

Innovación pedagógica para las clases de laboratorio de física

Marta A. Losada – Claudia M. Giletto – Javier A. Murias – Mónica E. Van Gool
María N. Cassino – Sandra E. Silva

Facultad de Ciencias Agrarias.
Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.
fisicabalc@balcarce.inta.gov.ar

La innovación pedagógica que se presenta tiene como objetivos: 1- Observar en los estudiantes disposición a participar en la tarea grupal a través de la distribución de tareas, la deliberación de ideas, la organización y el compromiso por el trabajo a realizar. 2- Observar en los estudiantes la utilización del pensamiento crítico en el análisis de los datos, su interpretación y en la elaboración de conclusiones e informe de laboratorio. Los inscriptos en el 2009 en Física General y Biológica se distribuyeron en grupos de 6 integrantes. Cada grupo realizó la experiencia de laboratorio y un informe escrito de cada trabajo práctico (TP). Para evaluar las actividades realizadas por los estudiantes se utilizaron dos rúbricas, una para las tareas de laboratorio y otra para el cuaderno de laboratorio. Las notas obtenidas por grupo y TP en ambas rúbricas dependieron del grupo. Los grupos tuvieron mejor desempeño en las tareas de laboratorio que en el cuaderno. El trabajo en equipo estimuló a los estudiantes a lograr un aprendizaje significativo. Sin embargo, la falta de lectura previa de los conceptos teóricos limitó a los grupos a tomar la iniciativa para comenzar la experiencia, debiendo leer la guía en forma simultánea a la realización del TP. Esta carencia de conocimientos previos también se vio reflejada al momento de emitir las conclusiones en el informe de laboratorio.

Palabras clave: innovación pedagógica, experiencias de laboratorio, trabajo en grupo, rúbrica

The pedagogical innovation here presented has the following objectives: 1- To observe the disposition of students to participate in the group task through the distribution of tasks, the discussion of ideas, the organization and the commitment for the work to carry out. 2- To observe in students the use of critical thinking in the analysis of data, in its interpretation and in the elaboration of conclusions and a laboratory report. The registered students in 2009 in the General and Biological Physics were distributed to groups of 6 members. Each group conducted the laboratory experience and a written report of every practical work (PW). Two categories, one for laboratory tasks and one for the laboratory notebook were used to evaluate the activities carried out by students. The obtained notes by group and PW under both headings depended on the group. The groups performances was better in the laboratory activities than in the notebook. The workgroup encouraged students to achieve a significant learning. However, not having read the theoretical concepts limited the groups to take the initiative to begin the experience and it took them to read the guide simultaneously to fulfil the PW. This lack of knowledge was also reflected at the time of emitting the conclusions in the laboratory report.

Keywords: pedagogical innovation, experiences of laboratory, workgroup, heading.

Introducción

Física General y Biológica es una asignatura de segundo año de las carreras de Grado de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional de Mar del Plata. Desarrolla los conceptos físicos, relacionados con los procesos biológicos y la mecánica agrícola. En el curso se pretende aplicar los principios básicos de la Física en la resolución de problemas e interpretar los diferentes fenómenos realizando experiencias en el laboratorio.

En la enseñanza de la Física resulta imprescindible la actividad en el laboratorio con elementos reales. Los contenidos conceptuales deben, en lo posible, vincularse con aplicaciones prácticas o fenómenos conocidos, con el propósito de establecer nexos cognitivos y aprendizaje significativo. En las prácticas de laboratorio se debe promover la actividad de aprendizaje en grupos reducidos y la puesta en común de los resultados obtenidos para su corrección. Los alumnos deben asumir el control de las actividades de aprendizaje, y el docente

trabajar como guía, ofreciendo ayuda cuando ésta sea necesaria, planteando algunas pistas con nuevas preguntas que ayuden a los estudiantes a orientarse para superar ciertas dificultades (Kofman 2004).

A lo largo de diferentes cohortes hemos observado que las clases de trabajos prácticos tienden a ser demostrativas, contrariamente a lo deseado. La realidad nos indica que los docentes son los que toman la iniciativa de comenzar con la tarea y los estudiantes se limitan a observar y a tomar nota, ya que no surge en ellos la decisión espontánea de llevar a cabo la práctica. Observamos que esta modalidad de enseñanza demostrativa, induce a que el estudiante pierda la oportunidad de realizar un trabajo colaborativo y cooperativo (Teasley y Roschelle 1993) y así pueda adquirir conocimientos esenciales de trabajo en laboratorio como medir con instrumentos de precisión, manipular materiales y equipos, observar procedimientos específicos e interpretar resultados relacionando los conceptos teóricos con los fenómenos observados.

Para cambiar la actitud de los estudiantes en la clase de laboratorio y lograr que ésta sea proactiva, los docentes, a partir de la reflexión teórica sobre su propia práctica, proponemos, como innovación pedagógica, una metodología que minimice el protagonismo del docente de modo que sean los estudiantes quienes tomen la iniciativa en la realización de los trabajos prácticos, en pequeños grupos, para lograr, mediante la interacción entre sus integrantes, abordar al solución de los problemas, superar los obstáculos que se presenten y concluir a partir del debate de ideas. El docente desempeña la función de guía, mantiene el desarrollo del trabajo y colabora cuando observa que el grupo se encuentra ante una situación que no puede salvar por sí mismo, plantea algunas pistas con nuevas preguntas que ayuden a los estudiantes a orientarse para superar las dificultades. En este proceso los docentes debemos ser pacientes y perseverantes, debido a que el desarrollo de las actitudes, capacidades y competencias que exige el trabajo grupal en los estudiantes quizás no se perciba en forma inmediata.

Comprender que la enseñanza debe ocuparse tanto del aprendizaje de los contenidos es-

pecíficos, como del desarrollo de actitudes, capacidades y competencias, tales como espíritu crítico, compromiso, responsabilidad, creatividad, análisis, síntesis, nos lleva a replantear las situaciones de aprendizaje de laboratorio. Entendemos que el aprendizaje colaborativo de los estudiantes con ayuda del docente es muy importante en la formación de las actitudes, capacidades y competencias mencionadas, y resulta fundamental para que los estudiantes expliciten sus pensamientos y negocien los significados y procedimientos (Kofman 2004). Si bien las explicaciones del docente juegan un rol importante en la enseñanza, hay que tener en cuenta que el aprendizaje es producto fundamental de las actividades de comprensión que el estudiante realice, las que deben ser propuestas y apoyadas por el docente: *el aprendizaje es una consecuencia del pensamiento* (Perkins 1997; Kofman 2004).

