

# **SINERGIA ENTRE LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES Y EL APRENDIZAJE COLABORATIVO SEMI-PRESENCIAL PARA EL APRENDIZAJE DE LAS LEYES DE NEWTON<sup>1</sup>**

**Autor/es:** CORTEZ CASTRO, Rubén Horacio

**Dirección electrónica:** rubenhcc2@gmail.com

**Institución de procedencia:** Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales

**Eje temático:** Desafíos y alternativas en la enseñanza y el aprendizajes.

**Campo metodológico:** Experiencia

**Palabras clave:** Aprendizaje Colaborativo, Instrucción por Pares, Leyes de Newton.

## **Resumen**

La enseñanza de las Leyes de Newton en alumnos de segundo año de ciclo básico de Educación Secundaria representa una dificultad debido a la necesidad de pensamiento abstracto que deben poseer para poder comprenderlas aceptablemente. Presentamos una propuesta didáctica que integra la estrategia Instrucción por Pares con el Aprendizaje Colaborativo Semi-Preseñcial, aplicada a un grupo de estudio de segundo año de ciclo básico de Educación Secundaria (CBES). Se utilizó el FCI como instrumento de medición y se compararon los resultados de este grupo con los de otro que recibió una instrucción típica, aunque no tradicional. Es de destacar que se aplicó dos veces el FCI como pos-test, con una diferencia de cuatro meses. Si bien hemos observado que el grupo con instrucción típica obtuvo mayores porcentajes que el grupo de prueba, este mostró mejor persistencia de los conocimientos logrados.

---

<sup>1</sup> Tesis de Maestría dirigida por el Dr. Hernán J. Ferrari y co-dirigida por la Mg. Emilse E. Carmona.

## 1. Introducción

El aprendizaje de la Física representa, y ha representado, una dificultad para los estudiantes de nivel medio. La experiencia de los docentes y los resultados en exámenes internacionales (PISA 2012) así lo demuestran. Como lo señalan Wainmaier y Salinas (2005, p. 39) en una investigación que realizaron: “Nuestra experiencia docente viene revelando las serias dificultades que tienen los estudiantes para lograr un aprendizaje comprensivo de conceptos básicos y leyes reiteradamente enseñadas (Wainmaier et al., 1998; Wainmaier y Salinas, 2005)”.

Los estudiantes de la Escuela Industrial Domingo F. Sarmiento, instituto pre-universitario dependiente de la UNSJ, no escapan a esta realidad. Cabe destacar que en esta institución es de gran importancia que los alumnos logren un conocimiento aceptable de la Física debido al carácter técnico de la misma. Si fuese posible enriquecer y profundizar la comprensión de la Física de estos estudiantes, tanto en ciclo básico como en orientado, se mejoraría el rendimiento de los mismos con las consecuencias de: reducir el número de alumnos que rinden en mesas de examen y fortalecer el rendimiento de los mismos en ciclo orientado en Física y en espacios curriculares afines (de carácter técnico).

Paralelamente, en el ámbito de la investigación en enseñanza de la Física se han desarrollado diversas estrategias didácticas, algunas desde enfoques pedagógicos diferentes entre sí, con el objetivo de mejorar los aprendizajes de los estudiantes. Como se destaca en el manual de un taller sobre aprendizaje de la Física: “De acuerdo a experiencias piloto realizadas en escuelas secundarias y universidades de algunos países latinoamericanos, esto debería resultar en aprendizajes más profundos y duraderos, contribuyendo a motivar a los alumnos para la física y la ciencia en general” (Benegas, 2009, p. III). Esto demuestra que hay acciones concretas en pos de mejorar los resultados de la enseñanza de la Física. Sin embargo, en la institución de experimentación no hay reseñas de aplicación de algunas de estas estrategias.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el contexto social de los estudiantes. Actualmente viven en la era de lo digital, la sociedad ha transformado su funcionamiento en virtud de las posibilidades que brindan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Y la educación no escapa a esta realidad; son

muy numerosos los institutos y universidades que ofrecen capacitaciones y carreras on-line. El sitio Educ.ar del Ministerio de Educación de la Nación se enmarca en esa línea. Según señalan expertos (Burbules, 2009) ha cambiado la forma de producción de los conocimientos, se habla ahora de Construcción Social de los Conocimientos y Aprendizaje Colaborativo.

En concordancia con esta realidad, el Ministerio de Educación de la Nación ha implementado el Programa Conectar Igualdad (PCI), Res. N° 123/10, por el cual se proveerá de equipos portátiles (netbooks) y piso tecnológico de conectividad a todos los estudiantes, docentes, preceptores, bibliotecarios y directivos de todas las escuelas públicas del país. La institución de experimentación ha recibido en septiembre de 2013 la primera entrega de netbooks para todos sus estudiantes. Cabe destacar que, como parte de ese Programa, el Ministerio de Educación ha desarrollado un Sistema Operativo Libre basado en Debian, "Huayra GNU/Linux", disponible en esas netbooks.

Todo ello configura un momento clave para propiciar el aprendizaje de la Física aplicando herramientas tecnológicas y favoreciendo el desarrollo de otras habilidades digitales en los estudiantes.

#### La Enseñanza de la Leyes de Newton en 2° Año de Ciclo Básico

En la Esc. Industrial Domingo F. Sarmiento, los docentes de Física de Ciclo Básico han acordado los contenidos mínimos necesarios para segundo año, de acuerdo con los lineamientos aprobados por el Rectorado de la UNSJ y con aprobación por parte del Jefe de Departamento. Dichos contenidos se inscriben en los siguientes ejes temáticos: Cinemática Lineal, Dinámica, Energía e Hidrostática.

Dentro del eje de Dinámica se incluye Leyes de Newton. El acuerdo de contenidos también expresa el tipo de tratamiento, que para este año es cualitativo analítico apuntado a lograr una comprensión conceptual que sirva de base para el abordaje en ciclo orientado.

Históricamente la mayoría de los estudiantes logran aprobar el espacio curricular Física, ya sea durante el cursado o en las mesas de examen previas al ciclo posterior. Sin embargo las dificultades mostradas en ciclo orientado, tanto en Física como en espacios curriculares afines, sugieren que los estudiantes no han logrado una comprensión conceptual aceptable. Esto nos permite asegurar que los estudiantes de segundo año no logran una comprensión aceptable de las Leyes de

Newton.

Lamentablemente no existe registro escrito de estas observaciones. Simplemente han sido recogidas del diálogo entre profesores de ciclo básico y ciclo orientado, durante las reuniones de departamento.

Como antecedente vinculado podemos citar a Mazzitelli y Aparicio (2009) que en un trabajo sobre las actitudes de los estudiantes respecto de las Ciencias Naturales destacan que han identificado diversas dificultades sobre el aprendizaje de estas ciencias y encontraron que en las escuelas dependientes de la Universidad Nacional de San Juan los estudiantes muestran una actitud positiva solo en el 50 % respecto del Conocimiento de las Ciencias Naturales (y un 50% de actitud neutra). De alguna forma, esto respalda la afirmación anterior sobre las debilidades de la Enseñanza de la Física en la Esc. Industrial Sarmiento.

Definitivamente, lograr una comprensión científicamente aceptable de las Leyes de Newton, más en estudiantes de 2° Año de Ciclo Básico, es una dificultad a la cual se enfrentan diariamente los docentes, los estudiantes y la institución.

#### Otros Factores que Condicionan

Paralelamente a lo que sucede con la enseñanza de la Física en la institución, la comunidad de investigación en este área ha venido desarrollando y probando diversas estrategias, como ya se mencionó. Y aunque no existe registro en la institución sobre implementación de alguna de ellas, la misma está comprometida con el fortalecimiento de la enseñanza (en todas las áreas) y por ello propicia y estimula las acciones de innovación educativa que los docentes deseen desarrollar. Por ello se comprometió con la aplicación de este trabajo de investigación que se orienta hacia la implementación combinada de una estrategia didáctica, la Instrucción por Pares, con una metodología de trabajo, el Aprendizaje Colaborativo, ambas inscriptas en el seno de la línea de Aprendizaje Activo de la Física.

Cabe destacar que el Aprendizaje Colaborativo ha cobrado una gran importancia en las propuestas educativas ofrecidas en Internet. Si bien esa metodología no está condicionada a la red, la virtualidad la ha potenciado: la posibilidad de trabajo asincrónico y extra-áulico permite al estudiante organizar sus tiempos de aprendizaje en virtud de los factores que para él sean condicionantes.

Sin embargo lo más importante es la interacción entre los estudiantes. Y así lo sustenta la línea de Aprendizaje Activo de la Física, que sostiene que en esa

interacción es en la cual el estudiante exterioriza sus ideas (Predicción y Discusión entre Pares), las pone a prueba (Observación de la Experiencia Real) y las modifica si es necesario (Síntesis que surge de la comparación entre las predicciones y la observación de las leyes Físicas del Mundo Real) (Benegas, 2009).

