

Experimentación: taller interactivo y enseñanza a distancia para mejorar la enseñanza del electromagnetismo

Christian Regnaut



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea



Proyecto coordinado por
la Universidad Veracruzana,
México

2011



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea



Universidad Veracruzana

Proyecto coordinado
por la Universidad Veracruzana,
México

«La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso refleja los puntos de vista de la Unión Europea».



Esta obra está bajo la licencia de Reconocimiento-No comercial – Sin trabajos derivados 2.5 de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente, siempre que indique su autor y la cita bibliográfica; no la utilice para fines comerciales; y no haga con ella obra derivada.

Experimentación: taller interactivo y enseñanza a distancia para mejorar la enseñanza del electromagnetismo

Christian Regnaut*

24 de enero 2011

Resumen

Uno de los temas que causa mas dificultad a los estudiantes de ciencias básicas e ingeniería es el electromagnetismo; Por consiguiente la tasa de éxito es baja. En respuesta a este problema, nuestras propuesta es una pedagogía diferente. Una forma de aprendizaje en la que los estudiantes puedan participar a través de talleres y diálogos a distancia. El objetivo es de favorecer el cambio de los hábitos de trabajo del estudiante y aumentar sus habilidades en matemáticas para resolver problemas de la física y del electromagnetismo mediante la promoción de la comunicación interactiva y la autoevaluación. Los cuestionarios de cada taller y que están en línea sirven al seguimiento del progreso del estudiante y para la auto regulación del proceso de autoevaluación. Los resultados estadísticos realizados, (a pesar de que el grupo de estudio fue pequeño) , mostraron una mejoría significativa en la tasa de éxito de los estudiantes que fueron evaluados en cuanto a este tema. Algunos factores que podrían explicar esta mejora son analizados en este artículo . Aunque concluir totalmente es difícil, parece que el desarrollo de técnicas de información e comunicación (TIC) sólo beneficia a los estudiantes de nivel intermedio o alto y muy poco con el más bajo. La propuesta para próximos grupos sería de conservar los talleres pero de incorporar mini-proyectos de investigación o de trabajo personal sobre los puntos débiles, que los estudiantes prepararon durante los dos meses en los que los talleres tienen lugar y de incorporar el uso de las TIC en las calificaciones

Palabras clave: electromagnetismo; licenciatura; educación interactiva; talleres; TIC; éxito y fracaso; metodología de enseñanza-aprendizaje, evaluación

1. Introducción y problemáticas

Nuestra intervención se desarrolla en el marco general del plan nacional (2008-2013) para mejorar el éxito de los estudiantes de pregrado en licenciatura, y las posibilidades de empleo para aquellos que no continúan la educación más allá de este nivel. Entre las diversas recomendaciones a los profesores e investigadores encargados de la enseñanza estan las prácticas de aprendizaje activo y el uso de los TIC. El trabajo descrito en este documento se lleva a cabo en la facultad de ciencias y tecnología de nuestra universidad (UPEC*) se ofrece a los estudiantes en ciencias básicas y más específicamente se trata de mejorar la enseñanza del electromagnetismo.

La adquisición de las leyes básicas que rigen los fenómenos electromagnéticos y sus numerosas aplicaciones son una solicitud común a casi todos los cursos de ciencias básicas, y la pedagogía para enseñarlas es un tema ampliamente discutido (Anderson N, Mina M, 2003; Girelli M, Dima G, Reynos S, Maria F, Baumann L, 2009)

En Francia el curso de introducción sobre el electromagnetismo se enseña generalmente en el tercer semestre de la licencia y tiene una duración de seis semestres.

Este tema de aprendizaje es uno de aquellos en los cuales los estudiantes en ciencias e ingeniería experimentan mayores dificultades de asimilación y donde el nivel insuficiente de los alumnos es significativo. Esto a pesar de los esfuerzos del docente, y de las medidas específicas tanto cuantitativas como cualitativas para reducir la adquisición de conocimientos y el nivel de dificultad de los exámenes. Las razones por las cuales estos intentos parecen insuficientes para reducir significativamente el fracaso de los estudiantes en esta materia, son numerosas y fueron identificadas y enfatizadas por los profesores de la disciplina de todos los países en repetidas ocasiones (Bagheri R, Venturini P, Lefevre R 2002; Viennot L, Rainson S 1992) incluyendo:

- 1) La mayoría de los estudiantes, a pesar de haber elegido un programa científico, no se interesan en el conocimiento de las leyes fundadoras de la física del electromagnetismo, porque piensan que su percepción de esta materia a través de aplicaciones prácticas en la vida cotidiana o de su divulgación a través de los avances tecnológicos por los medios de comunicación es en sí misma suficiente para comprender de lo que se trata.
- 2) Los estudiantes no tienen las competencias necesarias para el uso de las herramientas matemáticas adecuadas necesarias a la comprensión de las fórmulas y las ecuaciones del electromagnetismo.
- 3) La gran disparidad de nivel de los estudiantes hace que sea difícil mantener a un ritmo normal la enseñanza de esta materia y de multiplicar los ejemplos y ejercicios prácticos.
- 4) La carencia de trabajo individual de los estudiantes más débiles es muy común.

Reconociendo esto, el profesorado decidió crear, con carácter experimental, como complemento del curso existente, una formación adicional especial, basada en un método de enseñanza y aprendizaje activo que llamamos aquí “el taller del electromagnetismo”. Esta propuesta es una forma innovadora de la enseñanza y aprendizaje. se basa en una pedagogía totalmente diferente al sistema de conferencias, e implica tanto la interactividad colectiva y personal en el aula o a través de los TIC como los recursos electrónicos.

