

Actividades de aula generadas en el Taller de Enseñanza de Física.

- ❖ **DIEGO PETRUCCI** | diegope@gmail.com
- ❖ **OSVALDO CAPPANNINI** | cappa@iflysib.unlp.edu.ar

Facultad de Ingeniería | Facultad de Ciencias Exactas | Facultad de Ciencias Naturales y Museo | Universidad Nacional de La Plata

RESUMEN

Se presentan 12 actividades de aula generadas por equipos docentes de un curso universitario de física. Las actividades han sido recopiladas mediante un trabajo de investigación biográfica y documental. Esta compilación puede resultar útil para otros docentes de todos los niveles.

PALABRAS CLAVE

Actividades de aula, Enseñanza de Física, Taller, Herramientas docentes.

INTRODUCCIÓN

En el diccionario (RAE, 2011), la segunda definición de estrategia es “Arte, traza para dirigir un asunto”. Implica realizar un plan y tomar decisiones durante su implementación. En educación, «Estrategia de enseñanza» alude a planificar la enseñanza y el aprendizaje desde principios y concede importancia al juicio del profesor. Implica el desarrollo y puesta en práctica de una línea de conducta y puede representarse mediante una secuencia de actividades (Stenhouse, 1996). Desde esta perspectiva, una actividad de aula es la unidad a partir de la cual se construyen las estrategias. Un catálogo de actividades, puede resultar útil a la hora de planificar para lograr los objetivos que nos propongamos como docentes. En este trabajo presentamos 12 actividades recopiladas mediante una investigación en el nivel universitario.

Han sido desarrolladas a lo largo de 30 años por diferentes equipos docentes del Taller de Enseñanza de Física (TEF). El TEF es una de las dos modalidades con la que los estudiantes de Ciencias Naturales (Licenciaturas en Biología y Geología) pueden cursar Física General (Cordero y otros, 1996). Es un curso de características constructivistas que se viene dictando desde 1984 y que ha sido objeto de estudio de dos tesis doctorales (Petrucci, 2009; Cordero, 2012). Concebimos a las actividades como herramientas, a las que podemos recurrir para lograr en el aula los objetivos propuestos. Las herramientas no pueden utilizarse aisladamente, sino que es necesario conformar con ellas una estrategia. Al enfrentar alguna dificultad docente podemos recurrir a las herramientas metodológicas (Petrucci y Cappannini, 1998; Jiménez Liso y Petrucci, 2004), formular el problema, establecer hipótesis, etc. hasta elaborar estrategias para superarla, combinando recursos disponibles o, en ocasiones, diseñar nuevas actividades de aula.

METODOLOGÍA

Lo presentado es producto de sistematizar el material elaborado a lo largo de muchos años. Por ello reúne tanto aspectos biográficos como de recopilación documental. Para identificar actividades y sus características, se recurrió a las siguientes fuentes: a) material producido por los docentes: programas de contenidos; guías de problemas; guías de trabajos prácticos de laboratorio; cuadernos de planificación, planificaciones de bloques temáticos y de clases; apuntes teóricos; evaluaciones: encuestas, exámenes, etc.; carpetas de docentes; b) material producido por los estudiantes: carpetas personales; trabajos de investigación; trabajos de aplicación de la Física a sistemas biológicos o geológicos; c) informes de investigaciones didácticas realizadas sobre el TEF; d) instrumentos específicos: entrevistas realizadas a docentes; entrevistas a estudiantes; registros del trabajo conjunto de reflexión y explicitación del equipo docente y los investigadores; registros de clases; observaciones de clases. Los datos obtenidos en entrevistas pueden considerarse biográficos. El marco metodológico de Bolívar y otros (2001) permitió organizar y conceptualizar el material, superando la mera descripción para avanzar en la explicación teórica. Esto implica reconstruir el discurso. El método biográfico posee una gran potencialidad heurística mediante una comunicación interactiva entre informante e investigador. Las entrevistas y documentos oficiales y personales resultaron complementarios, como estrategia de triangulación para incrementar la representatividad y la validez interna en el análisis.