Por otra parte, esta escuela ha recibido las netbooks que provee el Programa Conectar Igualdad, que incluyen el Sistema Operativo Huayra GNU/Linux (como se mencionara anteriormente), cuya estructura está pensada para el uso educativo. Dicho sistema posee herramientas como Scilab, Step, Simulaciones Interactivas (Phet), Gobby, Geogebra, LibreOffice, Encuentro, Suite Educativa Gcompris, entre muchas otras. Esto impone la necesidad de integrar significativamente estas herramientas a las tareas de enseñanza, de lo contrario se corre el riesgo que se transformen en meros distractores de la atención de los estudiantes.

### El Problema y la Propuesta

Resumiendo, se presenta una oportunidad configurada por la confluencia de los siguientes factores: la falta de comprensión conceptual de las Leyes de Newton en los estudiantes de 2° Año de Ciclo Básico de Educación Secundaria en la Escuela Industrial D. F. Sarmiento, la necesidad de desarrollar en los estudiantes habilidades para su futuro (especialmente las vinculadas a las TIC), el contexto que posibilita la integración de las TIC en la Educación y la gran variedad de estrategias y metodologías desarrolladas para favorecer el aprendizaje (en general y de la Física en particular). Esta oportunidad hace necesaria la instrumentación de una estrategia que pueda contribuir al fortalecimiento de la comprensión de las Leyes de Newton y al desarrollo de habilidades en el uso educativo de las TIC.

La propuesta es complementar la Instrucción por Pares, estrategia didáctica desarrollada por el Prof. Eric Mazur (1997), con el Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial, tomando los aportes de Díaz Barriga y Morales Ramirez (2009), Educ.ar (2013) y Palomo, Ruiz y Sanchez (2006, a y b), con el objetivo de potenciar la comprensión de las Leyes de Newton y, paralelamente, desarrollar habilidades en el uso de las TIC.

Así la hipótesis de trabajo fue: ***El Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial como complemento de la Instrucción por Pares promueve la comprensión de las Leyes de Newton en 2° Año de CBES.*** Basándonos en esta, el objetivo general del proyecto fue: *Determinar la ganancia en la comprensión de las Leyes de*

*Newton en alumnos de 2° de CBES debida a la complementación entre la Instrucción por Pares y el Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial. Se derivan los siguientes objetivos específicos:*

- *Que los estudiantes demuestren ganancia, estadísticamente significativa, en la comprensión de las Leyes de Newton al final de la implementación de la propuesta didáctica.*

- *Que los estudiantes valoren su aprendizaje sobre como trabajar colaborativamente en la construcción de sus conocimientos, apoyados por recursos web (Edmodo y Google Drive), y como este aprendizaje influyó en su aprendizaje de las Leyes de Newton.*

Estos objetivos comprenden las metas propuestas y orientadoras de todo el trabajo.

## **2. Referentes teórico-conceptuales**

En este apartado expondremos los supuestos teóricos que sustentaron esta investigación. Principalmente profundizaremos en las características de la estrategia didáctica (Instrucción entre Pares) y el modelo didáctico (Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial) que conforman el eje de la Propuesta Didáctica que se implementó.

También se caracterizará el tipo de clase que experimentó el grupo control, que corresponde parcialmente a lo que se conoce en el ámbito educativo como Clase Tradicional.

Por último se expone la forma en la que se entienden las Leyes de Newton para el nivel de los estudiantes con los que se trabajó y las dificultades de comprensión que habitualmente se observan.

### Instrucción entre Pares (Peer Instruction)

Respecto de la Instrucción por Pares, la estrategia elegida para implementar en las clases presenciales destinadas al tratamiento conceptual de las Leyes de Newton, la misma fue desarrollada por el Prof. Eric Mazur en la década del 90. Esta ha sido revisada y utilizada por este y otros autores en varias ocasiones. Como referencia sobre esta estrategia y como base para este trabajo se han tomado las

publicaciones de: Mazur, E. (1997); Crouch, Watkins, Fagen, Mazur (2007); Lasry, Mazur Watkins (2008); Figueroa (Junio, 2011); Corsini y Karahanian (Diciembre, 2011); Kumon (2012). Todos estos explican la metodología y los resultados de su aplicación en diferentes momentos e instituciones.

La Instrucción por Pares se inscribe en la línea de Aprendizaje Activo de la Física. Esta línea sustenta que el aprendizaje se produce cuando el estudiante es activo durante el proceso. Se trata de una actividad cognitiva principalmente, más que de un “hacer cosas para estar en movimiento”.

El proceso del Aprendizaje Activo puede sintetizarse en la siguiente secuencia que se origina con una pregunta (sobre alguna cuestión referida al comportamiento de un fenómeno): predicción (dar una respuesta sobre el comportamiento preguntado antes de observarlo), discusión entre pares en pequeños grupos (defendiendo cada uno su predicción y/o intentando ponerse de acuerdo), observación de la experiencia (observar el comportamiento de la realidad), y comparación entre el resultado experimental y las predicciones. (Benegas, 2009).

Podrá notarse que la secuencia de la Instrucción por Pares (IP) responde a la del Aprendizaje Activo. La IP consiste básicamente en que los estudiantes razonen sobre los conceptos o leyes que deben aprender, confronten entre sí sus ideas y, luego, confronten con la idea científicamente correcta observada en una situación experimental. El esquema de desarrollo de esta estrategia es el mostrado en la Figura 1.

A este esquema hay que sumarle la lectura previa. La estrategia comienza previamente a la clase, pidiéndole a los estudiantes que lean la teoría en sus casas. Por lo general esta lectura debe enfocarse a que los estudiantes conozcan el tema, se familiaricen con el vocabulario e incluso entender las definiciones más sencillas. Es claro que los estudiantes por motus propia no van a leer la teoría; para lograr que lo hagan se les debe dar un incentivo, por lo general obtener una calificación. Con ese fin, al inicio de la clase y luego de la presentación, se les toma a los estudiantes un control de lectura. Este está conformado por tres preguntas (no conviene que sean ni menos ni más, para poder calificar rápidamente y no perder demasiado tiempo) orientadas a detectar si el estudiante leyó el material pero no a la comprensión de las Leyes, Teorías y Conceptos.

Esas preguntas pueden estar vinculadas mayoritariamente a recordar “aspectos” del texto. Por ejemplo, para una clase de Dinámica basada en un apunte que

explique las leyes de Newton, se le puede pedir a los estudiantes que identifiquen las leyes de Newton dentro de un listado de leyes. Luego de la toma de este control de lectura se le puede asignar a cada alumno un “positivo” por cada respuesta correcta que tenga, de modo que al final de la unidad temática la suma de todos los positivos impliquen una nota.

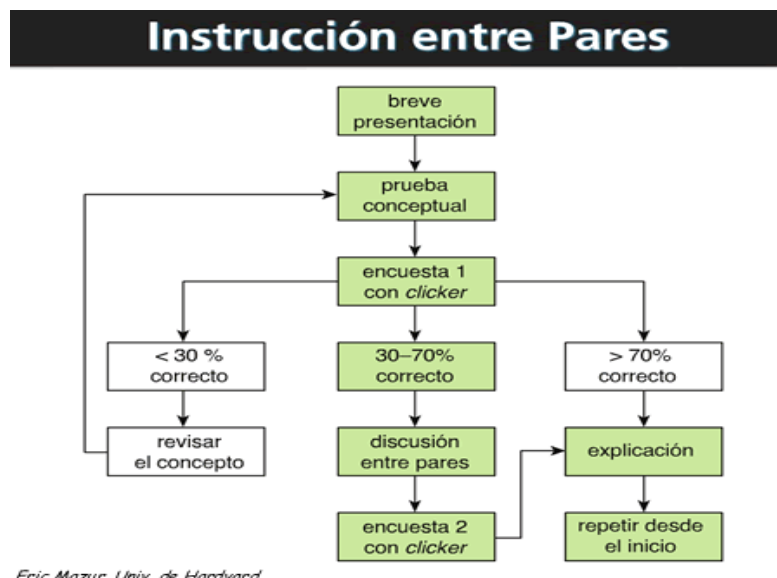


Fig. 1: Esquema de desarrollo del análisis de un ConcepTest siguiendo la Instrucción por Pares. (Figuroa, junio de 2011).

Nunca se consigue que todos los estudiantes lean, pero si la mayoría. Además el docente, rápidamente, tiene una idea de cuantos alumnos leyeron, pues el control de lectura se puede corregir inmediatamente.

Luego del Control de Lectura, la clase se desarrolla según la secuencia de la Fig. 1, para cada Concep-Test que se desee desarrollar. Si el grupo no ha experimentado nunca la metodología a seguir, el docente debe explicarla claramente y motivar a los estudiantes a cumplirla.

Los ConcepTest o Pruebas Conceptuales son preguntas breves y precisas referidas a un concepto o ley que el estudiante debe aprender, y se utilizan para propiciar el razonamiento de los estudiantes sobre una cuestión en particular. Las mismas pueden presentarse de forma teórica o apoyados por una muestra experimental y/o por una muestra simulada por medios digitales.