De allí que la innovación pedagógica propuesta en este trabajo está dirigida a que los estudiantes tengan un rol protagónico y activo en el desarrollo de las experiencias de laboratorio, que realicen un trabajo cooperativo mediante la división de tareas entre los integrantes del grupo, así cada persona es responsable de una parte del desarrollo de la experiencia. También que realicen un trabajo colaborativo que implica que los estudiantes se involucren en un esfuerzo coordinado para realizar el informe de laboratorio. La adopción de estas actitudes por los estudiantes es una tarea que requiere de un proceso gradual de aprendizaje que depende de las destrezas y capacidades cognitivas de cada individuo.

Para evaluar el proceso de logro de aprendizajes de los estudiantes, las rúbricas son una herramienta idónea para tal fin. Las mismas integran un amplio rango de criterios que evalúan de modo progresivo el tránsito de un desempeño incipiente o novato al grado de experto. Mediante la rúbrica evaluamos el informe de laboratorio y el proceso de interacción cooperativa al interior de un grupo de trabajo (Darling-Hammond 2006).

La rúbrica es una matriz de valoración de la calidad del proceso de realización de la tarea asignada. Constituye una guía para asignar el puntaje o una lista de chequeo, a través de la

cual se identifican los estándares y los criterios con respecto de un determinado trabajo. Permite que el alumno conozca los criterios que el docente utiliza para evaluar el desempeño del grupo. De este modo la rúbrica se constituye para el alumno, en una herramienta que guía la realización de la tarea y el proceso de autoevaluación grupal (Van Gool, 2009).

Esta nueva modalidad de enseñanza y evaluación, demandó por parte de los docentes modificar su enfoque respecto a la realización de los trabajos prácticos de laboratorio. Se pasa de una clase en la que el docente enuncia los modos apropiados de realización del trabajo práctico e incluso lleva a la práctica algunos de los pasos requeridos para la experiencia, a una clase donde actúa como guía a través de preguntas orientadas. La generación de preguntas, a partir de las dificultades o dudas que el grupo plantea, lleva a los alumnos a vincular teoría-práctica y profundizar en la comprensión del proceso objeto de la tarea grupal. Además, a través de las respuestas recibidas, el docente puede ir conformando el perfil de grupo o de cada integrante lo que le permite un seguimiento más preciso del proceso de aprendizaje grupal e individual.

A través de la propuesta de trabajo colaborativo y cooperativo y la utilización de la rúbrica, en las prácticas de laboratorio, los objetivos de la propuesta de innovación son: 1- Observar en los estudiantes disposición a participar en la tarea grupal a través de la distribución de tareas, la deliberación de ideas, la organización y el compromiso por el trabajo a realizar. 2- Observar en los estudiantes la utilización del pensamiento crítico en el análisis de los datos, su interpretación y en la elaboración de conclusiones e informe de laboratorio.

El aprendizaje, la enseñanza y las estrategias de innovación: breve referencia a perspectivas teóricas

Un aprendizaje eficaz y significativo es aquel que se logra, en parte, a través de una enseñanza para la comprensión. En general se observa que según el modo en que me enseño y evalúan, aprendo, pienso y actúo. Por

eso la buena enseñanza, es aquella que permite comprender, retener y usar el conocimiento. Aprender es más que adquirir conocimiento, memorizarlo, es comprensión e internalización del saber adquirido, de tal manera que lo uso toda vez que las diferentes situaciones que se presentan, lo requieran. La enseñanza, por lo tanto, debe requerir a los estudiantes la necesidad de manipular información, resolver problemas y descubrir nuevos significados en un proceso de práctica reflexiva.

Existe literatura abundante respecto de los enfoques de los estudiantes en relación con sus aprendizajes. Podemos, a manera de simplificación, caracterizar dos grandes enfoques: *Nivel superficial de aprendizaje*: la atención del alumno está dirigida al texto mismo con la intención de reproducirlo. Es decir, la forma de estudiar del alumno es tratar de *memorizar* los materiales de lectura en relación con las evaluaciones académicas. *Nivel profundo de aprendizaje*: la atención del alumno está dirigida a *comprender* el significado del contenido. En este caso la forma de estudiar del alumno implica plantear interrogantes, establecer relaciones, identificar causas y consecuencias, establecer analogías, es decir se orienta hacia la comprensión del significado de los materiales a ser aprendidos. Newman y Welage (1993), citado por Litwin (2008), señalan que: el conocimiento superficial es una consecuencia de estrategias educativas que proponen cubrir grandes cantidades de información fragmentada y que, por lo tanto, generan un conocimiento trivial de conceptos importantes expresado en una familiaridad superficial con el significado. El conocimiento profundo implica un reconocimiento sustantivo de las ideas y se demuestra al considerarlas; los estudiantes están en condiciones de realizar distinciones claras, desarrollar argumentos, resolver problemas o construir explicaciones.

Biggs (1987) afirma que un alumno que adopta el enfoque de aprendizaje profundo está interesado en la tarea académica y disfruta realizándola; explora el significado esencial del fragmento de un texto o la intención del autor; personaliza la tarea, tornándola significativa a su propia experiencia y al mundo real; integra aspectos o partes de la tarea en un todo;

percibe relaciones entre esta totalidad y los conocimientos anteriores e intenta teorizar sobre la tarea y formula hipótesis. Mientras que un alumno que adopta un enfoque superficial de aprendizaje percibe a la tarea como una demanda que hay que satisfacer, como una imposición necesaria para alcanzar un objetivo, por ejemplo una nota; ve los aspectos o partes de la tarea, como componentes no relacionados entre sí o con otras actividades; está preocupado por el tiempo que le insume llevar a cabo la tarea de estudio; pasa por alto los significados que la tarea puede tener para su formación y confía en la memorización e intenta reproducir los aspectos superficiales de lo que aprende.