LAS HERRAMIENTAS DOCENTES

Las herramientas docentes recopiladas se han organizado en tres categorías: a) Organización del curso: aspectos externos al aula de índole fundamentalmente organizativa; b) Conceptos didácticos: elementos teóricos que intervienen u orientan la toma de decisiones en cuanto a actividades, pero también sobre cuestiones como la metodología o clima de clase; c) Actividades de aula: recursos didácticos, que pueden ser tanto etapas del curso como técnicas de aula. Aquí se presentan estas últimas.

ACTIVIDADES DE AULA

1. La "Clase 0". Es la primera clase del año, desde 1986, y se llama así pues no se destina a trabajar sobre contenidos conceptuales, sino sobre cuestiones actitudinales, o como se dice en el TEF, para "romper el hielo" que generalmente existe al inicio de un curso. Busca replantear el vínculo docente-alumno establecido implícitamente en la educación formal (en ese momento se razonaba: así como existen ideas previas para temas de Física, existen ideas previas respecto de roles de docentes y alumnos en una clase, como posteriormente afirmarían Gil Pérez y Valdez Castro (1997)). La propuesta implica evidenciar y cuestionar los roles tradicionales para poder construir un nuevo contexto de trabajo de aula, consensuado entre docentes y alumnos. Tanto el esquema como los recursos utilizados para cada "Clase 0" fueron variando con los años. Se ha recurrido a: marionetas, dramatizaciones explícitas, dramatizaciones "encubiertas" en las que algunos Ayudantes se hacían pasar por alumnos mezclándose entre ellos, actividades de trabajo grupal, situaciones movilizantes (clase teórica extremadamente convencional cuestionada desde Ayudantes "disfrazados" de alumnos), experiencias orientadas a la explicitación de ideas previas a ser retomadas durante el curso como la "kermesse de la Física", etc. Se pretende lograr una buena comunicación entre los estudiantes, propiciar la participación y generar una relación horizontal. Por ejemplo durante la "kermesse de la Física" los estudiantes exponían sus puntos de vista, que fueron registrados por los docentes sin valorar las respuestas desde el saber físico. Algunos estudiantes (en general, recursantes) recurrían a términos como gravedad, impulso, etc., con significados diferentes al disciplinar. Esta tarea, además de servir de introducción a la propuesta metodológica y de diagnóstico a los docentes, planteaba problemas que serían

reiteradamente evocados durante el desarrollo del curso, al tratar el tema que correspondía a cada experiencia o para referenciar a aspectos metodológicos. Del relevamiento de todas las clases "0" hemos sintetizado sus objetivos: i) Lograr una mejor comunicación con y entre los alumnos, que posibilite crear un clima de confianza; ii) Indagar las ideas previas de Física y las representaciones de alumnos y docentes respecto a qué significa aprender y enseñar, que el grupo todo tome conciencia de estos saberes; iii) Propiciar la participación activa de cada uno de los integrantes; iv) Generar una relación docente-alumno más horizontal que la habitual en la Universidad, donde los vínculos puedan ser explicitados. En resumen, cuestionar el contrato didáctico implícito para comenzar a elaborar otro más adecuado.

2. Herramientas metodológicas: la "sopa científica". Desde 1993 el curso trabaja sobre herramientas metodológicas útiles para el aprendizaje de ciencias, conformando la denominada "sopa científica": un conjunto de conceptos metodológicos que intervienen en el quehacer científico. Fueron generadas a partir de la necesidad de explicitar el trabajo con contenidos procedimentales a lo largo del curso. En este sentido, los docentes ponen énfasis, en cada bloque temático del curso, en que las herramientas abordadas desde la clase inicial sean utilizadas en cada problema, especialmente *objeto de estudio, modelo, hipótesis, marco de referencia, fronteras del objeto de estudio, estado del objeto de estudio, variables e ideas previas*. Varios trabajos describen clases sobre herramientas metodológicas como la de "el Pichi" (Cappannini et al., 1997), el Huevo loco (Dumrauf y Espíndola, 2002) y el Doble cono (Petrucci y Bergero, 2010).