Luego que se plantea una prueba conceptual cada estudiante da su primera respuesta, que es en forma individual. Si menos del 30% de los estudiantes responde correctamente se presupone que la mayoría de los estudiantes no



comprendió la pregunta, por lo tanto se la debe revisar y buscar de aclarar los posibles aspectos que no fueron comprendidos y que dificultan que los estudiantes den una respuesta. Si más del 70% de los estudiantes responde correctamente significa que el concepto o ley involucrado se entendió bastante bien y por lo tanto se pasa directamente a la explicación. Si el porcentaje de estudiantes que responde correctamente está entre el 30 y 70 % se pasa a la discusión entre pares.

La discusión entre pares (2 o 3 estudiantes) es una actividad de aprendizaje activo y colaborativo, y tiene el objetivo de obligar a los estudiantes a tomar conciencia de la respuesta que han dado y defenderla en función de sus creencias. Esta obligación no debe entenderse como una “cuestión dictatorial”, sino debe entenderse como una consecuencia de la actividad solicitada: se le solicita al estudiante que discuta su primera respuesta con sus compañeros y se verá obligado a razonar sobre los argumentos de la misma. Tiene que ver con las palabras del mismo Mazur (1997): “Getting Students To Think in Class (obteniendo que los estudiantes piensen en clase)”. En esa discusión cada estudiante pone a prueba sus ideas, escucha los argumentos de sus compañeros y tiene la oportunidad de modificar sus ideas. Lo esperable es que esa modificación de ideas exista y que encamine a los estudiantes hacia la respuesta correcta. En este punto los estudiantes dan su segunda respuesta. En la disposición de la clase es bueno poder contar con la siguiente información: la nueva distribución de respuestas y el porcentaje de estudiantes que modificaron sus respuestas.

Luego de la segunda respuesta, y dándose el ideal esperado, se hace la explicación. Esta se puede hacer de varias formas, pero si o si debe mostrar de forma experimental (o por algún medio digital) la respuesta correcta, de modo que los estudiantes la detecten simplemente. Posteriormente el docente elige algunos estudiantes que hayan respondido correctamente para que argumenten por que es la respuesta correcta. El objetivo de esta actividad es que ningún estudiante quede con dudas respecto de cual era la respuesta correcta y el por qué.

Una vez que se terminó con la explicación, se pasa a una nueva prueba conceptual y se repite todo el procedimiento.

Respecto de los tiempos, en el trabajo sobre Instrucción por Pares de Crouch, Watkins, Fagen y Mazur (2007, p. 6) se proponen los siguientes tiempos:

1-Planteo de Pregunta (1 minuto)

- 2-Se da tiempo a los estudiantes para que piensen (1 a 2 minutos)
- 3-Los estudiantes registran sus respuestas individuales.
- 4-Los estudiantes vecinos discuten sus respuestas. (2 a 4 minutos)
- 5-Los estudiantes registran sus respuestas revisadas.
- 6-Explicación de la respuesta correcta.

En el texto no se aclara el tiempo para la explicación porque este es variable, pero sería de esperar que no supere los 10 minutos. De acuerdo a esos tiempos, la implementación de cada instrucción por pares no debería demandar más de 18 minutos. Esto significa que en dos horas de clase (80 minutos) se podría implementar cuatro veces. Sin embargo, esos tiempos no mencionan los de preparación de la demostración, ni los tiempos para cambiar el diseño experimental, cuando fuera necesario, ni para explicaciones adicionales. Pero si los medios y el grupo lo permiten se podrían planificar hasta cinco instrucciones. Todo depende del contexto.

Esta estrategia se ha implementado en numerosas ocasiones por el Prof. Mazur y sus Grupos de Trabajo obteniendo resultados prometedores respecto de la comprensión de conceptos y leyes físicas. Las publicaciones al respecto pueden encontrarse en el grupo del Prof. Mazur en el sitio web de la Universidad de Harvard ([www.mazur.harvard.edu](http://www.mazur.harvard.edu)).

#### Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial (ACS-P)

El aprendizaje colaborativo virtual es un marco metodológico de enseñanza que ha surgido en el seno de la Cultura Digital. “Lo concreto es que, como consecuencia de las nuevas tecnologías, el espacio del aula se está redefiniendo tanto en su estructura material como en sus formas de interacción ...” (Dussel, 2011, p. 19). Ese espacio trasciende las paredes del aula y los momentos de aprendizaje trascienden los tiempos escolares. Se hace necesario incluir las TIC en las prácticas educativas desde esa mirada.

La integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en los términos de ese aula aumentada (Sagol, 2012; Reig, 2012), hace que lo que se consideraba conocimiento deba redefinirse y también las formas de validación del mismo, pues las de producción ya han cambiado. Se habla de un conocimiento

social, que tiene que ver más con los procesos por los cuales se construyen y validan los conocimientos y los contextos de validez, que con su veracidad en el sentido de verdad única y absoluta. En este contexto aparece el concepto de TAC que son las Tecnologías del Aprendizaje y de la Colaboración (Reig, 2012) y son las tecnologías concebidas con fines educativos.

Ejemplos de esta nueva forma de construcción del conocimiento y de integración de las tecnologías en ello lo son la Wikipedia y el Software Libre. En ambos, el principal factor de validación y de mejoramiento de la calidad es la participación colaborativa de diferentes individuos que comparten un objetivo. Esa característica está también en la base del Aprendizaje Colaborativo. Al respecto el Prof. Ricardo Morales (en Cortez, 2013) señala que la forma en la cual se garantiza la calidad del Software Libre es la misma que prima en la construcción social del conocimiento y, especialmente, en el Aprendizaje Colaborativo.

Al mismo respecto, Waisman y Olivares (2008) señalan que la dinámica del grupo de trabajo en la formación no presencial se establece de forma tal que los alumnos y docente constituyen nodos de la Red de Aprendizaje y las interrelaciones que se establecen entre ellos le dan sustento a la Red (viabilizan la comunicación) y que, para que exista presencia sin presencialidad, cobra gran importancia la “Densidad de Comunicación”; la que puede entenderse como la sumatoria del flujo de mensajes, el modo de los mismos, el carácter de la comunicación y el contenido (con los efectos que este provoca en los sujetos).

En este punto se justifica elegir el aprendizaje colaborativo como marco teórico para este proyecto por ser coherente con estas nuevas formas de producción del conocimiento y con la estrategia de Instrucción por Pares. Por otra parte, también se justifica elegir utilizar software libre por ser, su filosofía, coherente con el aprendizaje colaborativo. Además, el aprendizaje colaborativo se enmarca en una línea más amplia: el aprendizaje activo. En este, la colaboración y la participación entre y de los estudiantes constituyen factores de aprendizaje muy importantes (Sokoloff y Benegas, 2009).

Para caracterizar el Aprendizaje Colaborativo, primero hay que diferenciarlo del Trabajo Colaborativo y del Trabajo Cooperativo. No entraremos en detalles, pero en función de los autores consultados (Palomo, Ruiz y Sanchez, 2006; Robles Peñaloza, 2004; Scagnoli, 2005; Educ.ar, Julio 2013; Sierras y Barojas, 2003; Velasco y Mosquera, n.d.) podemos decir que algunos toman como sinónimos esos

términos y otros destacan diferencias. Nosotros nos colocamos en la postura de tomarlos como cuestiones diferentes.

Habiendo hecho la aclaración solo resta definir y caracterizar el Aprendizaje Colaborativo.

Teniendo en cuenta el análisis anterior y las obras de referencia, adoptaremos como definición de Aprendizaje Colaborativo (AC): *es el aprendizaje mediado principalmente por la interacción responsable entre los integrantes de un grupo con el objetivo común de re-construir un conocimiento o conjunto de ellos*. La palabra “principalmente” implica que no es la única mediación la de los integrantes del grupo, en ocasiones aparecerá la intervención del docente; y si intervinieran otros expertos sería mejor. Al decir “re-construir” queremos decir que cada integrante del grupo construirá su propio conocimiento partiendo del que se le presenta y re-elaborando los que posee. Por otra parte, al hablar de “interacción responsable” queremos decir que la responsabilidad del éxito estará distribuida equitativamente entre todos los integrantes e implicará que todos interactúen mediante discusiones y búsqueda de acuerdos.

Cabe destacar que las intervenciones del docente son solo una parte de su trabajo. Este consiste en diseñar la estrategia de Mediación Pedagógica que utilizará.

La Mediación pedagógica consta de dos aspectos: la Relación Docente-Alumno y la Transposición Didáctica. La relación Docente-Alumno tiene como objetos: la comunicación y la transferencia. La Transposición Didáctica de los textos va desde la sistematización de los mismos en la conformación de los materiales de enseñanza al acompañamiento en el abordaje de los libros. (Waisman y Olivares., 2008, pag. 92-93).

Ahora es muy sencillo definir el Aprendizaje Colaborativo Virtual, en palabras de Díaz y Morales (2009):

...resulta relevante la perspectiva del enfoque de aprendizaje colaborativo apoyado por la computadora (CSCL por sus siglas en inglés: Computer Supported Collaborative Learning). En este caso, el aprendizaje colaborativo se concibe como

un proceso donde interactúan dos o más sujetos para construir aprendizaje, a través de la discusión, reflexión y toma de decisiones; los recursos informáticos actúan como mediadores psicológicos, eliminando las barreras espacio-tiempo. Se busca no sólo que los participantes compartan información, sino que trabajen con documentos conjuntos, participen en proyectos de interés común, y se facilite la solución de problemas y la toma de decisiones. (p. 6).

