	3	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2
2	1	1	1	1	1	1	3	2
3	3	2	3	1	1	2	3	1
3	1	1	1	3	1	1	1	2
3	3	1	2	1	1	1	1	2
3	3	2	3	2	1	1	1	2
3	3	1	3	2	1	1	3	2
3	1	1	2	2	1	1	2	1

3	2	2	3	3	1	3	1	2
3	1	1	3	1	1	1	2	1
3	1	1	3	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
3	4	2	3	2	2	3	2	1
3	1	2	3	2	1	1	2	1
3	1	2	1	2	2	1	2	1
3	2	1	1	1	1	1	1	1
3	1	2	1	2	1	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1	1	1
3	3	2	3	3	1	1	2	1
3	2	1	3	2	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1	1	1



1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	3	1	1	2	1
1	2	1	1	2	1	1	2	1
1	3	3	1	3	1	1	1	1
1	2	1	1	3	1	2	1	3
1	2	1	1	3	1	1	2	1
1	1	1	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	3	1	1	1	1
1	3	2	2	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	3	1	1	2	2

p622	p624	p625	p722	p724	p725	p732	p822	p825	
1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	2	2	2
1	1	1	1	2	1	2	2	2	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	1	1	3	1	2	2	2	1
3	1	2	2	2	1	2	1	1	1
4	1	1	1	2	1	1	2	2	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	2	2
2	1	1	1	2	1	1	2	2	2
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	1	1	2	1	1	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	4	1
1	1	1	1	2	1	2	1	2	1
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
2	1	2	2	2	1	1	1	2	2
2	1	1	1	4	1	1	2	4	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
2	2	3	2	2	1	2	2	2	1
2	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	1	1	2	2	3	2	2	2
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
2	1	1	1	2	1	2	1	1	1
3	1	3	2	2	1	3	2	2	3
3	1	3	2	2	1	3	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	3	2	2	3
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
1	1	1	1	2	1	3	2	2	1
1	1	1	1	3	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
3	1	3	2	2	1	2	1	2	1
1	1	3	1	1	1	1	1	2	1
2	2	3	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	3	1	1	1	2	1	1
3	1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	3	1	2	1	1	2	2
2	2	2	2	2	1	1	1	1	1



1	1	1	2	1	1	2	1	1
1	1	1	1	1	1	1	2	1
2	1	2	2	1	1	1	2	1
1	2	1	1	2	1	1	1	2
1	1	1	2	1	1	1	2	1
3	1	2	2	1	3	1	2	1
1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	2	2	1	2	1	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	4	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1	2	1
2	1	2	2	1	1	2	2	2
1	2	1	2	2	2	2	2	2

p911	p922	p925	p932	p1023	p1024	p1025	p1123	p1124
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	3	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	2	1	2	2
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	2	1	1	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	2	1	2	2
2	1	2	1	1	1	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	4	1	2	1
1	3	1	1	1	3	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	3	2	2	2	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	2	1
3	3	1	1	1	2	1	1	2
1	3	2	1	1	2	1	1	1
1	3	1	1	1	2	3	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	3
1	3	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	2	1	1	1	1	1	3
1	3	2	1	1	2	1	1	3
1	1	1	1	1	2	1	3	2
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	2	2	1	1	1	2	1	2
1	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	1	2	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
4	2	3	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	3
4	2	3	2	2	2	1	1	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1	1	1	1
4	2	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	2	2	3	2	2
1	1	1	1	1	2	3	1	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	2



p1125	p1223	p1224	p1225	p1323	p1324	p1325	p1423	p1424
1	2	1	1	1	1	2	1	1
1	2	1	1	1	3	1	1	1
2	3	1	1	1	2	1	2	1
1	2	1	1	1	2	2	1	1
1	2	1	1	1	2	2	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	3	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	3	1	1	1	1	3	1	2
2	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	2	1	2	3	1	2	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
3	2	1	3	2	1	1	1	1
1	3	1	2	3	1	1	1	1
1	3	1	1	2	1	1	1	1
1	3	1	2	3	1	2	1	1
1	3	1	2	2	1	2	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	3	1	3	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	2	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
3	2	1	2	1	1	1	1	1
3	3	1	3	1	1	1	1	1
3	3	1	3	3	1	1	1	1
1	2	1	2	3	1	1	1	1
1	3	1	2	3	1	2	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
3	3	1	1	3	1	2	4	1
1	3	2	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
3	2	1	3	2	1	1	1	1
1	3	1	1	4	1	1	1	1
1	2	1	1	2	1	3	1	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	4	3	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1	1
1	2	1	1	2	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	1	1	1	1	1	1