Así, los objetivos que se proponen en los talleres son múltiples:

- 1) Relacionar los hábitos de trabajo del alumno al cual se le propuso el taller con las calificaciones en las pruebas y exámenes al final de los talleres. Comparar la auto-evaluación del estudiante acerca de sus conocimientos sobre el curso y sobre las habilidades adquiridas en matemáticas y su trabajo personal, con sus resultados.
- 2) Recoger esta información mediante cuestionarios anónimos codificados que los estudiantes pueden completar en línea o de forma manual.
- 3) Analizar las repuestas, usando métodos estadísticos y de regresión lineal, y comparar los resultados del grupo experimental y del grupo control.
- 4) Comunicar estas evaluaciones y pruebas al profesorado y los estudiantes para que saquen las conclusiones necesarias a fin de mejorar el método y cambiar los hábitos.

La descripción de este trabajo es la siguiente: en la primera parte recordamos el curso de electromagnetismo actual y los problemas que plantea a los estudiantes. En el § 2 se describe el contenido educativo de los talleres para mejorar la comprensión del curso tradicional con otra metodología basada en la interactividad y el cuestionamiento. Presentamos en el § 3 algunos de los ejemplos utilizados, el método de seguimiento y la observación del cambio. Los resultados se presentan en el § 4 y son analizados por un método de regresión lineal simple. Discusión y conclusiones se encuentran en el § 5.

2. Descripción de la intervención

2.1 El curso de electromagnetismo y su evaluación.

El curso actual del electromagnetismo es común a cuatro (pregrados en) ciencias básicas: matemáticas, ingeniería, física, química. Esta programado para el primer semestre del segundo año (de la licencia) del pregrado. Dura 14 semanas e incluye:

- 24 horas de conferencia (o curso)
- 21 horas de tutoría
- 45 horas de estudio independiente

El programa previsto incluye 10 capítulos:

1. Herramientas de análisis vectorial en electromagnetismo
2. Distribución de cargas y campo electrostático en el vacío
3. Potencial electrostático
4. Conductores en equilibrio electrostático
5. Las fuerzas y energía electrostática
6. Fuerzas entre cargas móviles, el campo magnético
7. La ley de Ohm en presencia de un campo magnético: el efecto Hall
8. Fuerzas, trabajo y energía magnética
9. Inducción magnética
10. Síntesis del electromagnetismo: las ecuaciones de Maxwell

La evaluación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes se lleva a cabo mediante una evaluación continua o por medio de un examen final único. En el primer caso la evaluación consta de tres pruebas incluyendo el examen final que representa sólo 66,6%. En el segundo caso los estudiantes que no siguen la evaluación continua presentan el mismo examen final. Además, cuando la nota del examen final supera la del control continuo, la situación más ventajosa para el estudiante es aceptada. Los estudiantes que no tienen éxito en esta asignatura al tercer semestre (de la licencia) del pregrado, deben repetir el examen de este tema al final del semestre siguiente. Se ofrecen cursos de refuerzo justo antes de este examen.

La evaluación de los docentes por los estudiantes y de los conocimientos de los estudiantes por el docente han contribuido a la identificación de las principales dificultades encontradas. Estas son de diferentes tipos:

- Desconocimiento de las matemáticas aplicadas y de las herramientas requeridas para el estudio del electromagnetismo: la geometría elemental y trigonometría, álgebra y cálculo vectorial, el análisis y la manipulación de las funciones de varias variables, el cálculo de integrales múltiples con funciones algebraicas o vector.
- Problemas de la representación y visualización de objetos en el espacio y el uso de las propiedades de simetría.
- Los estudiantes han olvidado lo que se enseñaba en la escuela secundaria o en el primer año (de la licencia) del pregrado en los cursos de ingeniería, de mecánica, de electricidad (por ejemplo las nociones de fuerza y de energía lo que vuelve mas lenta la aplicación inmediata de estos conceptos en la electrostática y magnetostática).
- La ignorancia de muchas aplicaciones prácticas del electromagnetismo, lo que implica un desinterés en el aprendizaje de la asignatura.

2.2 Creación de un taller de electromagnetismo

Para reducir las dificultades que los estudiantes encuentran en matemáticas aplicadas, y revalorar la necesidad de un profundo conocimiento de la disciplina, se estableció un taller de programa libre para complementar la enseñanza convencional (que se describe en § 2.1). El taller se basa en el trabajo en grupo. La pedagogía en el taller es muy diferente de la conferencia o de la tutoría en la que los ejercicios son corregidos por el profesor y como consecuencia los estudiantes siguen siendo particularmente pasivos.

El objetivo principal del taller es de motivar a los estudiantes en relación al tema de electromagnetismo no sólo mediante el trabajo conjunto con el profesor, sino también de forma interactiva en el aula y a distancia, y, finalmente, a través de su reflejo personal para identificar mejor sus puntos débiles, medir su progreso y modificar sus métodos de trabajo. Estos talleres se organizan en torno a tres puntos:

- Poner a los estudiantes en el centro de la reflexión sobre la disciplina.
- Fomentar el intercambio fuera de los talleres.

- Estimular y evaluar el progreso del grupo mediante cuestionarios que también permitan identificar los indicadores importantes para medir y evaluar el experimento.

Una evaluación final teniendo en cuenta la tasa de éxito en la disciplina (tan como los créditos concedidos que reflejan un nivel mínimo de conocimientos y habilidades) obtenida mediante la comparación de los estudiantes en el grupo experimental y el grupo control es importante para la experiencia educativa. Las conclusiones y la posible evolución de la experimentación son revisados por los docentes.