En esta definición se sintetizan las principales características de este tipo de aprendizaje. Al fusionarla con la dada anteriormente sobre AC y nutrirla con las posturas de integración de las TIC y las TAC expuestas por Sanchez (2003), Harris (2012) y Reig,(2012) podemos decir que: *El Aprendizaje Colaborativo Virtual (ACV) es aquel mediado por la interacción responsable entre los integrantes de un grupo, asistida por recursos y herramientas TIC y TAC que permiten un aprendizaje ubicuo (Burbules, 2009), con el objetivo común de re-construir un conocimiento.*

Este tipo de aprendizaje caracterizado por la inclusión de las TIC abre un abanico de posibilidades para el desarrollo de los aprendizajes estudiantiles, sin embargo, hay que tener presente que, como señalan Waisman y Olivares (2008), las nuevas tecnologías han dado a la educación no presencial herramientas que pueden modificar el proceso de enseñanza aprendizaje, pero estas no pueden reemplazar a la pedagogía.

Volviendo a Díaz y Morales (2009), estos autores explican que el ACV debe cumplir con ciertos principios, que no expondremos acá, pero que tienen importantes puntos de encuentro con los que hemos utilizado y que explicitamos más adelante.

En este trabajo se complementa trabajo colaborativo presencial con virtual (No Presencial), es decir que se propicia un Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial.

Para definir este tipo de aprendizaje se puede decir: *El Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial es aquel en el cual se complementan aprendizaje colaborativo en el aula con aprendizaje colaborativo virtual.* Cabe destacar que, en ocasiones, hablaremos de ACV pero no nos referiremos exclusivamente a este; en todo momento la propuesta didáctica tiene como componente el ACS-P.

En función de todo lo expuesto, las actividades realizadas se planificaron teniendo en cuenta los principios que se resumen a continuación:

- Los grupos de estudiantes son formados por el docente intentando que medie la

homogeneidad de conocimientos y habilidades.

-La principal pauta de trabajo, tanto para las actividades presenciales como para las virtuales, es la compartición de responsabilidades y la inter-ayuda (colaboración) entre los integrantes de grupo.

-La reconstrucción de conocimientos debe surgir de la interacción entre los integrantes de cada grupo y luego entre todos los estudiantes, mediada por la acción del docente.

-Las actividades se enmarcan dentro de la línea de Aprendizaje Activo: los alumnos aprenden cuando son partícipes directos del proceso de aprendizaje (cognitivamente, psicomotrizmente y actitudinalmente).

-La situación de aprendizaje que sirve de disparador responde a criterios del Enfoque CTS (Velazquez Mosquera, 2006; Fourez, 1994).

-Las actividades que incluyan uso de TIC y/o TAC se planificaron teniendo en cuenta pautas de integración dadas por Sanchez (2003) y el modelo TPCK (Harris, Blanchard, Hofer, 2011).

-Los procesos de evaluación incluyen los aspectos de participación y colaboración en los procesos de aprendizaje.

-El docente participa mediando las actividades de aprendizaje con el objetivo que los estudiantes participen activamente: observa, hace preguntas orientadoras, hace observaciones orientadoras, toma nota de la participación de los estudiantes y motiva la participación responsable (como acciones principales).

#### Tipificación de la Clase del Grupo Control

En la generalidad de los trabajos de investigación en enseñanza de la Física, la comparación de una estrategia didáctica que se está probando se hace con lo que se conoce como Clase Tradicional o Aprendizaje Pasivo. En Benegas (2009, p. 3) se dan las características de este tipo de Clase, que podemos resumir como pasividad y receptividad del estudiante. Sin embargo, el tipo de clase que implementa habitualmente este docente (tesista) no se corresponde exactamente con esa tipificación. Por este motivo se detallan las características del tipo de clase que el docente implementó en el Grupo Control:

- Se plantea una situación problemática o un fenómeno que debe ser explicado (misma situación planteada al Grupo Experimental).
- Se entrega el material de Teoría para que los estudiantes lo lean en casa.

- En la clase, el docente explica los conceptos y leyes involucrados (esto puede llevar dos o más clases), apelando a la teoría leída, a ejemplos (cotidianos o no) y a preguntas dirigidas a los estudiantes.

- Los estudiantes deben realizar un resumen individual del documento de teoría y se responden preguntas conceptuales como tarea extra-clase.

- Se realiza una práctica de laboratorio.
- Se analiza o resuelve la situación planteada en forma grupal.
- Se toma una evaluación final, escrita e individual.

Como puede notarse, las diferencias principales que posee este tipo de clase con la que se probó como experimental, son:

- el docente es quien explica los conceptos y leyes.
- no hay interactividad obligatoria entre todos los estudiantes, la interactividad principal es entre docente y estudiantes.

- no se incluye trabajo con TIC ni TAC.
- los grupos de trabajo no poseen ninguna característica en particular (se formalizan en el laboratorio y en la actividad final, se organizan de forma interna sin ninguna pauta pre-establecida).

- no hay trabajo no-presencial virtual (en los términos que si lo habrá en el Grupo Experimental).

Queda, entonces, claro el tipo de clase a que se sometió el Grupo Control y que este tipo de clase es diferente de la que experimentó el otro grupo.

### Sobre las Leyes de Newton para 2° Año de Ciclo Básico

En cuanto a las leyes de Newton, luego de una revisión de bibliografía sobre las mismas (Resnick, Halliday, Krane, 1999; Feynman, 1971), se tomaron los siguientes enunciados como correctamente representativos de las mismas y acordados para Ciclo Básico (haciendo una transposición didáctica):

- Principio de Inercia: *Todo cuerpo que se encuentra en reposo o con movimiento a velocidad constante (M.R.U.) permanecerá en ese estado siempre y cuando la suma de todas las fuerzas que actúan en él de cero.* Este enunciado implica su viceversa o negativo: *Si un cuerpo está cambiando su estado de movimiento es porque la suma de fuerzas que actúan sobre él no da cero.*

- Ley de Fuerza: *El cambio de velocidad, por unidad de tiempo, que*

*experimenta un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta actuante sobre él e inversamente proporcional a la masa que posee dicho cuerpo. Se entiende que la fuerza neta actuante sobre un cuerpo es el resultado de la suma (vectorial) de las fuerzas actuantes sobre el mismo.*

- Principio de Interacción: *Cuando un cuerpo, que podemos llamar A, aplica una fuerza sobre otro cuerpo, que podemos llamar B, recibe simultáneamente una fuerza de este último de igual módulo y dirección pero de sentido opuesto.*

Estos enunciados son los que encontraron los estudiantes en el documento de teoría. Respecto de estas leyes, la experiencia personal y algunos estudios (Hestenes, Wells y Swackhamer, 1992) demuestran que los estudiantes:

- suponen que si existe un movimiento es porque hay una fuerza que lo mantiene.
- confunden el hecho que una fuerza cambia los movimientos con la idea que pueda mantenerlos.
- reconocen una proporcionalidad entre cambio de movimiento y fuerza aplicada pero no saben que tipo de proporcionalidad es.
- creen que los cambios que produce la fuerza se reducen solo a cambios de rapidez.
- confunden el tipo de proporcionalidad que existe entre masa y cambio de movimiento.
- creen que en una interacción entre cuerpos, el que parece iniciarla es el que aplica fuerza y el otro no.
- creen que en una interacción entre cuerpos, el que experimenta el mayor cambio de movimiento es el que recibe la mayor fuerza.
- creen que en una interacción entre cuerpos, el que posee mayor masa es el que aplica la mayor fuerza.

Estas ideas incorrectas, y otras que puedan tener los estudiantes, son las que fueron objeto de tratamiento en la implementación de la propuesta didáctica pensada en el marco de este proyecto, aunque el tratamiento fue general y no cada una en particular.



### 3. Aspectos metodológicos

Basándonos en la hipótesis y objetivos enunciados más arriba, definimos las variables, instrumentos, metodologías y estrategias que se discuten a continuación.

#### Las variables e Instrumentos

En este trabajo la variable dependiente seleccionada es la Comprensión de las Leyes de Newton por parte de los estudiantes de segundo año de ciclo básico. Como puede notarse es coherente con la hipótesis planteada y con los objetivos. Para la medición de esta variable utilizamos el Test Force Concept Inventory, conocido como FCI, (Hestenes, Wells y Swackhamer, 1992); instrumento de medición que se encuentra validado y ha sido utilizado en muchas investigaciones (Mazur, 1997; García, Mendoza y Estrada, 2010, entre muchas otras) e incluso trabajos que analizan su uso, como en Covián y Celemín (2008). Del Test citado tomamos como relevantes y objeto de análisis para determinar la comprensión de las Leyes de Newton las preguntas: 3; 4; 6; 7; 10; 11; 15; 16; 17; 19; 21; 22; 23; 24; 25; 27; 28; 29 y 30. Esta selección fue hecha de acuerdo a los problemas de comprensión de Leyes de Newton, las características de los estudiantes y los objetivos de la instrucción para este curso. Sin embargo, el test se tomó en forma completa para no alterar el instrumento de medición; y parte del análisis se realiza teniendo en cuenta todas las preguntas.