1	2	1	1	2	1	1	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1
1	2	1	1	2	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	3	2	1	2	1	1
1	2	3	1	2	1	1	1	1
2	2	1	2	1	1	1	1	1
1	3	1	1	2	1	1	1	1
1	4	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	3	1	1	1	1
1	2	1	1	2	1	2	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	3	2	1	2	1

p1425	p1523	p1524	p1525	p1532	C1	C2	
1	1	1	1	1	1	3	2
1	3	1	1	1	1	5	3
1	1	1	1	1	1	5	3
1	2	1	1	1	1	5	3
1	4	3	2	1	1	5	4
1	1	1	1	1	1	4	2
1	3	1	1	1	1	5	3
1	1	1	1	1	1	3	3
1	1	1	1	1	1	6	2
1	1	3	1	1	1	5	5
1	1	1	1	1	1	3	2
1	1	1	1	1	1	2	2
1	1	1	1	1	1	5	3
1	1	1	1	1	1	4	3
1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	6	5
1	1	1	1	1	1	5	2
1	1	1	1	1	1	2	3
1	1	1	1	1	1	5	4
1	3	1	1	1	1	4	3
1	3	1	1	1	1	5	5
1	2	1	1	1	1	5	5
1	1	1	1	1	1	3	4
1	2	3	2	1	1	3	4
1	4	2	2	1	1	4	5
1	3	1	3	1	1	3	4
1	2	1	1	1	1	5	4
1	1	1	1	1	1	5	3
1	1	1	1	1	1	6	3
1	1	1	1	1	1	9	4
1	3	1	1	1	1	4	5
1	2	1	2	1	1	5	4
1	1	1	1	1	1	4	3
1	2	1	1	1	1	3	2
1	1	1	1	1	1	7	4
1	1	1	1	1	1	5	2
1	2	1	2	1	1	4	4
1	4	1	1	1	1	6	4
1	4	3	1	1	1	4	5
1	1	1	1	1	1	7	4
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2
1	1	1	1	1	1	3	4
1	1	3	1	1	1	6	5
1	4	1	1	1	1	3	4
1	2	1	1	2	1	4	3
1	4	3	1	1	1	5	5
1	2	1	1	1	1	5	3
1	1	3	1	1	1	3	3

1	1	1	1	1	5	3
1	4	1	1	1	3	3
1	2	1	1	1	4	4
1	1	1	1	1	2	4
1	2	1	1	1	6	4
1	3	1	1	1	5	5
1	3	1	1	1	5	5
1	1	1	1	1	3	4
1	3	1	1	1	4	4
1	4	1	1	1	2	3
1	1	1	1	1	2	3
1	3	1	1	1	6	3
1	3	1	1	1	3	2
1	4	1	1	1	1	3
1	1	1	1	1	3	4
1	2	1	1	1	5	4

grupo	p111	p113	p211	p212	p213	p311	p312	p313
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	3	1	1	2	3	1
1	3	1	4	1	1	2	1	1
1	3	1	3	2	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	3	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	3	1	3	2	1	1	3	2
1	3	1	1	1	1	1	3	2
1	1	2	3	1	1	2	1	1
1	1	1	3	2	1	1	1	1
1	1	1	3	1	1	1	4	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	3	2	3	3	1	1	2	1
1	3	2	3	1	1	2	1	1
1	2	2	1	1	1	1	1	1
1	3	1	3	1	1	2	3	2
1	1	1	3	1	1	2	1	2
2	3	1	3	1	1	1	3	1
2	3	1	3	2	1	1	4	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	3	1
2	1	1	3	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	1	1	2
2	3	1	1	2	1	1	1	1
2	1	1	3	1	2	1	1	3
2	3	1	3	2	2	1	1	1
2	3	2	4	4	2	2	3	4
2	3	1	3	2	1	1	3	1
2	4	2	3	1	1	1	2	1
2	1	1	3	2	1	1	3	2
2	1	1	1	1	1	1	3	2
2	3	2	3	2	2	2	3	2
2	3	2	3	2	1	1	3	3
2	3	1	3	1	1	1	1	1
2	3	1	3	2	2	2	1	2
2	1	1	1	2	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2
2	1	1	1	1	1	1	3	2
3	3	2	3	1	1	2	3	1
3	1	1	1	3	1	1	1	2
3	3	1	2	1	1	1	1	2
3	3	2	3	2	1	1	1	2
3	3	1	3	2	1	1	3	2
3	1	1	2	2	1	1	2	1