Perkins (1997) sostiene que una seria deficiencia observada en los alumnos es la que constituye el *conocimiento frágil*, el que se manifiesta en diversos problemas: *Conocimiento olvidado*, *Conocimiento inerte*, *Conocimiento ingenuo* y *Conocimiento ritual*. Estos cuatro problemas según este autor se oponen a las metas de la educación para la comprensión, que son: retención, comprensión y uso del conocimiento y dan por resultado una conducta característica “el *síndrome del conocimiento frágil*”

Otra deficiencia destacada por Perkins es el *pensamiento pobre*: Pensar con lo que se aprende es uno de los fines de la educación, es decir, el uso activo del conocimiento. Cuando los alumnos deben resolver un problema que les exige relacionar conocimientos, hacer inferencias, planificar o cuando tienen que leer un texto que les demanda interpretar, explicar lo leído, analizarlo críticamente, se observa en general que los estudiantes no están aprendiendo a hacerlo, están careciendo de pensamiento crítico. Lauren Resnick, codirectora del Learning Research and Development Center de la Universidad de Pittsburgh, señaló en una conferencia desarrollada en 1996, que “*si los estudiantes no aprenden a pensar con los conocimientos que están almacenando, dará lo mismo que no los tengan*”.

Si se reconoce que el aprendizaje es una consecuencia del pensamiento, entonces se debe abogar por un tipo de aprendizaje activo, reflexivo, que implique en el alumno involucrarse en el proceso de construcción del conocimiento y no en la mera acumulación de

hechos y rutinas. Ahora bien hay alumnos que, independientemente o en algunos casos, a pesar del docente, piensan con los conocimientos, operan y por lo tanto logran un aprendizaje, profundo, significativo y duradero. Sin embargo la mayoría de los estudiantes y sobre todo en los primeros años, necesita que el docente le ofrezca oportunidades para desarrollar las habilidades propias de un aprendizaje eficaz y no sólo le comunique hechos y rutinas. De existir dichas oportunidades está en el alumno aprovecharlas o no.

Sin embargo, estas oportunidades que le brinda el docente exigen de parte del estudiante, entre otras: lectura reflexiva previa del material recomendado, participación en grupos de discusión para el análisis crítico y aplicación en situaciones planteadas. Es decir requiere de no solo capacidades sino algo más: *esfuerzo continuo* que responda a una buena motivación, a orientaciones adecuadas y al tiempo necesario que se le dedique a la actividad, *responsabilidad y compromiso con la tarea de aprender*. No significa que estos requisitos sustituyan a la inteligencia.

Otro autor, cuyos aportes nos impulsó a realizar la innovación en el curso de física, fue Carlino (2005), dado que ante la dificultad que presentan los alumnos en lo referente a las habilidades para comunicarse en forma escrita y oral decidimos integrar la práctica de lectura y escritura para aprender, como parte del curso. Para ello, utilizamos el cuaderno de laboratorio donde el grupo escribe el informe producto del proceso experimental y las conclusiones realizadas en el laboratorio.

En relación con el proceso de construcción de la propuesta de innovación pedagógica, el equipo docente adopta en general la perspectiva constructivista sociocultural (Vygotsky, 1986 y 1988; Leontiev, 1978; Luria, 1987; Rogoff, 1993), dado que es la que da fundamento teórico al aprendizaje situado basado en trabajos en equipos cooperativos y desempeños de producción. Esta perspectiva teórica sostiene que el conocimiento es situado, porque es parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza. En consecuencia un principio central de esta concepción es que los estudiantes deben aprender

en el *contexto pertinente (laboratorio)* y un segundo principio es que la unidad de análisis deja de ser el individuo y pasa a ser la actividad de las personas, en contextos de práctica determinados, en término de posibilidades y restricciones que ofrecen, para promover el desarrollo de las capacidades del individuo. En síntesis, como afirma (Díaz Barriga, 2006), la unidad básica de análisis en esta perspectiva no es el individuo en singular, ni los procesos cognitivos o el aprendizaje “en frío”, sino la acción recíproca, es decir, la actividad de las personas que actúan en contextos determinados. Esta perspectiva pone énfasis en la *participación en comunidades de práctica auténtica*, donde se destaca la colaboración, la pertinencia y la posibilidad abierta de cambio y aprendizaje continuo; el diseño de instrucción debe enfocarse en la creación de *ambientes de aprendizaje* caracterizados por su flexibilidad, en términos de su apertura a roles e identidades por parte de los actores y múltiples perspectivas; el rol del docente requiere el empleo de la reflexión y observación participante en el grupo posibilitando una metodología de diseño de instrucción participativo.

Dentro de este marco teórico compartimos con Lucarelli (2003), pedagoga de la Universidad de Buenos Aires con larga experiencia en talleres de formación de docentes universitarios, cuando sostiene: *“La innovación es aquella práctica protagónica de enseñanza o de programación de la enseñanza, en la que, a partir de la búsqueda de la solución de un problema relativo a las formas de operar con uno o varios componentes didácticos, se produce una ruptura en las prácticas habituales que se dan en el aula de clase, afectando el conjunto de relaciones de la situación didáctica”*. Por su parte Libedinsky (2001) define: *“innovación didáctica emergente a las propuestas de enseñanza generadas por docentes, caracterizadas por la ruptura y oposición con prácticas vigentes consolidadas, por estar profundamente ensambladas con el contenido curricular disciplinar, y atender tanto a los intereses culturales de los docentes que las diseñan y lideran, como a los intereses culturales de sus estudiantes”*.

Se trata de propuestas no institucionales, ya que son los docentes mismos quienes las pien-

san, las proyectan, ejecutan y experimentan sus efectos. Es decir son los mismos docentes, en forma voluntaria, que provocan una perturbación en sus modos de enseñar.