3. Los Teóricos dialogados. En 1993 se introdujo una modalidad de exposición teórica, los "teóricos dialogados", en el cual la exposición estaba a cargo de más de un docente, cada uno con un rol. Surgió ante la necesidad de "ablandar" las exposiciones teóricas semi-convencionales en clases teórico-prácticas y de considerar las dificultades (detectadas o esperadas) de los estudiantes sobre los temas presentados. Se planifican objetivos, roles y se elabora un pequeño guión. Dos docentes ocupan el rol principal (desarrollando el tema), uno en el pizarrón del frente y el otro en un pizarrón estratégicamente colocado en el fondo del aula. De esta manera se modifica la disposición espacial tradicional del aula, ubicando a los estudiantes en el centro de la escena. Los demás docentes acompañan, distribuidos y atentos a los diálogos y dudas que los estudiantes no se animan a expresar. Cuando un expositor principal pierde la retroalimentación que le indica si los alumnos siguen el hilo de

la exposición (porque va muy rápido o emplea un lenguaje no comprendido) otro docente lo interrumpe, toma el mando de la clase y cambia el eje tratando que los alumnos retomen el ritmo. Lo hace de varias maneras: planteando la pregunta que harían los alumnos, volviendo sobre los pasos del expositor principal en un lenguaje más adecuado o remitiendo a alguna situación concreta o un ejemplo. Es una pauta de que el equipo docente se halla conformado, pues todos sus miembros saben que el expositor recibirá de buena gana la interrupción. Esta disposición además alienta a los estudiantes a participar, genera un clima agradable y contribuye a mantener la atención.

4. Los Teóricos oclusores. Cumplen una función parecida a los teóricos convencionales. Se los llama así porque a diferencia de aquellos, estos cierran los temas. Incluyen la exposición formalizada de los conceptos trabajados. Pueden incluir, además, otros temas complementarios pero sobre los que no se hacen actividades prácticas. Es un rol análogo a la *institucionalización* en la didáctica de la matemática. Su ubicación al final de la secuencia didáctica, responde a un criterio psicológico, debido a que un sujeto puede comprender la formalización de un área de conocimiento solamente cuando ha alcanzado un alto grado de comprensión del tema. Es análogo a lo que ocurre en la historia de la ciencia: sólo cuando se ha logrado suficiente conocimiento teórico y práctico sobre un tema se está en condiciones de axiomatizarlo.

5. Las Guías de problemas. Sobre la base de guías tradicionales previas a la creación del TEF, armadas seleccionando problemas de textos, se fueron desarrollando guías nuevas. Cada problema era modificado de acuerdo a objetivos de aprendizaje explícitos. Finalmente fueron totalmente rediseñadas según la evaluación que se fue haciendo de cada una. En muchos casos se elaboraron problemas nuevos respondiendo a necesidades no cubiertas por los convencionales. En algunas guías se explicitaron los objetivos de cada problema. Actualmente, todas las guías usadas incluyen problemas generados y/o modificados por el equipo docente de una gran diversidad: cualitativos y cuantitativos; verbales, algebraicos, gráficos y experimentales; ejercicios, algorítmicos, heurísticos y creativos; abiertos y cerrados. Para un mayor detalle de la evolución de las guías de problemas y sus características, remitirse al apartado IV.2.4 de Petrucci (2009).

6. Las Actividades con PC. Inicialmente, en 1998, se utilizó una aplicación dedicada a fluidodinámica en una actividad donde cada grupo participaba de un trabajo interactivo con

la PC orientado por una guía. Se proponían tareas de predicción anteriores a la actividad con la PC y el análisis de los efectos de modificar variables en la situación analizada. Luego se agregó una aplicación para presentar las Leyes de Newton a toda la clase que incluía una actividad en grupos sobre la resolución de un problema de plano inclinado que permitía afianzar contenidos procedimentales de resolución de problemas.