2.3 Programa de estudio del taller

El programa del taller en el período 2009-2010 se ha fijado como sigue: 8 sesiones de 1 hora y media con 4 temas :

- Taller 1: Revisión de las herramientas matemáticas útiles para la comprensión de los conceptos de electromagnetismo (capítulos 1-2)
- Taller 2: Ejercicios prácticos (capítulos 3-4): Representación espacial de los campos y potencial electrostático y aplicaciones a los fenómenos naturales eléctricos (por ejemplo, el origen y la protección contra las tormentas)
- Taller 3: Ejercicios concretos (capítulos 4-5): Los campos, las fuerzas, la energía a diferentes escalas. Ilustración de las aplicaciones de los conceptos de la electrostática y de la electricidad. Algunos ejemplos de la fisiología humana (conducción de la electricidad a través del sistema nervioso, electrocardiografía)
- Taller 4: Investigación de las propiedades de simetría de la distribución de carga y las corrientes en el electromagnetismo (capítulos 2-4, 6, 8,10): La visualización en 2 y 3 dimensiones de las distribuciones de cargas o corrientes simétrica o antisimétrica. Por lo tanto para los cálculos de los campos electromagnéticos, el potencial electrostático y el potencial vector magnético. Generalización cuando los campos no son estáticos

2.4 Metodología

2.4.1 Uso de las TIC

Los estudiantes de la universidad tienen acceso a la plataforma interactiva que proporciona acceso a la documentación publicada en línea por los profesores

Para el grupo experimental, se decidió ampliar la plataforma con un correo electrónico y el establecimiento de una lista de correo que contenga las direcciones de 13 estudiantes y la de su profesor. El intercambio de documentos, así como preguntas de los estudiantes y las respuestas del profesor-tutor fué más simple con el uso del correo electrónico que el de la plataforma. El correo colectivo también permite responder rápidamente a las preguntas formuladas por los estudiantes en el grupo, sin tener que esperar hasta que se conecten de forma individual a la plataforma.

2.4.2 Documentación en línea

Todos los estudiantes matriculados en el curso de electromagnetismo y, en particular los del grupo experimental, tienen a disposición el libro del profesor en la plataforma web de la universidad en formato PDF y también claves de respuestas a los ejercicios. Aquellos en el grupo experimental tienen una versión del curso en Word, para que puedan, corregir los errores y añadir otros ejemplos personales tomados de Internet o escaneados en otros libros pero exclusivamente para su uso personal (al fin de respetar los derechos de autores). De esta manera ellos tienen la opción de formar su propio documento de trabajo.

2.4.3 Trabajo en el taller

La metodología del taller se basa principalmente en el trabajo activo los estudiantes: cada uno tiene que resolver un problema antes que sus compañeros y explicar sus dificultades. El grupo tratará de ayudar a superar estas dificultades sin la intervención del profesor. El profesor no interviene a menos que el grupo no pueda proporcionar una respuesta adecuada y dar explicaciones claras. El objetivo no es avanzar rápidamente, sino permitir al estudiante que encuentre por si mismo una respuesta correcta a un ejemplo sencillo. Después, el profesor interviene para mostrar las situaciones más

complejas que requieren una visión más clara o ayuda de computadores, o para indicar qué otros conocimientos se necesitaran y que eso se cubre en los cursos avanzados en los semestres posteriores.

3. Método utilizado para el seguimiento y observación del cambio

3.1 Grupos

La experimentación del sistema de enseñanza-aprendizaje que se propone, estaba destinada a todos los estudiantes siempre y cuando sean voluntarios y se hayan comprometido a llevar a cabo el experimento. Sin embargo, por razones de coherencia del estudio, sólo la sección de los estudiantes en matemáticas ha sido seleccionada para las pruebas iniciales debido a que estos estudiantes son los más capaces de manejar las herramientas matemáticas que se encuentran en electromagnetismo. Por otra parte, en la sección de matemáticas había 26 estudiantes, de los cuales 13 se declararon voluntarios. Los otros 13 estudiantes que no querían, no desean añadir mas horas a su calendario. Cabe señalar sin embargo que, a excepción de 4 estudiantes en el grupo experimental que siguieron un (curso de doble grado) doble pregrado (Matemáticas y Computación), los estudiantes en el grupo control y grupo experimental fueron del mismo nivel, de acuerdo con sus resultados del primer año. Un sesgo en el estudio puede, sin embargo, provenir de lo que los voluntarios son estudiantes más trabajadores y más motivados.

A fin de no perjudicar a los estudiantes de los otros grupos que no siguieron los talleres, se propuso de nuevo, al fin del segundo semestre a todos los estudiantes de esos grupos y que repiten el examen de electromagnetismo.

3.2 Grupo experimental y talleres

Al empezar el primer taller, los estudiantes reciben un cuestionario general que les pregunta sobre su nivel académico (situación de éxito total o parcial del primer año (de la licencia) en el pregrado, la situación en el segundo año, es decir si repiten la (signatura) materia o el semestre) y sus hábitos de trabajo (Tabla 1).

En cada clase, los estudiantes tienen que resolver una serie de ejercicios que se discuten en el taller de manera colectiva y que pueden revisar en su casa. Reciben un cuestionario de autoevaluación específico que les pregunta sobre cada pregunta del problema que se trata y les pide de indicar su nivel de comprensión, su conocimiento de la materia, sus habilidades en matemáticas y las dificultades que encuentran (Tabla 2). El mismo cuestionario de auto-evaluación está disponible en cada examen del control continuo. El objetivo de esos cuestionarios es desarrollar hábitos de auto cuestionamiento.

Tabla 1. Cuestionario general: nivel académico y hábitos de trabajo	sí	no	?
1. <i>Éxito al semestre 1</i>	13		
2. <i>Éxito al semestre 2</i>	12	1	
3. <i>Éxito al semestre 4</i>		13	
4. <i>Estudiante repitiendo la (asignatura) materia de electromagnetismo</i>	1	12	
5. <i>Presencia regular al curso magistral (o conferencia)</i>	7	6	
6. <i>Lectura regular del curso magistral (notas personales, libro)</i>	9	3	1
7. <i>Utilización del curso en línea</i>	9	4	
8. <i>Utilización regular de la biblioteca</i>	9	4	
9. <i>Presencia regular en la aula tutorial</i>	13		
10. <i>Trabajo regular, en su casa revisión de los ejercicios hechos en la</i>	7	6	
11. <i>Utilización de documentos de la biblioteca para hacer ejercicios adicionales</i>	7	6	
12. <i>Trabajo en equipo con otros estudiantes</i>	9	4	
13. <i>Utilización personal de otros documentos con uso de internet</i>	4	9	