Lippsman (2002) sostiene *“la innovación implica introducción o incorporación de algo nuevo a una realidad preexistente donde aparecen aspectos innovadores de las nuevas propuestas, donde no todo es innovador. Las propuestas pueden ser parcialmente innovadoras cuando se modifican aspectos, instancias o partes del sistema vigente, son parciales cuando no rompen en su totalidad con las tradiciones de sus cátedras, o con el mismo sistema de regulación. Son innovadoras con respecto a algo y ese “algo” refiere a “algo vigente”, “tradicional”, “clásico”, “viejo” o “anterior”*”.

Descripción de la propuesta de innovación pedagógica

La experiencia de innovación se realizó en las clases de laboratorio de Física General y Biológica durante el ciclo lectivo 2009. La cantidad de inscriptos a la materia fue de 101 estudiantes, los que fueron distribuidos en dos comisiones. En la primera clase teórica, el docente responsable presentó la asignatura y explicó la propuesta innovadora para los trabajos prácticos de laboratorio que se llevaría adelante durante el ciclo lectivo. Los integrantes de cada comisión fueron distribuidos el primer día de clase, en grupos de 5 o 6 estudiantes, los que se mantuvieron fijos durante toda la cursada.

La Cátedra publica una guía de trabajos prácticos compuesta por una guía de problemas y una de experiencias de laboratorio. Esta última está estructurada en 10 prácticas, cada una de las cuales posee objetivos, fundamento teórico, técnica de laboratorio detallada paso a paso y bibliografía sugerida para consulta. La guía de problemas posee un listado de situaciones problemáticas correspondientes a cada unidad temática, organizadas en orden creciente de dificultad.

Al inicio de la clase, el Jefe de trabajos prácticos expone una breve reseña de los conceptos fundamentales y de la técnica de laboratorio,

a los efectos de asegurar que los estudiantes posean los conocimientos mínimos necesarios para llevar a cabo la experiencia. Posteriormente, 4 grupos pasan al laboratorio, acompañados cada uno por un docente graduado. El resto de los grupos quedan en el aula resolviendo problemas con los ayudantes alumnos, supervisados por el Jefe de trabajos Prácticos. Al finalizar la clase todos los grupos pasaron por el laboratorio y resolvieron los problemas aconsejados.

Cada grupo realizó la experiencia de laboratorio, relevó datos, obtuvo resultados con sus correspondientes incertezas, los contrastó con valores de tabla y enunció conclusiones respecto a lo actuado. Por ejemplo: en la experiencia de *determinación del calor específico de un sólido por el método de mezclas*, se distribuyeron las tareas entre los integrantes del grupo: armar el equipo experimental, pesar, medir temperaturas, relevar los datos, realizar los cálculos, comparar el resultado experimental con el valor de referencia (Weast, 1988) para analizar discrepancias. En este punto, es donde los integrantes deliberan sobre los resultados obtenidos, se detienen a reflexionar sobre fuentes de incertezas presentes en el desarrollo de la experiencia y establecen una relación con los conceptos tratados en las clases teóricas. El grupo realizó un informe escrito en un cuaderno de laboratorio, que entregó al final de la clase. Los docentes tuvieron la función de controlar y evaluar a los grupos con la mínima intromisión, asistiendo a la totalidad de los grupos durante la cursada. El control del cuaderno de laboratorio fue realizado por el mismo docente que evaluó al grupo, recurriendo a la rúbrica del cuaderno (Cuadro 1) y el seguimiento en el laboratorio fue evaluado utilizando la rúbrica de laboratorio (Cuadro 2).

Cada grupo obtuvo una nota de trabajo práctico (TP) ponderando el desempeño en el laboratorio y en el cuaderno. Dicha nota fue contemplada dentro de los criterios establecidos para la aprobación (la nota de trabajo práctico representa un 10% de la nota final de cursada). La nota del TP surgió de la siguiente fórmula:

$$\text{Nota TP} = \text{NL} \cdot 0,4 + \text{NC} \cdot 0,6$$

Referencias: NL = nota de desempeño de laboratorio; NC = nota de cuaderno.

Las prácticas de laboratorio evaluadas se relacionaron con los siguientes temas: densidad por el método hidrostático (DMH), densidad por el picnómetro (DP), centro de gravedad del tractor (CG), plano inclinado (PI), presión (Pr), tensión superficial (TS), viscosidad (Visc) y calorimetría (Calor). Estos experimentos son cuantitativos y requieren la recopilación ordenada de datos. Los estudiantes utilizaron equipos e instrumentos, realizaron mediciones, identificaron y estimaron errores e interpretaron los resultados. Para el análisis de estos resultados se efectuaron tablas y trazaron figuras. Los resultados obtenidos se analizaron con el programa Statistical Analysis Systems (SAS Institute, 1985). El diseño experimental fue en bloques completos y aleatorizados. Las medias de cada tratamiento se compararon mediante la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) ($p \leq 0,05$) cuando el ANOVA fue significativo.

Evaluación de la propuesta de innovación pedagógica

El primer año de implementación de la propuesta docente mostró a los estudiantes comprometidos en su tarea, debido a que las notas obtenidas, tanto en el laboratorio y en el cuaderno por los grupos, fueron superiores a cuatro no registrándose desaprobado en los diferentes TP (Figuras 1 y 2). En general, las notas dependieron del grupo y las mismas tendieron a aumentar con el transcurso del tiempo. Los docentes observamos que al comienzo de la implementación de la innovación pedagógica, a los estudiantes les costó adaptarse a la misma debido probablemente al fuerte acostumbramiento a las tareas programadas con procedimientos estandarizados que el estudiante trae incorporado en su formación académica. Esto se evidenció al observar que los grupos cuando ingresaban al laboratorio adoptaban una actitud pasiva a la espera de las directivas del do-

Cuadro 1. Rúbrica de cuaderno, utilizada para calificar los informes de laboratorio