Las preguntas seleccionadas están orientadas principalmente a la comprensión de la Primera Ley de Newton, en segundo lugar a la Segunda Ley de Newton y en tercer lugar a la Tercera Ley; el detalle de esa orientación se muestra a continuación y está basada en Hestenes, Wells y Swackhamer (1992) y en el análisis de la versión del FCI de 30 preguntas:

-Principio de Inercia: 6(B); 7(B); 10(A); 11(D); 17(B); 23(B); 24(A); 25(C); 29(B); 30(C).

-Ley de Fuerza o Principio de Masa: 3(C); 19(E); 21(E); 22(B); 27(C)

-Principio de Interacción: 4(E); 15(A); 16(A); 28(E)

Entre paréntesis se indica la respuesta correcta para cada pregunta. Es de destacar que las preguntas seleccionadas se refieren a cada una de las leyes, directamente o indirectamente.

La variable independiente que decidimos es la propuesta didáctica a la cual se

somete a los grupos en estudio. En el grupo control la propuesta didáctica toma el “valor”: típica (que se detalló en el apartado Referencias Teórico-Conceptuales). En el grupo experimental la propuesta didáctica toma el “valor”: Instrucción por Pares complementada con Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial. En la implementación de la Instrucción por Pares, la innovación consistió en que las demostraciones que se utilizaron como fuente de análisis para llegar a respuestas correctas en las pruebas conceptuales fueron simulaciones diseñadas en el programa Step (Kuznetsov, 2007). Elaboramos cuatro pruebas conceptuales para cada ley de Newton con sus respectivas demostraciones en el simulador. Step permite construir simulaciones de situaciones reales, con valores reales de tamaños, masas, velocidades y fuerzas (entre otras variables), insertando medidores y graficadores.

Cabe destacar que la variable objeto de estudio es la complementación entre la Instrucción por Pares y el Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial; por lo cual todo el material que no esté incluido en esta variable será el mismo para ambos grupos: situación disparadora, documento de teoría, práctica de laboratorio y guía de resolución de la situación disparadora.

Además de estas variables de estudio que se decidieron previamente, apareció una variable interviniente que identificamos como capaz de sesgar al aprendizaje de las Leyes de Newton: el aprendizaje de la nueva rutina de aprendizaje impuesta por la propuesta didáctica implementada en el grupo experimental. Los estudiantes del grupo experimental nunca fueron sometidos a la Instrucción por Pares ni a Aprendizaje Colaborativo Semi-Presencial. En consecuencia los estudiantes del grupo experimental deberían realizar un doble aprendizaje: aprender las Leyes de Newton y aprender la forma de trabajo que les posibilita aprender las Leyes de Newton. Esta variable interviniente resulta ser coherente con la segunda variable de estudio: la valoración que hacen los estudiantes sobre el trabajo virtual y su influencia en el aprendizaje de las leyes de Newton. Para recabar información sobre la misma se utilizó una encuesta que está disponible para quien la solicite.

#### La metodología de la investigación

La metodología general correspondió a la de comparación de grupos. Dentro de esta metodología de investigación, hemos trabajado dentro de lo que se conoce como **cuasi experimento**, pues los grupos control y experimental correspondieron a

cursos previamente establecidos (los estudiantes son asignados a cada división por la institución, en el momento de ingresar). El grupo control fue el curso de 2° año 1° división de la Escuela Industrial Domingo Faustino Sarmiento. Es un curso de 30 estudiantes de Ciclo Básico de Educación Secundaria, conformado por chicos de entre 13 y 14 años de edad. El grupo experimental correspondió al curso de 2° año 2° división de la misma institución, con estudiantes del mismo rango de edad y un total de 30 alumnos. A la hora de tomar el pre-test faltó un alumno en cada grupo.

El desarrollo del trabajo de campo se puede sintetizar en el siguiente esquema:

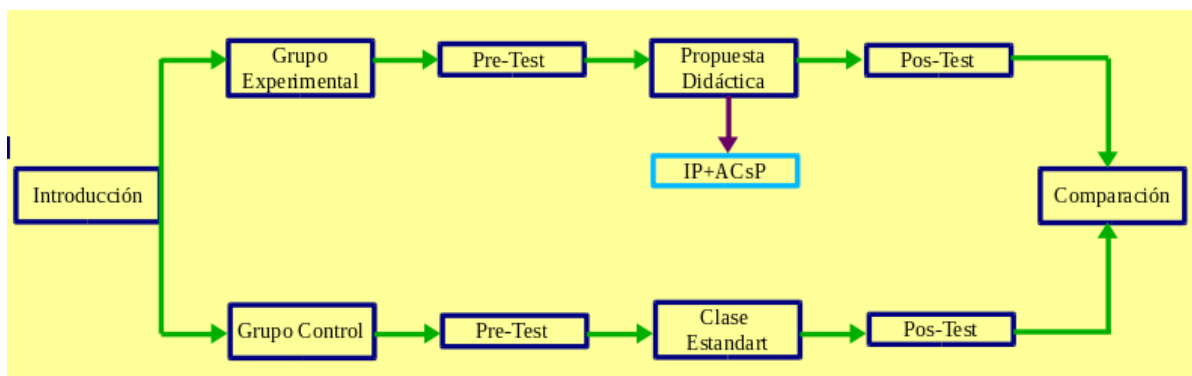


Fig. 2: representación del desarrollo de la propuesta didáctica de cada grupo.

A continuación detallamos las características de las Propuestas Didácticas implementadas.

#### -Propuesta didáctica para el Grupo Experimental

Para la planificación de esta propuesta se ha tenido en cuenta el modelo TPACK (Fundación Telefónica, 2012). El mismo requiere la toma de ciertas decisiones, que se resumen a continuación:

- *Decisiones Curriculares*: los estudiantes deberán aprender Leyes de Newton, lograr una comprensión newtoniana del concepto de Fuerza e integrar los contenidos vistos en la unidad de movimiento unidimensional.

- *Decisiones Pedagógicas*: implementar la estrategia didáctica de Instrucción entre Pares dentro del marco del Aprendizaje Colaborativo. Como actividad fundamental dentro de este tipo de aprendizaje tendrán que elaborar colaborativamente un documento de informe-resumen. También trabajarán colaborativamente en la explicación de experiencias demostrativas de laboratorio.

- *Decisiones Tecnológicas*: utilizar la plataforma Edmodo ([www.edmodo.com](http://www.edmodo.com)) y

Google Drive, ambos parte de la Web 2.0, para posibilitar el trabajo colaborativo virtual. Se utilizará el cañón proyector para mostrar las simulaciones, de modo que todos puedan verlas simultáneamente durante la Instrucción por Pares.

- *Decisiones Pedagógicas-Tecnológicas*: utilizar la plataforma Edmodo para generar interconsultas, compartición de archivos y links, evaluaciones y encuestas virtuales, entre otras cuestiones.

- *Decisiones Curriculares-Pedagógicas-Tecnológicas*: utilizar el simulador Step, pensado para generar simulaciones de situaciones físicas muy aptas para educación.

Sobre la base de estas decisiones se elaboró la siguiente secuencia de actividades distinguiéndose entre paréntesis si fue actividad presencial (p) o virtual (v): toma del pre-test (p), presentación de la unidad de trabajo (p), presentación y análisis de la situación disparadora (p), orientación en el trabajo virtual (v), clase de instrucción por pares (p), confección de documento compartido (v), clase de instrucción por pares (p), análisis y consultas sobre el trabajo virtual (p), continuación con documento compartido (v), clase de instrucción por pares (p), continuación con documento compartido (v), práctica de laboratorio (p), finalización de documento compartido (v), resolución de situación disparadora (p), interconsultas (v), pos-test (p), encuesta sobre trabajo virtual (p).

En el caso del grupo control la secuencia fue: pre-test, presentación y análisis de la situación disparadora, desarrollo de teoría (primera clase), desarrollo de teoría (segunda clase), práctica de laboratorio, resolución de la situación disparadora, pos-test.

#### **4. Resultados alcanzados y/o esperados**

Hasta este momento no se han procesado todos los datos obtenidos pero si la gran parte de ellos. A continuación los resumimos.