Tabla 2: Ejemplo de cuestionario sobre la percepción y la comprensión de las 19 preguntas del control continuo

Ejercicio y preguntas	Comprendo la pregunta	Conozco las leyes que hay que utilizar para resolver la pregunta	Tengo las bases de matemáticas para resolver la pregunta	Otras dificultades encontradas: comentarios libres
I.1a	9	10	11	No aprendí el curso: 1 No comprendo las figuras en 3D:1 Este ejercicio es nuevo: 2 No utilizo bien lo que estudio en la aula: 1 Me equivoco de fórmula: 1
I.1b	9	9	9	
I.2a	9	10	11	
I.2b	6	9	9	
I.3a	7	8	11	
I.3b	6	7	11	
II.1	6	6	9	
II.2	5	6	7	
II.3a	5	5	5	
II.3b	3	4	6	
II.4	
III.5b	3	4	5	

3.3. Metodología de trabajo a distancia

Los documentos de trabajo y cuestionarios previstos en el taller también se envían por correo electrónico al grupo. Cada estudiante puede proporcionar las respuestas claras y enviarlas después de su reflexión propia al profesor. El análisis de todas las respuestas le permite al profesor hacer una síntesis y, por tanto distinguir entre los puntos de bloqueo más frecuentes dentro del colectivo e individual. Podemos resumir en el próximo taller lo que es colectivo y responder por correo electrónico a los casos personales (que más a menudo resultan de falta de bases en los conocimientos de la materia, y, por eso el profesor debe también explicar a este estudiante que debe hacer más esfuerzos para que no se disminuyan el tiempo y los esfuerzos necesarios para el colectivo).

Este proceso se repite en cada taller para que los estudiantes y el profesor queden en una posición simétrica de auto-crítica, los primeros con su comprensión de la materia y sus herramientas, el segundo en relación con su método para la transmisión de conocimientos específicos y su capacidad para que los estudiantes le entiendan. El profesor puede y debe retrasar la progresión si es necesario, cambiar su método de enseñanza cuando el mensaje no se transmite al nivel colectivo y de lo contrario adelantar la progresión.

A fin de enfrentar las dificultades o el desinterés de los estudiantes, la introducción de un ejercicio concreto en relación con la vida cotidiana puede ayudar a motivar a los estudiantes (por ejemplo, el estudio de la posición que un hombre atrapado en una tormenta ha permitido a los estudiantes de comprender la relevancia del concepto de líneas de campo eléctrico en las proximidades de los objetos eléctricamente conductores y a continuación el interés en el principio de la jaula de Faraday, que explota el hecho de que el campo electrostático es cero en la cavidad de un objeto conductor hueco. Lo que nos permite entender por qué los pasajeros de un avión están protegidos frente a descargas eléctricas que ocurren alrededor

3.4 Evaluación del progreso

El Análisis de los progresos de los estudiantes, además de los progresos cualitativos registrados a través de preguntas de los estudiantes y su actitud en clase se mide a través de la evolución de las notas de controles continuos y el examen final.

3.5. Cuestionario y respuestas

Como ha sido indicado por el análisis de los cuestionarios, por el profesor después de cada taller, estos sobre todo contribuyeron a fortalecer el diálogo interactivo con los estudiantes e influyó en la pedagogía. Todos los estudiantes completaron el cuestionario general sobre sus hábitos de trabajo; los cuestionarios fueron mas o menos específicos de cada taller., todos los cuestionarios fueron llenados durante los controles continuos.

3.6 Análisis estadístico de los cuestionarios

De la tabla 1 se nota que sólo un alumno repite. El análisis de las respuestas sobre los hábitos de trabajo de los estudiantes se realiza de acuerdo con el método estándar para anotar las respuestas en sentido afirmativo o negativo en forma de un gráfico polígono (figura1).

4. Resultados y análisis

4.1 Hábitos de trabajo

El número de alumnos (13) en el grupo experimental es bajo, los resultados deben ser analizados con cautela, pero todavía hay una desviación de 4 a 13 en las repuestas afirmativas (máximo 13) . Sin embargo los hábitos más comunes (tabla 1) son la presencia regular en la aula tutorial (13 sí) donde los ejercicios se resuelven por el profesor y después la práctica de ejercicios adicionales (9 si), el trabajo en equipo (9 sí), el uso del curso en línea (9 si), la lectura personal del curso (9 sí) y el trabajo en la biblioteca (9 sí). Casi la mitad de los estudiantes no asisten al curso en forma de conferencia, no trabajan en su hogar de forma personal y menos de un tercio se documentan sobre la asignatura en Internet. No obstante no se debe decir que los estudiantes se están alejando del curso magistral, de biblioteca o de la internet pero significa que prefieren aprender el curso, mas o menos con el libro del profesor a su disposición en la plataforma, que la biblioteca se utiliza más como lugar de trabajo que como una fuente documental (7 sí), y que les falta curiosidad porque no suelen utilizar Internet para comprender una pregunta formulada en la clase por el profesor, aunque que la mayoría de los temas del electromagnetismo se desarrollan en "Wikipedia" o pueden solicitarse en algunos motores de búsqueda estándar como "Google" o "Yahoo".

En la figura 1 se presenta la correspondencia de la puntuación media con las repuestas de los estudiantes con sus hábitos de trabajo. Por ejemplo a la pregunta 11 (tabla 1) «Utilización de documentos de la biblioteca para hacer ejercicios adicionales» que corresponde a «ejercicios adicionales» en la figura1, la puntuación media de las 7 repuestas sí se acerca a los 12/ 20 y la de las repuestas no se acerca a los 9/20. Esto sugiere que la resolución de ejercicios adicionales provoca un aumento de 3 puntos de la media. De esa manera se sugiere en figura 1 que los indicadores que mas favorecen el éxito son ejercicios adicionales, el trabajo en equipo, y el uso de la biblioteca. El otro elemento importante que debemos señalar es que el uso del curso de cualquier forma (presencial, usando el libro o la plataforma) no parece suficiente para aumentar el éxito ni es realmente discriminante.