7. Los Talleres de Investigación. En 1985, algunos ex-alumnos integrados al TEF quisieron profundizar en temas de sus propias disciplinas utilizando herramientas de Física y de otras materias. Inicialmente se armaron dos equipos de ex-alumnos en torno a “Ósmosis” y “Cristalización de areniscas en Paraguay”. Posteriormente se armó otro grupo que estudió las posibilidades de vuelo del *Argentavis Magnificens*. En los tres casos, los temas fueron sugeridos por investigadores de Ciencias Naturales o docentes de otros cursos y contaban con el apoyo y orientación de los docentes de Física. Cabe aclarar que el Taller de Enseñanza de Física se creó inicialmente como uno más de estos Talleres de Investigación, pero su objeto de estudio sería la enseñanza de la Física.

8. PeTiC, TrAp y TrEx. En 1989, sobre la base de los “Talleres de Investigación” se decidió que incorporar estos trabajos a la cursada. Se ofreció la posibilidad de rendir los exámenes parciales elaborando un trabajo de aplicación de los conceptos físicos involucrados en un sistema biológico o geológico. Los trabajos eran presentados en pósters, utilizando una modalidad de congreso. Luego cada estudiante tenía un coloquio con dos docentes. Los trabajos elaborados causaron buena impresión en el Profesor del curso -que se incorporaba ese año al TEF- quien propuso extender la modalidad al examen final. El trabajo era desarrollado en grupos de 3 estudiantes, supervisado por los ayudantes durante las clases. Una vez aprobados los trabajos prácticos, el trabajo continuaba supervisado por el Profesor. En algunos casos contaban con el asesoramiento de investigadores de Biología o Geología. Entrada la década del 90 y aprovechando el trabajo sobre herramientas metodológicas, se propuso a los estudiantes desarrollar, también en forma optativa, Pequeños Trabajos de Investigación Creativos (PeTiC) durante la segunda mitad de la cursada. Basándose en ideas sugeridas por investigadores o de artículos de revistas de investigación, se armaban equipos de trabajo con los alumnos cursantes. Cada equipo contaba con asesoramiento de investigadores de Ciencias Naturales y la supervisión de uno o más Referentes dentro del equipo docente. Se daba espacio en clase para estos trabajos (los restantes alumnos se

dedicaban a trabajar con problemas de las guías) y se pautaban los pasos metodológicos para orientarlos en el desarrollo y mejorar el uso del tiempo. Los Referentes controlaban la evolución de los equipos asignados. Los trabajos se utilizaban para evaluar temas del curso y permitían acreditar los Trabajos Prácticos en un coloquio grupal (dos estudiantes y dos docentes). Para el examen final la supervisión le correspondía al Profesor. El fallecimiento del Profesor del curso, en 1995, truncó esta modalidad de final, restringiéndolos a la acreditación de la cursada. Más adelante, debido a dificultades para desarrollar trabajos que tuvieran originalidad (los estudiantes, en su mayoría en segundo año, aún no disponen de formación en sus propias disciplinas compatible con un trabajo de investigación) se incorporó la idea de los TrAp (Trabajos de Aplicación). La tarea consistía en analizar cómo investigadores formados utilizaban herramientas de Física en sistemas biológicos o geológicos en trabajos publicados. La modalidad propuesta fue similar a los PeTIC, con asesoramiento y supervisión de investigadores y Referentes. En 2002 el nuevo profesor del curso propuso la realización de los TrEx (Trabajos de Extensión) cuya idea es hacer extensión desde los contenidos de Ciencias Naturales, incluyendo a la Física (Petrucci, 2009).

9. Los Boxes. Cuando los estudiantes necesitan un paréntesis durante las clases, para revisar algunos conceptos previos con asistencia docente, solicitan “boxes”. Se llaman así por analogía a cuando, en automovilismo, un piloto se dirige a “boxes” para ser asistido. En competencia, luego de identificar el o los problemas que tiene su vehículo para continuar, el piloto transmite esa información a sus mecánicos. Análogamente, el estudiante que acude a “boxes” tiene que autoevaluarse identificando sus dificultades sobre un tema previo que le impiden avanzar, para trabajar sobre ellos con los docentes.