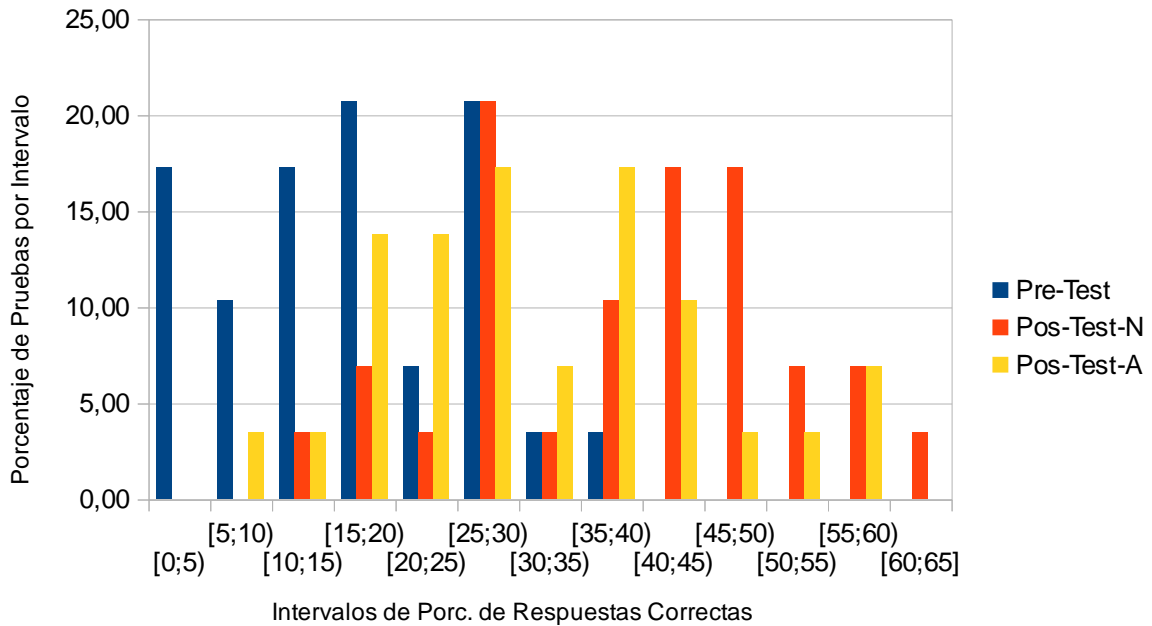
En primer lugar debemos mencionar que el FCI se tomó como pos-test en dos ocasiones a cada grupo. La propuesta didáctica se desarrolló entre la última semana de Agosto de 2013 y la primera semana de Noviembre del mismo año. En esa ocasión se tomó el primer pos-test. En abril del año siguiente se presentó la oportunidad de volver a tomar el FCI a ambos grupos y así se hizo. Originalmente no se había pensado en ello, pero ante el surgimiento de la oportunidad se la

aprovechó.

En el análisis de los datos se optó por observar la evolución de cada grupo y comparar los logros del grupo experimental con los del grupo control. También se optó por realizar un doble análisis: teniendo en cuenta el FCI en forma completa y tomando solo las preguntas de interés. Se decidió así para poder detectar si la propuesta didáctica tuvo alguna influencia en el FCI completo; o dicho de otro modo: detectar si la propuesta estuvo orientada específicamente a los contenidos que se deseaban enseñar. Sin embargo, en este trabajo solo presentaremos los resultados para las preguntas de interés.

#### Evolución del Grupo Control

El siguiente gráfico muestra la distribución de los estudiantes en función de intervalos de respuestas correctas, obtenidos por el grupo control en cada instancia (pre-test; pos-test noviembre; pos-test-abril). Para la construcción de los intervalos de clase que se utilizaron en la elaboración de los gráficos, decidimos tomar como amplitud de cada intervalo un 5% de respuestas correctas. Con esta decisión se construyeron la cantidad de intervalos necesarios para abarcar todo el rango de datos. Aunque este criterio de construcción de intervalos no es muy utilizado, creímos que en esta ocasión tener intervalos tan pequeños podía mostrar más detalladamente la distribución de datos y las posibles pequeñas variaciones.



*Figura 3:* distribución porcentual de los estudiantes del grupo control, en función de los porcentajes de respuestas correctas que han obtenido, agrupados en intervalos. Estos datos corresponden a las Preguntas de Interés del FCI.

Puede observarse que en los pos-test la distribución se corre hacia los intervalos de mayores valores de respuestas correctas. Esto significa que la instrucción tuvo un efecto en el aprendizaje de los estudiantes. También se observa que en el pos-test de Noviembre hay mayor concentración de estudiantes en los intervalos de mayores porcentajes, mientras que en el pos-test de Abril se concentran en los intervalos centrales de la distribución, aunque esto no es totalmente estricto.

Otra observación interesante es que el intervalo de porcentajes con mayor cantidad de estudiantes en el pos-test de Abril (son dos intervalos) no muestra mayor cantidad de estudiantes que el intervalo de porcentajes de respuestas correctas con mayor cantidad de estudiantes del pos-test de Noviembre. En general, puede verse que toda la distribución del pos-test de Abril ha retrocedido respecto de la de Noviembre, además de mostrar menos concentración.

En la tabla 1 se muestran los descriptivos estadísticos más comúnmente utilizados, media, desviación estandar y error estandar; para cada instancia.

Se observa que los porcentajes alcanzados por este grupo en ambos pos-test no son muy elevados, no se acercan a los considerados como aceptables dentro de la investigación en Enseñanza de la Física que utiliza el FCI como instrumento de medición. Sin embargo no hay que olvidar que se trata de estudiantes que todavía

no alcanzan el pensamiento abstracto.

**Tabla 1**

*Estadísticos descriptivos para cada instancia*

	Pre-Test	Pos-Test Nov.	Pos-Test Abr.
Media	20,32%	37,74%	30,49%
Desviación estandar	11,40%	13,71%	13,66%
Error estandar	2,11%	2,54%	2,53%

Una observación importante es que desde el pos-test de noviembre al de abril, la media cayó en un 7% aproximadamente, que resulta ser una cantidad significativa respecto de los valores que estamos manejando. Esto implica un “retroceso” en la comprensión de las Leyes de Newton.

Para el cálculo de la ganancia se utilizó la siguiente ecuación, muy difundida en la investigación educativa, llamada “eficiencia didáctica” en Covián Regales y Celemín Matachana (2008), que es comúnmente conocida como ecuación de ganancia de Hake:

$$G = \frac{\bar{P}_{po} - \bar{P}_{pr}}{100 - \bar{P}_{pr}}$$

En esta ecuación Ppo es el porcentaje promedio o media obtenido en el pos-test y Ppr es el porcentaje promedio o media obtenido en el pre-test.

En la tabla 2 se muestran las ganancias de ambos pos-test respecto del pre-test y, en la última columna, se ha incluido el cálculo de la ganancia entre ambos pos-test. Es evidente que no debería hacerse este cálculo pues no ha habido intervención didáctica entre los pos-tests, pero el cálculo intenta reflejar la perdurabilidad de los aprendizajes.

La primera observación importante es que los valores de ganancia no son relevantes respecto de lo aceptado como “bueno” dentro de la investigación en Enseñanza de la Física. Pero esto puede ser entendible en función de la edad de los estudiantes.

**Tabla 2**

*Ganancias entre las diferentes instancias*

	G(Pon/Ppr)	G(Poa/Ppr)	G(Poa/Pon)
FCI Preguntas de	0,21	0,12	-0,11

## Interés

*Nota:* Pon: Pos-Test de Noviembre; Ppr: Pre-Test; Poa: Pos-Test de Abril

Puede notarse que la ganancia entre pos-test de abril y el pre-test se reduce casi a la mitad de la que hay entre pos-test de noviembre y pre-test, que sumado al valor negativo de ganancia entre ambos pos-test, reafirma la conjetura anterior sobre el retroceso en la comprensión de las Leyes de Newton.

La tabla 3 muestra los coeficientes de correlación entre cada instancia.

**Tabla 3**

*Coefficientes de correlación entre cada instancia de medición*

	Pre-Test	Pos-Test Noviembre	Pos-Test Abril
Pre-Test	1		
Pos-Test Noviembre	0,19	1	
Pos-Test Abril	0,01	0,45	1

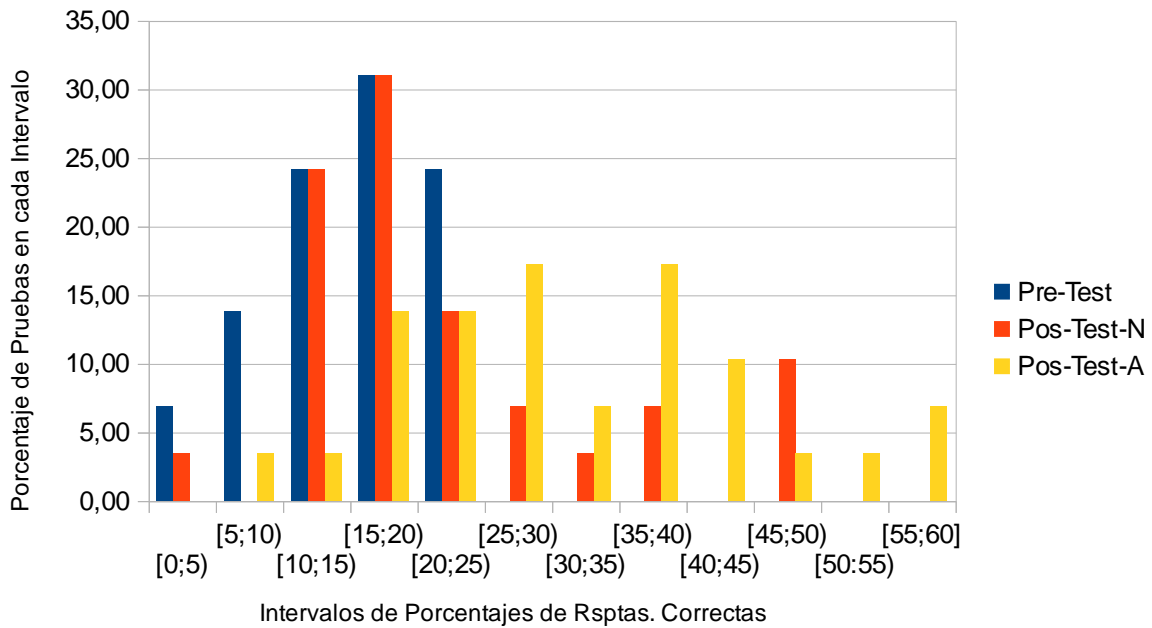
La correlación cercana a 0,5 indicaría que solo la mitad de los estudiantes incrementaron sus porcentajes de respuestas correctas en la misma proporción, logrando así la misma ubicación que en la distribución del pre-test. Los otros valores nos están indicando que no hay correlación, es decir que los estudiantes no fueron alcanzados por la instrucción de la misma forma.