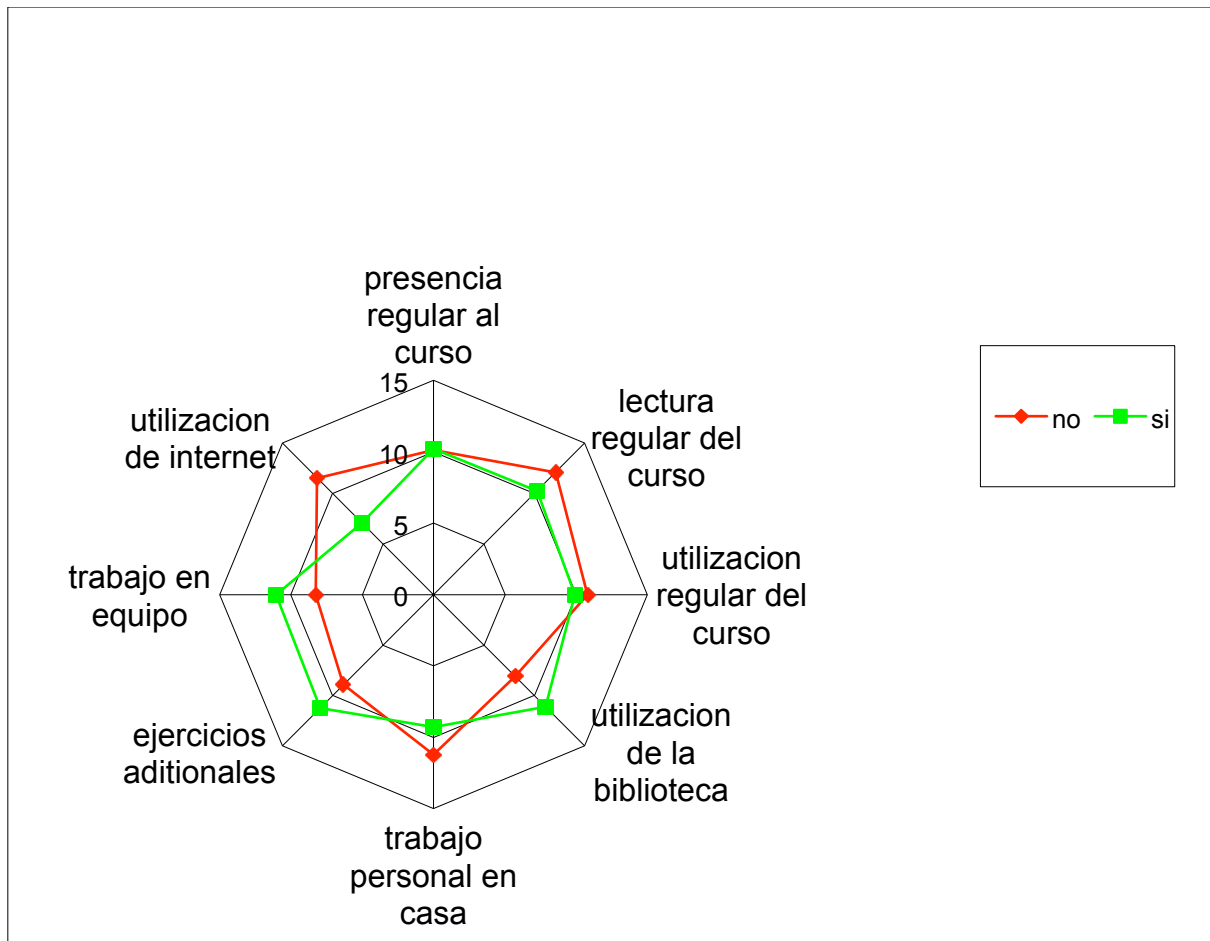


Figura 1: Correspondencia de la puntuación media de los exámenes (escala 0-20) con respuestas sí o no de acuerdo a los hábitos de trabajo

4.2 Comprensión de un problema

Las respuestas al cuestionario específico (Tabla 2) sobre la percepción y la comprensión de las 19 preguntas y la percepción del estudiante de sus conocimientos y habilidades se pueden relacionar con los resultados de los estudiantes en el examen final mediante una regresión lineal. Se encuentra que los resultados del control y el hecho de entender las 19 preguntas parecen poco correlacionados, de acuerdo con la dispersión observada (figura 2). Sin embargo, vemos que el estudiante que obtenga la nota más alta: 20/20 responde sí 8 veces y el que consigue la nota más baja : 2,2 / 20 responde sí 14 veces. Si excluimos estos dos casos extremos que indican falta de confianza en el primer caso y exceso de confianza en el segundo caso, la correlación entre el sentido de comprensión y el éxito a la pregunta aumenta.

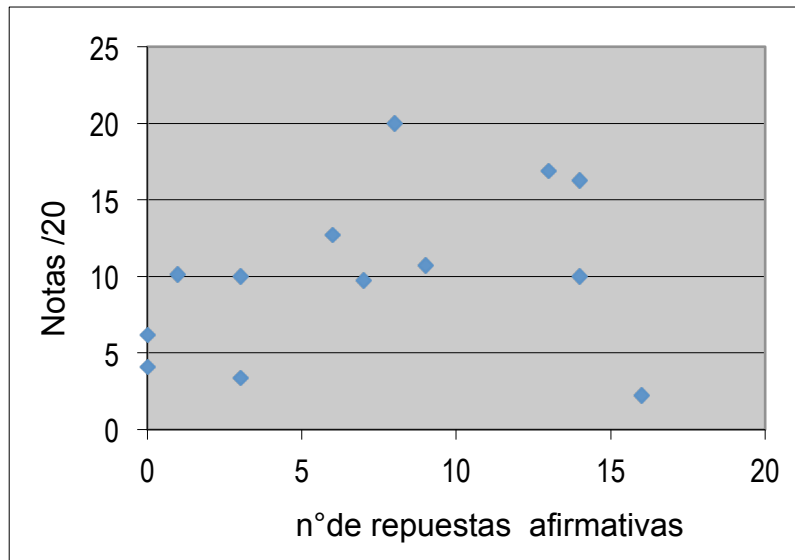


Figura 2: correlación entre la nota de examen (0-20) y de repuestas afirmativas (o repuesta sí) «comprendo la pregunta » (19 preguntas). Coeficiente de correlación: 0,38

Del mismo modo, la nota en el control y la sensación de que el alumno conozca las leyes de la física siguen la misma tendencia que antes con los mismos casos singulares (figura 3).