ASPECTOS	EXPERTO 10	AVANZADO 7,5	INTERMEDIO 5	NOVATO 2,5
ORGANIZACIÓN (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ordenado. ■ Completo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desordenado. ■ Completo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ordenado. ■ Incompleto. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desordenado. ■ Incompleto.
REDACCIÓN (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Coherencia y claridad en la escritura. ■ Lenguaje preciso y rico. ■ Control de la ortografía, puntuación y sintaxis. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Coherencia y claridad. ■ Lenguaje aceptable y medianamente rico. ■ Control de la ortografía, puntuación y sintaxis. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Medianamente coherente y legible. ■ Lenguaje muy simple e impreciso. ■ Algunos errores de ortografía, puntuación o sintaxis. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incoherencia y falta de claridad en la escritura. ■ Lenguaje pobre y poco preciso. ■ Errores en la ortografía, puntuación y sintaxis.
RELEVAMIENTO DE DATOS (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anota todas las mediciones. ■ Cada medida con su identificación, referencia y unidades. ■ Cantidad correcta de cifras significativas. ■ Anota las constantes involucradas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anota todas las mediciones. ■ Faltan algunas identificaciones, referencias o unidades. ■ Cada medida posee la cantidad correcta de cifras significativas. ■ Anota las constantes involucradas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anota todas las mediciones. ■ Faltan algunas identificaciones, referencias o unidades. ■ Faltan cifras significativas en las mediciones. ■ Anota las constantes involucradas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No anota todas las mediciones. ■ No identifica referencias y unidades. ■ Faltan cifras significativas en las mediciones. ■ No anota todas las constantes involucradas.
CÁLCULOS (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplica correctamente las ecuaciones. ■ Obtiene los resultados con las unidades correctas. ■ Calcula errores. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplica correctamente las ecuaciones. ■ No indica todas las unidades pero obtiene el resultado correcto. ■ Calcula errores. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identifica las ecuaciones y las aplica. ■ Comete algún error de unidades o de cálculo y no llega al resultado. ■ No calcula errores. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Utiliza incorrectamente las ecuaciones y no llega al resultado correcto. ■ No calcula errores.
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interpreta correctamente los resultados y concluye con argumentos lógicos con lenguaje preciso. ■ Identifica factores que incidieron sobre el resultado. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interpreta adecuadamente los resultados y concluye con argumentos teóricos con lenguaje aceptable. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interpreta los resultados pero concluye en forma incorrecta o mal justificada. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No interpreta los resultados y no emite conclusión

Cuadro 2. Rúbrica de laboratorio, utilizado para calificar el desenvolvimiento de los grupos en el laboratorio.

ASPECTOS	MUY BIEN 10	BIEN 7,5	REGULAR 5	INSUFICIENTE 2,5
INTEGRACIÓN DEL GRUPO (25%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los alumnos del equipo están bien integrados : Todos participan activamente ■ Son proactivos: Tienen iniciativa, aportan ideas, son independientes. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los alumnos están bien integrados: La mayoría participa de manera activa. ■ Pero no son proactivos : Algunas veces necesitan ayuda, no son totalmente independientes 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los alumnos no están integrados: Pocos participan de manera activa. ■ No son proactivos: La mayoría de las veces requieren explicaciones adicionales, no trabajan de manera independiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No están integrados y no trabajan: Ninguno participa. ■ No son proactivos: Dependen totalmente de la ayuda del auxiliar.
MEDIDAS DE SEGURIDAD (25%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Trabajan de modo cuidadoso y ordenado evitando poner en riesgo a sus compañeros o ellos mismos. ■ Manipulan el material de manera correcta y cuidadosa para evitar daños o roturas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Trabajan de manera cuidadosa, a pesar de ser algo desordenados ■ Utilizan algunos elementos de manera incorrecta. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No ponen en riesgo a las personas del grupo pero trabajan desordenados ■ Son descuidados en la manipulación del material de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Trabajan de manera peligrosa poniendo en riesgo a las personas. ■ Descuidan el material de laboratorio produciéndose roturas y daños
LECTURA PREVIA (25%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Leyeron previamente la teoría y la guía de TP. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Leyeron las guías de TP pero con algunas dificultades en los conceptos teóricos. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Solamente leyeron la guía de TP pero desconocen los conceptos desarrollados en la teoría. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No leyeron la guía De TP ni la teoría previa
DESEMPEÑO EN LA PRÁCTICA (25%)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Son puntuales. ■ Realizan el trabajo según la guía. ■ Obtienen resultados. ■ Limpian y ordenan el material utilizado. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Son puntuales. ■ Realizan el trabajo según la guía. ■ No obtienen todos los resultados. ■ Limpian y ordenan el material utilizado.. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No son puntuales. ■ No realizan todo el trabajo según la guía. ■ No obtienen resultados. ■ No limpian y ordenan todo el material utilizado. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ No asisten o llegan tarde los integrantes. ■ No trabajan según la guía. ■ No obtienen resultados. ■ No limpian y ordenan el material utilizado.