### Evolución del Grupo Experimental y Comparación con Grupo Control

La presentación de los datos y resultados obtenidos para este grupo se hace de la misma forma que se hizo para el grupo control. La única diferencia radica en los datos obtenidos de la encuesta sobre el trabajo virtual (semi-presencial).

Veamos como se distribuyen los estudiantes en los intervalos de porcentajes de respuestas correctas, en las preguntas de interés.





*Figura 4:* distribución porcentual de los estudiantes del grupo experimental, en función de los porcentajes de respuestas correctas que han obtenido, agrupados en intervalos. Estos datos corresponden a las Preguntas de Interés del FCI.

En este caso puede observarse una alta concentración de estudiantes en los intervalos bajos de porcentajes de respuestas correctas para el caso del pre-test. En los pos-tests la distribución porcentual de los estudiantes se corre hacia intervalos de respuestas correctas mayores. Es de destacar que en el pos-test de abril se observa que hay alumnos que alcanzan mayor porcentaje de respuestas correctas que en el pos-test de noviembre. Esto resulta llamativo porque, a diferencia del grupo control, no se hizo ninguna clase de revisión de contenidos antes del citado pos-test (la profesora encargada de ese grupo cuando se tomó el pos-test de abril hizo una revisión de contenidos de cinemática lineal y leyes de Newton, especialmente la segunda ley). El mismo se tomó en la segunda semana de clases, que en ese momento correspondía a la primera semana de abril del 2014.

Comparando con el grupo control: este muestra mayores porcentajes de respuestas correctas pero el grupo experimental no muestra retroceso en los porcentajes alcanzados. Pareciera ser que este último logró reafirmar conocimientos de un pos-test a otro. Pero, teniendo en cuenta que no tuvieron instrucción alguna entre noviembre y abril del año siguiente, esta hipótesis se vuelve poco probable. Lo más razonable sería pensar que en el pos-test de noviembre los estudiantes se sentían presionados por terminar el ciclo y obtener una buena nota, y ello les “jugó” en contra. En cambio, en el pos-test de abril estaban bien descansados, no tenían

ninguna presión de notas y podían responder más tranquilos. Entonces es razonable pensar que los estudiantes pensaron más tranquila y seriamente las respuestas en función de los conocimientos que habían logrado en el ciclo anterior.

Ahora veamos los estadísticos descriptivos del grupo experimental.

**Tabla 4**

*Estadísticos descriptivos del grupo experimental*

	Pre-Test	Pos-Test Nov.	Pos-Test Abr.
Media	18,33%	25,58%	26,31%
Desviación estandar	8,62%	13,9%	16,7%
Error estandar	1,6%	2,58%	3,10%

En primer lugar se observa que no hay un aumento significativo en la media de una instancia a otra. Focalizando en la relación entre pre y pos-test de noviembre vemos que la diferencia es muy poca. Esto indica que de una instancia a otra, en promedio muy pocos estudiantes mejoraron sus respuestas.

Tampoco se observa diferencia significativa entre los pos-tests. Esto indicaría que no hubo variación significativa de una instancia a otra, o dicho de otra forma: que los estudiantes, como grupo, muestran una perdurabilidad en sus conocimientos.

Además, los cambios en la distribución de estudiantes en función de los porcentajes de respuestas correctas, de un pos-test a otro, apoya la conjetura del logro y mantenimiento de una cierta comprensión, que sería la diferencia significativa con el grupo control.

Veamos ahora que sucede con la ganancia y la correlación. La tabla 5 muestra las ganancias entre las distintas instancias.

**Tabla 5**

*Ganancias entre cada instancia para el grupo experimental*

	G(Pon/Ppr)	G(Poa/Ppr)	G(Poa/Pon)
FCI Preguntas de Interés	0,08	0,09	0,0098

Observando esos valores puede notarse que no hay una ganancia significativa, no hay ganancia, entre ninguna instancia. Lo único que podría destacarse como llamativo es que, ha diferencia del grupo control, las ganancias medidas entre ambos

pos-tests no dan valores negativos. Este dato viene a corroborar lo que se dijo anteriormente: el grupo experimental muestra cierta persistencia en los conocimientos logrados, aunque estos sean pocos.

Veamos ahora la correlación entre las distintas instancias de medición.

**Tabla 6**

*Coeficientes de correlación entre las distintas instancias*

	Pre-Test	Pos-Test Noviembre	Pos-Test Abril
Pre-Test	1		
Pos-Test Noviembre	0,49	1	
Pos-Test Abril	0,36	0,57	1

En este caso vemos que los valores de correlación son mayores en todos los casos a los logrados por el grupo control. Podemos, entonces, decir que se observa que aproximadamente la mitad del curso se vio beneficiado de la misma forma con la instrucción y que algo más de la mitad del curso mostró persistencia de los conocimientos logrados. Comparando con el grupo control podemos decir que este grupo se vio favorecido por la instrucción recibida de una forma más consistente, es decir que mayor cantidad de estudiantes se beneficiaron de la misma forma.

A diferencia del grupo control, en este grupo también se indagó la forma en la cual percibieron y “vivieron” el trabajo virtual en las plataformas Edmodo y Google Drive. Para ello se construyó y utilizó una encuesta que está a disposición de quien la solicite. El objetivo de esta encuesta era conocer la valoración que realizan los estudiantes sobre el trabajo colaborativo virtual y su relación con el aprendizaje de las Leyes de Newton y de habilidades que pueden serles útiles en el futuro.

En primer lugar se debe aclarar que el día que se tomó la encuesta faltaron dos estudiantes, por lo cual el total de encuestados fue de veintiocho alumnos. En los siguientes ítemes resumimos la información más importante brindada por dicha encuesta.

- Las redes sociales virtuales más utilizadas por los estudiantes son: Facebook, Twister y Skype. Google es utilizada por menos del 20% de los estudiantes.
- Solo un alumno manifestó conocer Edmodo y cuatro manifestaron conocer Google Drive.
- Aproximadamente la mitad de los estudiantes juzgan que el trabajo en las

plataformas virtuales fue provechoso y necesario en esta época.

- Más de la mitad del curso cree que su aprendizaje de las Leyes de Newton se vio favorecido por el trabajo virtual.

- La mayoría de los estudiantes piensan que el aprendizaje de las Leyes de Newton se vio favorecido por la discusión de ideas con los compañeros y porque eran estos los que indicaban los errores cometidos.

- Como aspecto negativo para el aprendizaje de las Leyes de Newton, los estudiantes reconocen el tiempo y esfuerzo que tuvieron que invertir en aprender la nueva forma de trabajo, especialmente lo referido al trabajo virtual. Pero reconocen que en un futuro les resultaría mucho más sencillo y provechoso debido al aprendizaje ganado.

- Más del 96% de los estudiantes participaron en la construcción del documento compartido en Google Drive y la mitad, aproximadamente, intercambió mensajes entre ellos y con el docente.

- La gran mayoría de los alumnos siente que en el trabajo virtual lo más valorable fue la posibilidad de trabajar en el momento y lugar que se quisiera y que se podía trabajar simultáneamente con los compañeros que están en otros lugares.

Con todo lo expuesto y analizado hasta el momento, podemos asegurar que si bien el grupo experimental mostró menor logro de comprensión de las Leyes de Newton, si mostró una mejor perdurabilidad de los conocimientos logrados. Además fue influido por la propuesta didáctica de una forma más uniforme que el grupo control.

## 5. Bibliografía

Benegas, J (Ed). (2009), *Aprendizaje Activo de la Física II: Mecánica*, 2do Taller Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física: Mecánica, Córdoba 2009. San Luis: impreso en UNSL.

Blanchard, M. R., Harris, J., Hofer, M. (2011, Febrero), *Science learning activity types*, en el wiki de Tipos de actividades de aprendizaje de la Facultad de Educación del College of William and Mary. Recuperado el 18 de Junio de 2013 de: <http://activitytypes.wmwikis.net/file/view/ScienceLearningATs-Feb2011.pdf>.

Burbules, N. (2011), *Aprendizaje Ubicuo*, Entrevista realizada por Programa Conectar Igualdad en la sección Modelo 1 a 1-Especialistas, Educ.ar.