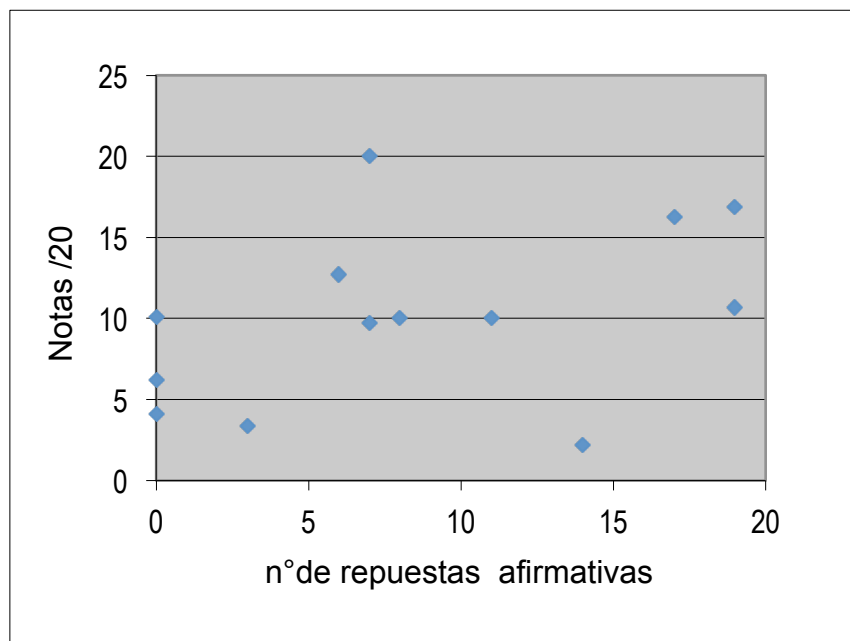


Figura 3: correlación entre la nota de examen y de repuestas afirmativas «conozco las leyes que hay que utilizar para resolver el problema» “.Coeficiente de correlación : 0,41

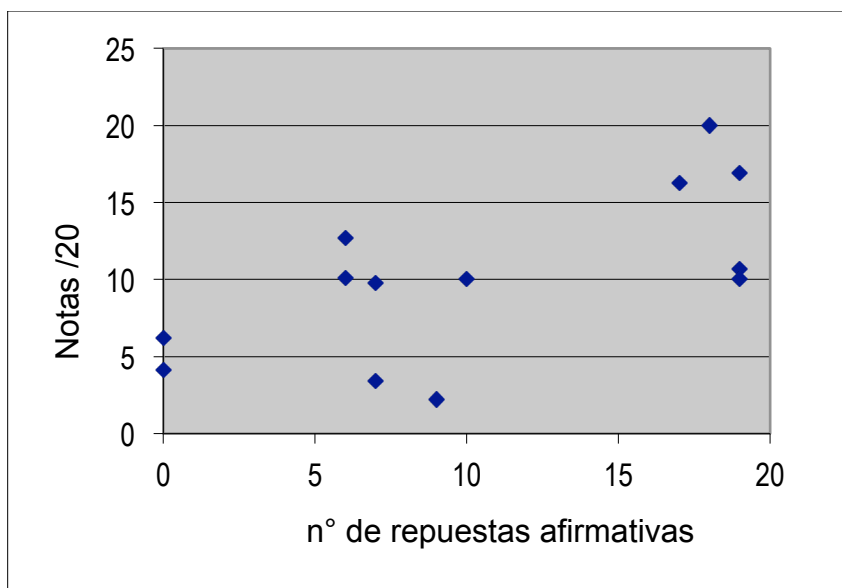


Figura 4: correlación entre la nota de examen y de repuestas afirmativas « tengo los fundamentos de las matemáticas para resolver las 19 preguntas de los ejercicios ». Coeficiente de correlación :0,67.

La clarificación y la sensación de que los alumnos conocen los fundamentos de las matemáticas necesarias se correlacionan mejor (figura 4): los mejores resultados se observaron entre los estudiantes que piensan que usan bien las matemáticas, las respuestas del mejor alumno que fueron de 18 sí / 19 y las del alumno más bajo 9 sí / 19 parecen menos contradictorias en este caso.

4.3 Evolución y resultados de los exámenes

El progreso de los estudiantes en el grupo experimental, dado que el tamaño del grupo es pequeño, se puede medir por las notas de evaluación continua y del examen final, del grupo (Cuadro 3). Tenga en cuenta que 3 estudiantes no asistieron a la segunda prueba (mientras que dos de ellos tuvieron resultados adecuados en el primer control) lo que da lugar a una nota de cero por este segundo control. Finalmente, la Tabla 3 sugiere que los mejores estudiantes o los que están en la media están progresando, pero el problema sigue siendo con los más débiles.