3	2	2	3	3	1	3	1	2
3	1	1	3	1	1	1	2	1
3	1	1	3	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
3	4	2	3	2	2	3	2	1
3	1	2	3	2	1	1	2	1
3	1	2	1	2	2	1	2	1
3	2	1	1	1	1	1	1	1
3	1	2	1	2	1	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1	1	1
3	3	2	3	3	1	1	2	1
3	2	1	3	2	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1	1	1



1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	3	1	1	2	1
1	2	1	1	2	1	1	2	1
1	3	3	1	3	1	1	1	1
1	2	1	1	3	1	2	1	3
1	2	1	1	3	1	1	2	1
1	1	1	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	3	1	1	1	1
1	3	2	2	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	3	1	1	2	2

p622	p624	p625	p722	p724	p725	p732	p822	p825	
1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	2	2	2
1	1	1	1	2	1	2	2	2	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	1	1	3	1	2	2	2	1
3	1	2	2	2	1	2	1	1	1
4	1	1	1	2	1	1	2	2	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	2	2
2	1	1	1	2	1	1	2	2	2
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	1	1	2	1	1	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	4	1
1	1	1	1	2	1	2	1	2	1
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
2	1	2	2	2	1	1	1	2	2
2	1	1	1	4	1	1	2	4	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
2	2	3	2	2	1	2	2	2	1
2	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	1	1	2	2	3	2	2	2
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
2	1	1	1	2	1	2	1	1	1
3	1	3	2	2	1	3	2	2	3
3	1	3	2	2	1	3	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	3	2	2	3
1	1	1	1	2	1	1	2	2	1
1	1	1	1	2	1	3	2	2	1
1	1	1	1	3	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
3	1	3	2	2	1	2	1	2	1
1	1	3	1	1	1	1	1	2	1
2	2	3	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	3	1	1	1	2	1	1
3	1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	3	1	2	1	1	2	2
2	2	2	2	2	1	1	1	1	1

1	1	1	2	1	1	2	1	1
1	1	1	1	1	1	1	2	1
2	1	2	2	1	1	1	2	1
1	2	1	1	2	1	1	1	2
1	1	1	2	1	1	1	2	1
3	1	2	2	1	3	1	2	1
1	1	1	2	1	1	2	2	1
2	1	2	2	1	2	1	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	4	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1	2	1
2	1	2	2	1	1	2	2	2
1	2	1	2	2	2	2	2	2

p911	p922	p925	p932	p1023	p1024	p1025	p1123	p1124
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	3	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	2	1	2	2
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	2	1	1	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	2	1	2	2
2	1	2	1	1	1	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	4	1	2	1
1	3	1	1	1	3	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	3	2	2	2	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	2	1
3	3	1	1	1	2	1	1	2
1	3	2	1	1	2	1	1	1
1	3	1	1	1	2	3	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	3
1	3	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	2	1	1	1	1	1	3
1	3	2	1	1	2	1	1	3
1	1	1	1	1	2	1	3	2
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	2	2	1	1	1	2	1	2
1	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	1	2	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
4	2	3	1	1	2	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	3
4	2	3	2	2	2	1	1	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1	1	1	1
4	2	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	2	2	3	2	2
1	1	1	1	1	2	3	1	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	2



p1125	p1223	p1224	p1225	p1323	p1324	p1325	p1423	p1424
1	2	1	1	1	1	2	1	1
1	2	1	1	1	3	1	1	1
2	3	1	1	1	2	1	2	1
1	2	1	1	1	2	2	1	1
1	2	1	1	1	2	2	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	3	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	3	1	1	1	1	3	1	2
2	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	2	1	2	3	1	2	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
3	2	1	3	2	1	1	1	1
1	3	1	2	3	1	1	1	1
1	3	1	1	2	1	1	1	1
1	3	1	2	3	1	2	1	1
1	3	1	2	2	1	2	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
1	3	1	3	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	2	1	2	1
1	2	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	2	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
3	2	1	2	1	1	1	1	1
3	3	1	3	1	1	1	1	1
3	3	1	3	3	1	1	1	1
1	2	1	2	3	1	1	1	1
1	3	1	2	3	1	2	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
3	3	1	1	3	1	2	4	1
1	3	2	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1
3	2	1	3	2	1	1	1	1
1	3	1	1	4	1	1	1	1
1	2	1	1	2	1	3	1	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	4	3	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1	1
1	2	1	1	2	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	1	1	1	1	1	1