10. Los Redondeos. Actividad de evaluación formativa realizada al finalizar un bloque temático y antes de las acreditaciones para: a) fomentar la estructuración de los conceptos del bloque, b) identificar los conceptos centrales y c) despejar las dudas de los estudiantes. Los estudiantes trabajan en “pequeños grupos” (de no más de 6 integrantes) con consignas como elaboración de mapas conceptuales o aplicaciones abiertas. Las conclusiones de cada grupo son expuestas por un representante en ronda general, con uno o dos docentes coordinando y destacando similitudes y diferencias entre grupos. Si el número de grupos es grande (más de 8), para evitar una secuencia de exposiciones extensa, cada grupo cuenta sus

conclusiones a otro grupo, identificando similitudes y diferencias y elaborando una nueva síntesis. Luego se reúnen con otro doble grupo, etc. hasta llegar a la ronda general.

11. Los Balances. El equipo docente del TEF realiza balances semanales sobre la evolución del curso durante las reuniones de planificación, pero además, a continuación de cada parcial se realizan dos actividades específicas de balance, una con los alumnos y otra entre docentes. El objetivo es evaluar el desarrollo del curso. Son planificados e incluyen reflexión individual con consignas que secuencian las cuestiones, debate en grupos, puesta en común, debate general y elaboración de conclusiones. En el Balance con los estudiantes se busca que opinen libremente acerca de la marcha del curso y que propongan modificaciones cuya implementación debe consensuarse con el equipo docente. Son actividades consideradas imprescindibles para fomentar los valores del TEF (ver Apartado IV.2.8 Las metas y objetivos en Petrucci, 2009). El equipo docente se propone escuchar sin opinar. Todas las expresiones de los estudiantes son consideradas válidas, aun aquellas con las que equipo docente disiente: es un espacio de poder de los estudiantes. Los primeros balances comenzaron en 1984 y a través de los años han sido utilizadas diferentes estrategias. Sus características reflejan las idiosincrasias de los sucesivos equipos docentes. Inicialmente se hacían reuniones periódicas voluntarias, de docentes y alumnos, fuera del horario de clase. En 1987 y 1988 se incluyó a mitad de año (luego del parcial) una guía similar a la de problemas pero con preguntas que servían de balance. En los 90 se planteó un balance al promediar el curso, que partía de las opiniones individuales hasta un consenso de clase. Durante el mismo los docentes invitaban a incorporarse a las actividades de planificación del curso. Los balances posteriores a los exámenes parciales se orientaron a evaluar el curso, para modificar actitudes y desempeños tanto de docentes como de estudiantes. En el balance final se busca establecer aciertos y desaciertos y proponer modificaciones para el próximo curso. Durante el balance final docente se analiza la propuesta y su implementación, y se presentan propuestas para el año siguiente, incorporando, en lo posible, las sugerencias de los estudiantes.

12. La evaluación. Aspecto central en la caracterización del TEF. Evaluar implica determinar, comparar, analizar, comprender y explicar cada etapa del proceso de enseñanza-aprendizaje: i) determinar la situación en que se encuentra el proceso, para permitir la comunicación interna (entre docentes y estudiantes) y externa (con la institución, con otros docentes y con otros ámbitos); ii) comparar la situación actual con la inicial y con la prevista, lo que significa

saber de dónde se parte, dónde se piensa llegar y adónde se llega en realidad; iii) analizar las causas de la desviación de la planificación y decidir si es necesario corregir el rumbo; iv) comprender y explicar la marcha del proceso y determinar cómo y por qué se dio de cierta forma. El carácter de la evaluación condiciona las características del curso y por ello se debe trabajar como un contenido más. Se busca tender a la autoevaluación respecto a todos los contenidos planteados (conceptuales, procedimentales y actitudinales) (Petrucci, y Cordero, 1994). Para más información ver el apartado IV.2.2 de Petrucci (2009).