Grupo de estudiantes quienes siguieron los talleres															
n° estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	promedio grupo 1	promedio grupo 1bis
control 1	10	7	2	1	6	11	6	5	8	8	15	10	14	7,92	7,44
control 2	Au	3	8,5	Au	7,5	Au	11	16	9	12	18	9,5	17	11,15	10,42
examen	2,2	3,4	4,1	6,2	10	10	10	10,1	10,7	12,7	16,3	16,9	20	10,19	10,19
Doble pregrado							x		x	x			x		

Tabla 3: Resultados del grupo experimental (grupo 1) grupo 1bis (grupo 1 menos los estudiantes que siguen (licencia dual) un doble pregrado). Au: significa ausencia

4.4 Comparación de los resultados del grupo experimental y del grupo de control

El éxito en el grupo experimental (grupo 1), en comparación con el grupo control (grupo 2) se hizo teniendo en cuenta la presencia de estudiantes de (licencia dual) doble pregrado (tabla 5) o sin ellos (grupo 1bis) que se compara entonces con el grupo control 2bis (Tabla 4)

Grupo de estudiantes quienes no siguieron los talleres																
n° estudiante	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	promedio grupo 2	promedio grupo 2 bis	
control 1	Au	Au	Au	Au	Au	1	Au	2	Au	Au	Au	Au	Au	0,23	0,33	
control 2	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au	Au	0	0	
examen	0	0	0	0,6	1,9	3,1	3,3	3,75	5	7,5	8,1	10	14	4,40	6,29	
					grupo 2bis											

Tabla 4: Resultados del grupo control: controles continuos y examen final

Observamos que a la validación de la « unidad educativa » de electromagnetismo en la primera sesión le corresponde una tasa de 69% para el grupo experimental 1, pero sin los estudiantes que siguen un doble pregrado, el éxito disminuye a 55,5% (grupo experimental 1bis). En el grupo control 2 la tasa de éxito fue 15,5% y si se excluyen los estudiantes que no quieren aprender algo de la asignatura,(materia) (grupo experimental 2 bis) la tasa de éxito aumenta pero solo un poco (22%).

Sin embargo las figuras 5 y 6 muestran que los estudiantes más débiles tienen resultados significativamente más altos cuando pertenecen al grupo experimental, aunque su presencia en el taller no fue suficiente, por lo menos para cuatro de ellos.

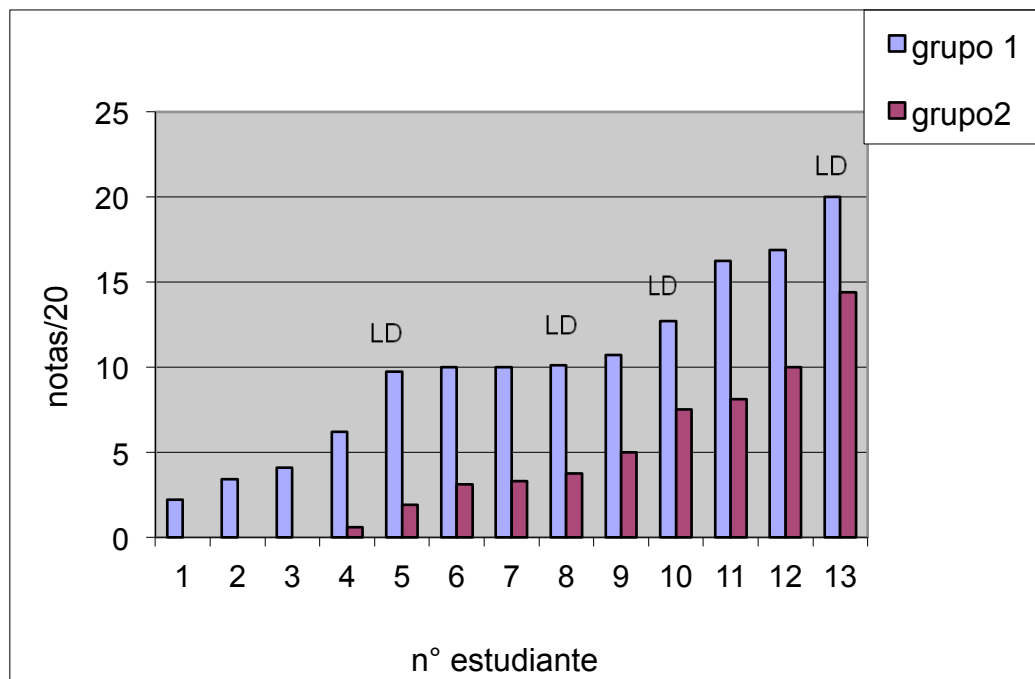


Figura 5 : comparación de la notas finales del grupo experimental (1) y del grupo control(2) LD significa (licencia dual) doble pregrado

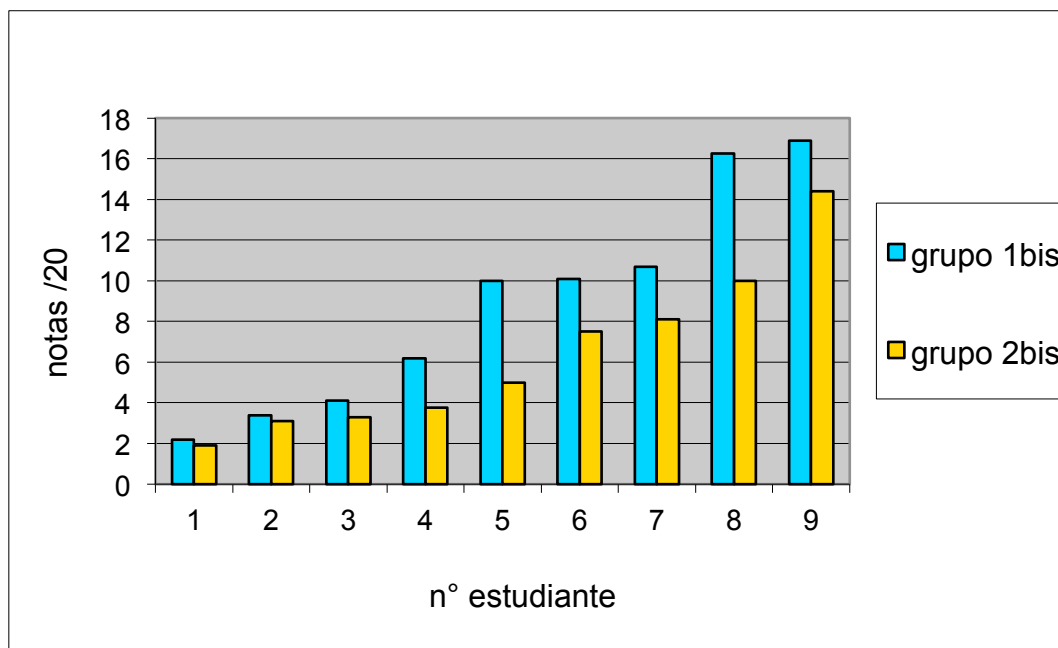


Figura 6 : comparación más significativa de la notas finales del grupo experimental (1bis) y del grupo control (2bis)