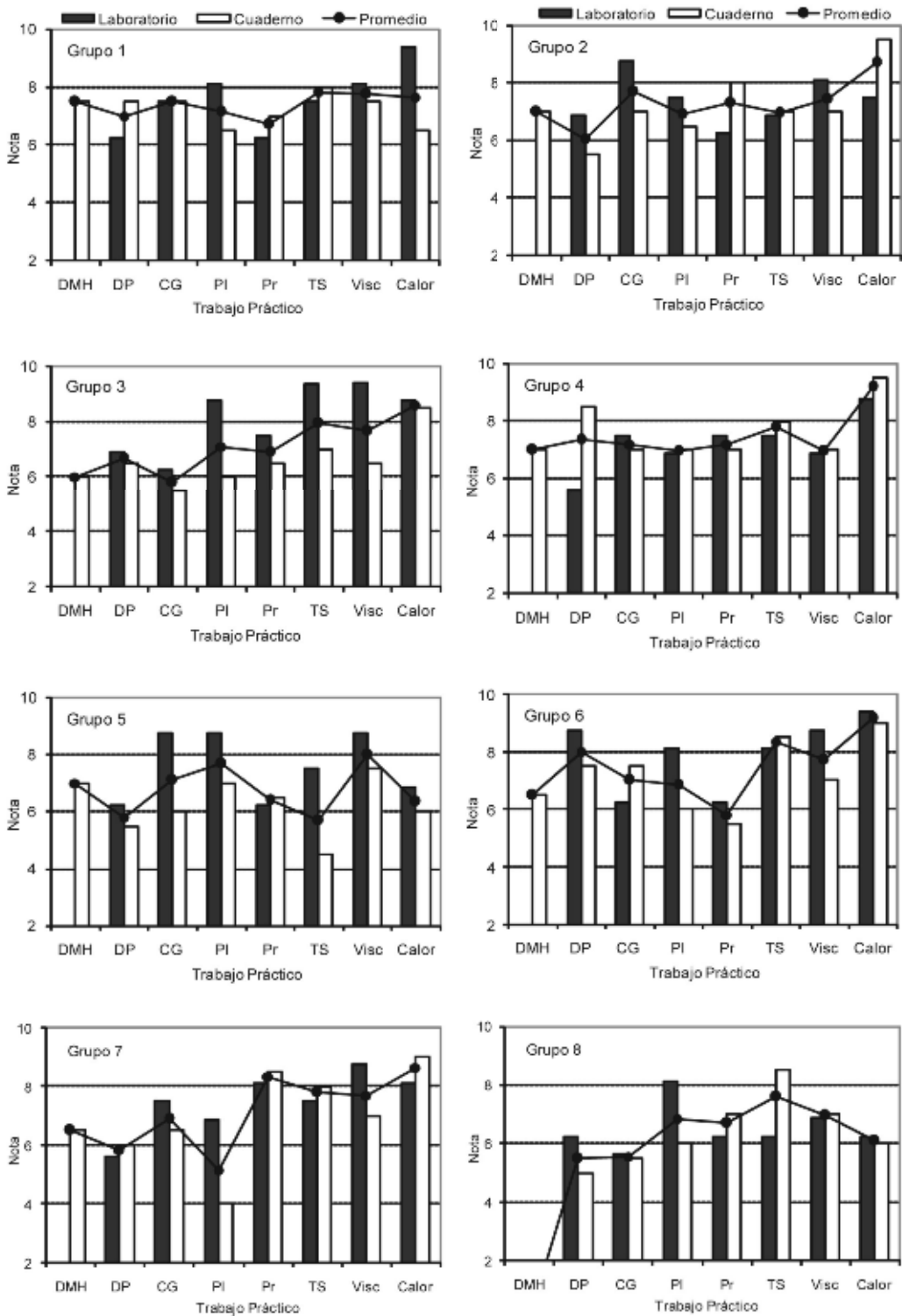


Figura 1. Evolución de notas obtenidas por grupo en el laboratorio y cuaderno. Grupo mañana. Referencias: densidad por el método hidrostático (DMH), densidad por el picnómetro (DP), centro de gravedad del tractor (CG), plano inclinado (PI), presión (Pr), tensión superficial (TS), viscosidad (Visc) y calor (Calor).

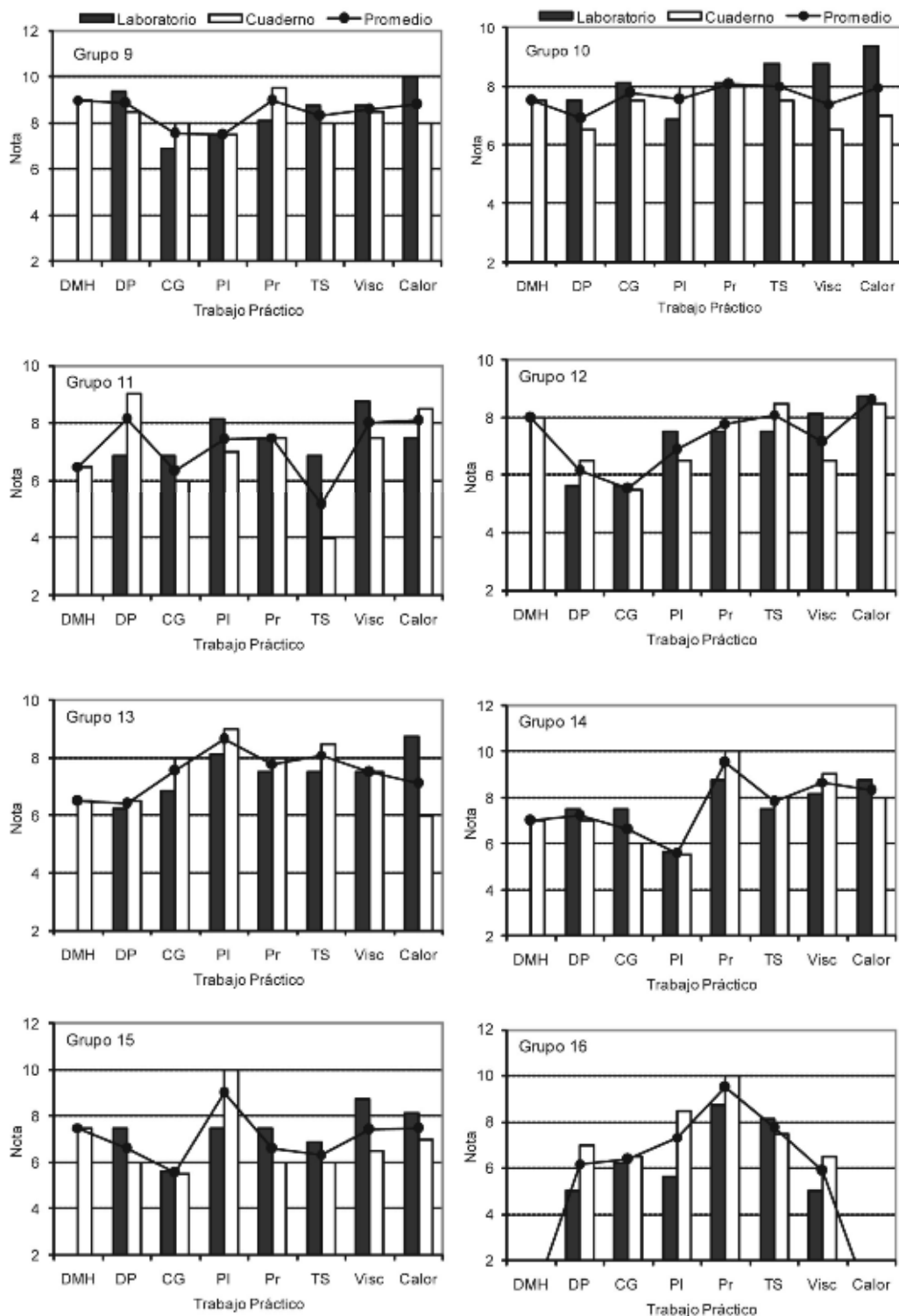


Figura 2. Evolución de notas obtenidas por grupo en el laboratorio y cuaderno. Grupo Tarde. Referencias: densidad por el método hidrostático (DMH), densidad por el picnómetro (DP), centro de gravedad del tractor (CG), plano inclinado (PI), presión (Pr), tensión superficial (TS), viscosidad (Visc) y calor (Calor).