1	2	1	1	2	1	1	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	2	1	1	1	1
1	2	1	1	2	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	3	2	1	2	1	1
1	2	3	1	2	1	1	1	1
2	2	1	2	1	1	1	1	1
1	3	1	1	2	1	1	1	1
1	4	1	1	1	1	1	1	1
1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	3	1	1	1	1
1	2	1	1	2	1	2	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	3	1	1	1	1
1	1	1	1	3	2	1	2	1

p1425	p1523	p1524	p1525	p1532	C1	C2	C1P	C2P	
1	1	1	1	1	1	3	2	6	7
1	3	1	1	1	1	5	3	8	8
1	1	1	1	1	1	5	3	10	8
1	2	1	1	1	1	5	3	8	6
1	4	3	2	1	1	5	4	6	6
1	1	1	1	1	1	4	2	5	4
1	3	1	1	1	1	5	3	7	7
1	1	1	1	1	1	3	3	8	8
1	1	1	1	1	1	6	2	8	7
1	1	3	1	1	1	5	5	8	7
1	1	1	1	1	1	3	2	7	7
1	1	1	1	1	1	2	2	8	7
1	1	1	1	1	1	5	3	7	6
1	1	1	1	1	1	4	3	7	6
1	1	1	1	1	1	1	1	6	7
1	3	1	1	1	1	6	5	7	6
1	1	1	1	1	1	5	2	7	4
1	1	1	1	1	1	2	3	8	6
1	1	1	1	1	1	5	4	3	5
1	3	1	1	1	1	4	3	9	5
1	3	1	1	1	1	5	5	8	8
1	2	1	1	1	1	5	5	6	7
1	1	1	1	1	1	3	4	10	9
1	2	3	2	1	1	3	4	10	9
1	4	2	2	1	1	4	5	4	6
1	3	1	3	1	1	3	4	9	10
1	2	1	1	1	1	5	4	5	6
1	1	1	1	1	1	5	3	8	9
1	1	1	1	1	1	6	3	8	8
1	1	1	1	1	1	9	4	6	6
1	3	1	1	1	1	4	5	3	7
1	2	1	2	1	1	5	4	7	6
1	1	1	1	1	1	4	3	8	8
1	2	1	1	1	1	3	2	8	7
1	1	1	1	1	1	7	4	5	8
1	1	1	1	1	1	5	2	7	7
1	2	1	2	1	1	4	4	6	7
1	4	1	1	1	1	6	4	8	8
1	4	3	1	1	1	4	5	5	8
1	1	1	1	1	1	7	4	7	7
1	1	1	1	1	1	1	1	7	8
1	1	1	1	1	1	2	2	7	8
1	1	1	1	1	1	3	4	6	8
1	1	3	1	1	1	6	5	4	5
1	4	1	1	1	1	3	4	7	6
1	2	1	1	2	1	4	3	6	4
1	4	3	1	1	1	5	5	7	5
1	2	1	1	1	1	5	3	6	6
1	1	3	1	1	1	3	3	4	6

1	1	1	1	1	5	3	5	5
1	4	1	1	1	3	3	4	4
1	2	1	1	1	4	4	5	6
1	1	1	1	1	2	4	4	8
1	2	1	1	1	6	4	8	3
1	3	1	1	1	5	5	4	5
1	3	1	1	1	5	5	5	3
1	1	1	1	1	3	4	4	5
1	3	1	1	1	4	4	2	6
1	4	1	1	1	2	3	5	8
1	1	1	1	1	2	3	5	4
1	3	1	1	1	6	3	5	5
1	3	1	1	1	3	2	7	5
1	4	1	1	1	1	3	8	7
1	1	1	1	1	3	4	7	5
1	2	1	1	1	5	4	1	5