- Recuperado el 25 de Junio de 2013 de <http://youtu.be/GbWdQCMS4VM>
- Corsini, G. & Karahanian, E. (2011, Diciembre), Taller: Actualización en Estrategias de Aprendizaje, Universidad Diego Portales. Recuperado el 19 de Agosto de 2013 de [http://www.soeducsa.cl/actividades/Taller\\_2011%5B1%5D.pdf](http://www.soeducsa.cl/actividades/Taller_2011%5B1%5D.pdf)
- Cortez, R. (2013, Julio), Software Libre y Educación: Entrevista al Prof. Ricardo Morales, *René: Física, Ciencia, Divulgación y Educación*. Recuperado 11 de Julio de 2013 de <http://www.rene-cienciayeducacion.blogspot.com.ar/2013/07/software-libre-y-educacion-entrevista.html>
- Covían Regales, E. & Celemín Matachana, M. (2008), Diez Años de Evaluación de la Enseñanza-Aprendizaje de la Mecánica de Newton en Escuelas de Ingeniería Españolas. Rendimiento Académico y Presencia de Preconceptos. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (1), 23-42.
- Crouch, C., Watkins, J., Fagen, A., Mazur, E. (2007), Peer Instruction: Engaging students one-on-one, all at once in *Reviews in Physics Education Research*, Cambridge, Harvard University: E. F. Redish and P. Cooney. Recuperado el 23 de Abril de 2014 de [http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazur\\_437199.pdf](http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazur_437199.pdf)
- Díaz Barriga, F. & Morales Ramirez, L. (2009), Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales: un modelo de diseño instruccional para la formación profesional continua, *Revista Tecnología y Comunicación Educativas*, Año 22-23 N° 47-48, Julio 2.008-Junio 2.009, Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa.
- Dussel, I. (2011), VII Foro Latinoamericano: aprender y enseñar en la cultura digital, 1° Ed., Bs. As.: Ed. Santillana.
- Educ.ar 2013, *Aprendizaje colaborativo. Lineamientos teóricos*. Recuperado 30 de Setiembre de 2013 de <http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=91610&referente=noticias>
- Feynman, R. (1971)., *Física, Vol. I: Mecánica, radiación y calor*, versión bilingüe, Fondo Educativo Interamericano S.A.
- Figueroa, W. (2011, Junio), Instrucción entre Pares (Peer Instruction), Guía DocentEst. Recuperado el 16 de Julio de 2013 de <http://willyfigueroa.wordpress.com/2011/06/12/instruccion-entre-pares-peer-instruction/comment-page-1/#comment-1218>
- Fourez, G. (1994), *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, Traducción de Elsa Gómez de Sarria, Buenos Aires,

Argentina: Ediciones Colihue s.r.l.

Fundación Telefónica (2012), Judith Harris explica el modelo TAPCK. Fundación Telefónica. Recuperado el 24 de Junio de 2013 de [https://www.youtube.com/watch?v=HDwWg\\_g0JGE](https://www.youtube.com/watch?v=HDwWg_g0JGE)

García, A., Mendoza, E. & Estrada, J. (2010), La aplicación del inventario sobre el concepto de fuerza y la identificación de ideas previas en los alumnos del nivel medio superior del IPN del área de ciencias fisicomatemáticas, V Foro de Investigación Educativa, México: Centro de Formación e Innovación Educativa-Instituto Politécnico Nacional, recuperado el 29 de Enero de 2014 de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3297/9.pdf?sequence=1>

Hestenes, D., Wells, M., Swackhamer, G. (1992), Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158.

Kumon, R. E. (2012), User Peer Instruction as a Teaching Strategy, *Highlights from the Summer 2012 AAPT New Faculty Workshop*, E.E.U.U.: Kettering University. Recuperado el 5 de Agosto de 2013 por suscripción a grupo <http://mazur.harvard.edu/>

Kuznetsov, V. (2007), Step (versión 0.1.0), [Programa de Computador]

Lasry, N., Mazur, E., Watkins, J. (2008), Peer instruction: From Harvard to the two-year college [Versión electrónica], *American Journal Physics* 76 (11), 1066-1069. Recuperado el 17 de Julio de 2013 de <http://mazur.harvard.edu/publications.php>

Lasry, N., Mazur, E., Watkins, J. (2008), Peer instruction: From Harvard to the two-year college [Versión electrónica], *American Journal Physics* 76 (11), 1066-1069. Recuperado el 17 de Julio de 2013 de <http://mazur.harvard.edu/publications.php>

Mazur, E. (1997), *Peer Instruction A User's Manual*, United States of America: PrenticeHall, Inc.

Mazur, E. (1997), Peer Instruction: Getting Students to Think in Class, in *The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities, Part Two: Sample Classes*, AIP Conference Proceedings, Ed. Edward F. Redish and John S. Rigden, pp. 981-988 (American Institute of Physics, Woodbury, New York, 1997). Recuperado el 22 de Abril de 2014 de [http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazur\\_437200.pdf](http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazur_437200.pdf)

Mazzitelli, C. A., Aparicio, M. T. (2009), Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia

en el aprendizaje. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8(1). Recuperado el 18 de marzo de 2014 de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART11\\_Vol8\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART11_Vol8_N1.pdf)

Palomo, R., Ruiz, J., Sanchez, J. (2006, a), Aprendizaje colaborativo presencial y actividades de búsqueda de información a través de Internet en *Las TIC como agentes de innovación educativa*, , Junta de Andalucía, Consejería de Educación. Recuperado el 23 de Julio de 2013 de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/averroes/html/adjuntos/2008/03/06/0010/index.html>

Palomo, R., Ruiz, J., Sanchez, J. (2006, b), Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales en *Las TIC como agentes de innovación educativa*, , Junta de Andalucía, Consejería de Educación. Recuperado el 23 de Julio de 2013 de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/averroes/html/adjuntos/2008/03/06/0010/index.html>

Reig, D. (2012), Sociedad Aumentada y Aprendizaje, METAS EDUCATIVAS 2021, IBERTEC-OEI, OEI. Recuperado el 11 de Junio de 2013 de <http://youtu.be/6-F9L9avcwo>

Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (1999), *Física Vol 1*, (4° Ed. 10 reimp.) México: Compañía Editorial Continental.

Robles Peñaloza, A. (2004, Agosto), Estrategias para el trabajo colaborativo en cursos y talleres en línea. Revista Comunidad e-formadores/Red Escolar, N° 3, 1-9, México. Recuperado el 8 de Julio de 2013 de [http://e-formadores.redescolar.ilce.edu.mx/revista/no3\\_04/Trabajo%20colaborativo.pdf](http://e-formadores.redescolar.ilce.edu.mx/revista/no3_04/Trabajo%20colaborativo.pdf)

Sagol, C. (2012), “Aprendizaje ubicuo y modelos 1 a 1. Experiencias y propuestas del portal educ.ar”, Educ.ar, Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado el 3 de Julio de 2013 de <http://www.youtube.com/watch?v=j6wZ-o4Yup8&feature=youtu.be>

Sanchez, J. (2003), Integración Curricular de TICs: Conceptos e Ideas, *Revista Enfoques Educativos* 5 (1), 51-65, recuperado 15 de Julio de 2013 de [http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/enfoques/07/Sanchez\\_IntegracionCurricularTICs.pdf](http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/enfoques/07/Sanchez_IntegracionCurricularTICs.pdf).

Scagnoli, N. (2005), Estrategias para Motivar el Aprendizaje Colaborativo en Cursos a Distancia, College of Education, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA.

- Sierra, F. & Barojas, J. (2003), Aprendizaje Colaborativo de la Física en proyecto PAPIIT No. IN 305901: Creación de comunidades de aprendizaje con apoyos telemáticos. México: UNAM.
- Sokoloff, D. & Thornton, R. (1997, Septiembre), Using Interactive Lecture Demonstrations to Create an Active Learning Environment, *The Physics Teacher* vol 35, 340-347.
- Velasco, M. & Mosquera, F. (n.d.), Estrategias Didácticas para el Aprendizaje Colaborativo. Documento elaborado en el marco del Proyecto Académico de Investigación y Extensión en Pedagogía de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Recuperado el 5 de Agosto de 2013 de [http://acreditacion.udistrital.edu.co/flexibilidad/estrategias\\_didacticas\\_aprendizaje\\_colaborativo.pdf](http://acreditacion.udistrital.edu.co/flexibilidad/estrategias_didacticas_aprendizaje_colaborativo.pdf)
- Velásquez Mosquera, A. F. (2006), La alfabetización científica y tecnológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física [versión electrónica]. Institución Educativa Liceo Nacional (Colombia), Revista Iberoamericana de Educación, 2.006.
- Wainmaier, C., Salinas, J. (2005), Incomprensiones en el aprendizaje de la mecánica clásica básica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 18(1), 39-54. Recuperado el 18 de Marzo de 2014 de <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/8083/8944>
- Waisman, E. & Olivares, M. (2008), Redefinir la mirada: La formación docente no-presencial en la Universidad Nacional de San Juan (1° ed.), San Juan: Universidad Nacional de San Juan.