5. Discusión y conclusiones

Los resultados de esta experimentación deben ser analizados cuidadosamente. De hecho, el objetivo es innovar con respecto a la enseñanza tradicional del electromagnetismo en el tercer semestre de pregrado la cual involucra conferencias y tutoriales en donde nos encontramos con que los estudiantes son muy pasivos. La creación de talleres adicionales en los que los estudiantes son los primeros actores por encima del maestro quien les escucha antes de criticarles y ayudarles es en sí misma una práctica docente diferente. Un elemento que puede ser decisivo es el intercambio a distancia principalmente por correo electrónico (o el equivalente de la plataforma) entre el profesor y los estudiantes. estas acciones parecen más eficientes que algunas actitudes y métodos de trabajo

- Es preferible que los estudiantes desarrollen el hábito de trabajar en pequeños grupos y no individualmente pero también es muy importante que se sientan evaluados cada semana.
- La obligación de responder a los test de enseñanza de manera regular permite a los estudiantes examinar sus capacidades y destacar la diferencia entre su auto-evaluación y sus resultados.

El control y tutorial a distancia de los alumnos por el profesor-tutor permite de personalizar la enseñanza, de remotivar aquellos que están desmotivados, y de compartir los recursos de Internet

Podemos asumir que los mejores resultados del grupo experimental en comparación con el grupo control son significativos, (pero se esperaba porque los alumnos han hecho mas esfuerzos individual e colectivo en los talleres) Este resultado se debe probablemente a varios factores: los estudiantes del grupo experimental fueron voluntarios , trabajadores y (de la mayoría de ellos los que están siguiendo una licencia dual). Sin embargo la tabla 3 y figura 6 muestran claramente que sin los estudiantes doble pregrado) el progreso en el grupo experimental refleja la realidad, porque los pocos estudiantes en el grupo que han desistido a lo largo del camino, son los que no tuvieron éxito en el examen final. El hecho de tener un número muy bajo de estudiantes, hace difícil sacar conclusiones mas exactas . Sin embargo podemos suponer que la pedagogía reflexiva impulsada por el taller y el diálogo a distancia permite al estudiante cambiar su metodología, aumentar su motivación, su presencia en la aula, y mejorar su rendimiento. Esta concepción de enseñanza es innovadora en la medida que los TIC y el dialogo modifican la función del profesor que se transforma en orientador del

estudiante en el proceso de aprendizaje. Lo que esta lejos del modelo autoritario del maestro tradicional que impone al estudiante, qué y cómo aprender (Garzón Florez C M, Ancizar Florez, 2006)

Desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo parece que los talleres y el seguimiento a distancia fueron más benéficos para los estudiantes que eran de mejor nivel o de nivel promedio que para los mas débiles. En el futuro sería necesario de ayudar a los estudiantes de nivel mas bajo que estén motivados, ofreciendoles trabajo individual centrado en sus puntos débiles, y especialmente en matemáticas.

Hemos encontrado que los estudiantes están utilizando los TIC, pero que pocos de ellos tratan de utilizarlos de forma espontánea como fuente de información adicional para resolver un problema que no han entendido. Una solución sería incorporar el uso de TIC en las calificaciones. Como consecuencia, otro eje para estimular la curiosidad de los estudiantes en cuanto al electromagnetismo sería la adición de mini-proyectos de investigación que los estudiantes preparan durante los dos meses en los que los talleres se desarrollan. El último taller se dedicaría a la presentación de estos mini proyectos. Estos proyectos en electromagnetismo podían ser distintos e inherentemente diferentes: de trabajo práctico, o basados en una visita a empresas, centros de investigaciones , museo de la ciencia, o una aplicación en Internet (Olivares J C, Monserrat Escalante A , Escarela R, Campero E, Hernández A, Lopez 2008) donde de trata de electromagnetismo y de su tecnología

6. Agradecimientos

A Edith mi esposa, por su ayuda y apoyo constantes

A Alejandra Gomez Cadena por su cuidadosa revisión del texto

A Nelly Maurin, Christelle Jourjon, Chehérazade Méchedal : servicio "Observatorio de los estudiantes" por su ayuda en el tratamiento estadístico de los datos

7. Referencias

Anderson, N; Mina, M. (2003) *A new approach in teaching electromagnetism: How to teach EM to all levels from fresman to graduate and advanced levels students* Proc. of the Amer. Soc. For Eng. Edu. Session 3632.

Bagheri, R; Venturini, P; Lefevre, R. (2002). *Le concept de champ magnétique et les phénomènes associés chez les étudiants du premier cycle à l'université*. Dossiers de sciences de l'éducation, 8, 23-32.

Garzón Florez, C M; Ancizar Florez. *Guia para el maestro: modelo didactico para la enseñanza del Electomagnetismo* (2006) Revista Colombiana 38 (4)1415-1418.

Girelli, M; Dima, G; Reynoso Savio, M F; Baumann, L. (2009) *Aplicación de actividades para practicar habilidades de pensamiento, crítico y superior en un curso universitario básico de electromagnetismo. Algunos resultados* Lat. Am. J Phys. Educ. 3 (2) 339-349

Olivares, J C; Monserrat Escalante, A; Escarela, R P; Campero E L; Hernández J L A, Lopez, I G. (2008) *Los crucigramas en el aprendizaje del electomagnetismo* Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien. 5(3) 334-346

Viennot, L; Rainson, S. (1992) *Students reasoning about the superposition of electric field*. International Journal Science of Education 14 (4) 475-487.