Cuadro 3. Análisis de Varianza (Suma de cuadrados tipo I)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (gl)	Media de Cuadrados (CM)	F _{calculado}	valor p
Práctico	44,3	7	6,34	1,9	0,07
Rúbrica	9,2	1	9,28	6,5	0,04*
Práctico*Rúbrica	8,5	6	1,43	0,4	0,86
Error	793,5	240	3,31		
Total	855,7	254			

* indica diferencias significativas a $p \leq 0,05$

cente a cargo. Éste orientaba a los grupos para empezar a trabajar con los materiales disponibles en la mesa de trabajo y a consultar la guía de laboratorio. A pesar de que el docente indicaba las mínimas pautas, en los primeros prácticos, los estudiantes preguntaban ¿qué tenemos que hacer? ¿Qué pasos seguimos? A medida que transcurrieron las clases observamos que los estudiantes adquirieron habilidades que le permitieron llevar a cabo las tareas en forma independiente. Esto coincide con lo citado por Kofman (2004) donde expresa que: *“Los docentes hemos constatado que si se persiste con la metodología propuesta, los estudiantes empiezan a buscar los caminos y luego de un cierto tiempo se terminan acostumbrando a la misma”*.

Los trabajos prácticos en general presentaron similares dificultades ($p \geq 0,05$) para todos los grupos (Cuadro 3). Sin embargo, los grupos tuvieron mejor ($p \leq 0,05$) desempeño en el laboratorio que en el cuaderno, siendo la nota promedio para el primero de 7,3 y para el segundo de 6,8. Los docentes pudimos observar en los estudiantes un trabajo cooperativo, debido a que los integrantes del grupo se distribuyeron tareas y organizaron sin dificultades. Esto les permitió aprender más y mejor, ya que participaron activamente en la organización de la actividad y en la búsqueda de relaciones entre la información nueva y la ya conocida provocando aprendizajes más duraderos y más profundos. Esta reflexión coincide con lo citado por Litwin (2008): *“el trabajo en equipo permite que los estudiantes se organicen,*

distribuyan tareas, formulen y confronten hipótesis, deliberen sobre ideas diferentes y que cada uno de ellos se transforme en un recurso para los demás. Los alumnos no desempeñan espontáneamente bien estas tareas. Ellos tendrán que reconocer, asumir y practicar las responsabilidades que cada uno tiene para el desarrollo del trabajo”.

Al analizar las notas obtenidas por los grupos en las diferentes categorías de evaluación del cuaderno de laboratorio, se estableció que las calificaciones en Análisis de los Resultados y Conclusiones (CON) fueron significativamente menores (5,7) al resto de las categorías (7,5) (Figura 3). Esto fue debido a que, en algunos TP, las mayores dificultades observadas al corregir los informes surgieron al realizar tablas, trazar figuras e interpretar los resultados de las mismas, que les permitiera posteriormente arribar a una conclusión. Estos resultados corroboraron lo observado sistemáticamente durante las clases de laboratorio, donde los grupos realizaban el informe sin dificultades, pero al momento de emitir las conclusiones solicitaban asistencia del auxiliar a cargo. Aún así, los grupos tuvieron dificultades en transmitir por escrito las observaciones y apreciaciones de la experiencia en las conclusiones. Esto muestra que los estudiantes no han adquirido las estrategias para el análisis de resultados y la elaboración de una conclusión. Los docentes observamos que los estudiantes tienen dificultades para escribir adecuadamente las conclusiones, debido a que no tienen la experticia necesaria para tal fin. Esto coincide con lo citado por

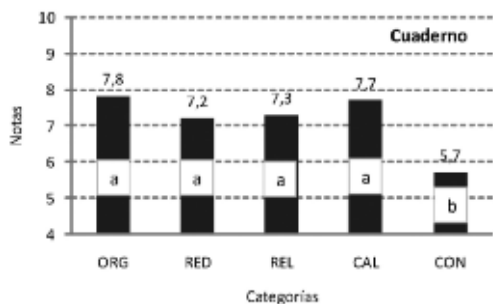


Figura 3. Criterios de evaluación de cuaderno de laboratorio. Letras iguales indican que no se establecieron diferencias significativas entre los tratamientos para un $p \leq 0,05$. Categorías: organización: ORG; redacción: RED; relevamiento de datos: REL; cálculos: CAL; análisis de los resultados y conclusiones: CON.

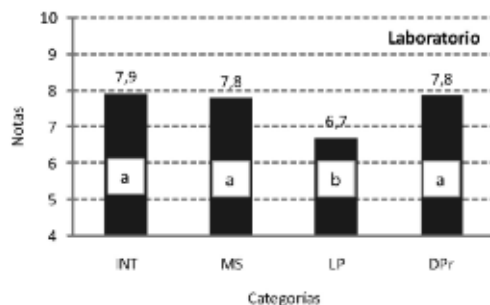


Figura 4. Criterios de evaluación del desempeño en el laboratorio. Letras iguales indican que no se establecieron diferencias significativas entre los tratamientos para un $p \leq 0,05$. Categorías: integración del grupo: INT; medidas de seguridad: MS; lectura previa: LP; desempeño en la práctica: DPr.

Carlino (2005), quién indica que: “Los estudios en alfabetización académica constatan que la lectura y escritura exigidas en la Universidad se aprenden en ocasión de enfrentar las prácticas de producción discursiva y consulta de texto propios de cada materia”.

Los criterios de evaluación del desempeño en el laboratorio también se diferenciaron significativamente, determinándose que las notas de Lectura Previa (LP) fueron menores (6,7) que el resto de las categorías (7,8) (Figura 4). Estos resultados corroboran lo observado por los docentes en la actitud de los estudiantes en el laboratorio. En general, los grupos tuvieron dificultades en tener iniciativa propia para comenzar en forma independiente la práctica, debido a que no tenían los conceptos teóricos prácticos mínimos necesarios, para salvar esto debieron leer la guía en forma simultánea a la realización del TP. Sin embargo, una vez iniciada la tarea los grupos mostraron buena predisposición e interés para realizarla, actitud que fue mejorando con el transcurso del tiempo. El trabajo en el laboratorio otorga confianza al estudiante y genera un espacio de reflexión.

La opinión de los alumnos

Los docentes consideramos importante la opinión de los estudiantes a la hora de evaluar la propuesta de innovación pedagógica. Para ello los integrantes de cada grupo respondieron en la última clase a una encuesta, en la que enunciaron los aspectos positivos y negativos de las clases de laboratorio. Entre los aspectos positivos, los grupos resaltaron el dinamismo en el laboratorio, ya que los grupos son reducidos y cada integrante cumple una función, aplican técnicas de laboratorio y fijan conceptos teóricos. Entre los aspectos negativos, la mayoría de los grupos sugirieron que el informe se entregue en la clase siguiente, en vez del mismo día, a los efectos de no restar tiempo a las clases de problemas.

Reflexión del equipo docente

Los docentes sabemos que asumir nuevas propuestas que generen reales rupturas con aspectos de prácticas vigentes no es tarea sencilla. Sin embargo, el equipo docente asumió

y sostiene seguir adelante el desarrollo de la nueva propuesta de innovación. La aplicación de la innovación representa un aporte importante para la transformación en la tradición de las clases de laboratorio de Física en esta Facultad. Los resultados obtenidos se consideran promisorios, sin embargo aparecieron nuevas problemáticas que debemos resolver ¿Cómo podemos resolver el inconveniente que surge a partir de la falta de lectura previa en el alumno? ¿Cómo podemos solucionar la falta de entrenamiento para elaborar en forma escrita una conclusión?

Consideramos la necesidad de realizar una serie de ajustes para las nuevas cohortes:

- Mantener la entrega de informes al final de la clase de laboratorio. A pesar de que los alumnos solicitaron por medio de las encuestas que la entrega del informe se realice en la clase siguiente, consideramos que la recepción de la producción del grupo el mismo día en que fue realizada la experiencia en el laboratorio favorece la eficiencia en el uso del tiempo y la eficacia en los resultados.

- Reasignar puntaje a los criterios de evaluación en ambas rúbricas ponderando según su importancia. Pensamos que los criterios de evaluación según la dificultad que representa su resolución para los alumnos debe corresponder una ponderación diferenciada.

Los docentes consideramos que el trabajo cooperativo y colaborativo estimuló a los estudiantes a trabajar en equipo, organizando y distribuyendo tareas y cada uno se transformó en parte de la construcción del conocimiento. Esto no sólo desarrolla y consolida aprendizajes sino que enseña el valor de la ayuda, del trabajo solidario, el aprender a respetar y consensuar opiniones diversas. Sin embargo, la falta de lectura previa de los conceptos teóricos limitó a los grupos a tomar la iniciativa para comenzar la experiencia, debiendo leer la guía en forma simultánea a la realización del TP. Esta carencia de conocimientos teóricos previos también se vio reflejada en las dificultades observadas al momento de emitir las conclusiones en el informe de laboratorio.

Referencias

- Biggs, J.B. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Melbourne: Consejo australiano de investigación educativa, pp. 12.
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la Universidad*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, pp. 9-16.
- Darling-Hammond, L. (2006). La evaluación auténtica centrada en el desempeño: una alternativa para evaluar el aprendizaje y la enseñanza. En: *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. Ed. McGraw-Hill Interamericana, pp. 125-164.
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. Ed. McGraw-Hill Interamericana, pp. 19.
- Kofman, H. A. (2004). Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física universitaria y la capacitación docente. *Revista de Enseñanza de la Física*, 17, pp. 51-62.
- Leontiev, A. (1978). *Actividad, conciencia y personalidad*. Buenos Aires: Ciencias del Hombre.
- Libedinsky, M. (2001). *La innovación en la enseñanza. Diseño y documentación de experiencias de aula*, pp. 59.
- Lipssman, M. (2002). Nuevas propuestas de evaluación en las prácticas de los docentes de la facultad de farmacia y bioquímica de la universidad de buenos aires. *La innovación en la evaluación*". *Tesis de Maestría*, pp. 55.
- Litwin, E. (2008). El oficio de enseñar. En: *El oficio en acción: construir actividades, seleccionar casos, plantear problemas*. Barcelona: Ed. Paidós SAICF, pp. 89-116.
- Lucarelli, E. (2003). El eje teoría práctica en cátedras universitarias innovadoras, su incidencia dinamizadora en la estructura didáctico curricular. *Tesis doctoral*. UBA.
- Luria, A. R. (1987). *Desarrollo histórico de los procesos cognitivos*. Madrid: Akal.

- Newman, F. M. & Wehlage, G. G. (1993). Five standars for authentic instruction. *Educational Leadership*, 50 (87), pp.15-19.
- Perkins, D. (1997). *La escuela inteligente*. España: Gedisa, pp. 31-38.
- SAS. Institute. (1985). User's guide. Statistics version. 5th ed. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Teasley, S. D. y Roschelle, J. (1993). Computers as cognitive tools. USA: Lawrence Erlbaum associates.
- Van Gool, M. (2009). Metodología de investigación en ciencias agrarias: proceso y estrategia de enseñanza. En libro de resúmenes. Primer congreso internacional de pedagogía universitaria. UBS. Eudeba, pp. 806.
- Vygotsky, L. (1986). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- Vygotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Grijalbo.
- Weast, R. C. (1988). *Handbook of Chemistry and Physics*. USA: CRC Press, Inc.