CONSIDERACIONES FINALES

Una característica fundamental del TEF es que el grupo es horizontal. Ello implicó reemplazar “jinetas” por argumentos, valorando los consensos tanto en el trabajo disciplinar como en el didáctico, en un marco de respeto por la diversidad y dándole prioridad a la argumentación por sobre la autoridad. En este aspecto, el TEF representa un modelo de enseñanza de la Física compatible con la mayoría de las recomendaciones realizadas por especialistas en el área (ver, por ejemplo, Rocard y otros, 2008). Las actividades expuestas constituyen sólo una parte de las muchas creaciones de diferentes equipos de trabajo docente del TEF desde 1984. Pueden ser de utilidad para otros equipos docentes, adaptándolas al nuevo contexto. Pueden transferirse, con mayor e menor grado de adaptación, a otros niveles. También pueden ser fuente de inspiración para crear nuevas actividades. Deseamos enfatizar que cada una de ellas requiere de un contexto relacionado con aquel en el que fueron generadas: la conformación de un equipo de trabajo, rompiendo el habitual aislamiento en que se encuentran los docentes, aún en el nivel universitario. El abandono de una concepción de estudiante definida desde carencias por la de uno interesado en su carrera aunque desconocedor de los motivos para estudiar Física y su incorporación a la tarea docente permitió enriquecer los análisis sobre el curso aportando frescura y creatividad a planificaciones abordadas en un marco de respeto y cooperación.

BIBLIOGRAFÍA

Bolívar, A., Domingo, J. y Fernández, M. (2001). La investigación biográfico-narrativa en educación. Enfoque y metodología. La Muralla, Madrid.

Cappannini, O., Cordero, S., Menegaz, A., Mordegli, C., Segovia, R. y Villate, G. (1997). *Metodología científica en el aula: una experiencia innovadora en la formación docente*. V Congreso Internacional sobre la investigación en la Didáctica de las Ciencias. Murcia.

Cordero, S., Petrucci, D. y Dumrauf, A. (1996). *Enseñanza Universitaria de Física: ¿En un Taller?* Revista de Enseñanza de la Física, 9 (1). Córdoba, Argentina.

Cordero, S. (2012). *Aprendiendo a ser docente universitario en clases innovadoras de física: un estudio desde la perspectiva de las comunidades de práctica*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Dumrauf, A. G. y Espíndola, C. R. (2002). "El Huevo Loco": Una Propuesta de Introducción a la Metodología Científica en el Aula, 34. *Alambique*.

Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P. (1997). *La resolución de problemas de física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas*, Revista de Enseñanza de la Física, 10 (2).

Jiménez Liso, M. R. y Petrucci, D. (2004) "La Innovación Sistemática: un análisis continuo de la práctica docente universitaria de ciencias". *Inv. en la Escuela*.

Petrucci, D. (2009). *El Taller de Enseñanza de Física de la UNLP como innovación: diseño, desarrollo y evaluación*. Tesis Doctoral. Granada: Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Disponible en http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/fisica_taller/TesisPetrucci/Tesis_Petrucci.pdf

Petrucci D. y Bergero, P. (2010). "El doble cono para enseñar herramientas metodológicas útiles para el aprendizaje de física". *Actas del SIEF 10, Posadas, Misiones, 2010*.

Petrucci, D. y Cappannini, O. (1998). "La innovación sistemática". Trabajo inédito usado como apunte de *Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias I (CEFIEC, FCEN, UBA) 1998-2010 y en Educación II (IDH, UNGS) 2001-2010*.

Petrucci, D. y Cordero, S. (1994). *El cambio en la concepción de evaluación*, Enseñanza de las Ciencias, 12 (2).

RAE. (2011). *Real Academia Española*, www.rae.es, sitio consultado en junio de 2011.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walweg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2008). *Enseñanza de las ciencias ahora: una nueva pedagogía para el futuro de Europa*, *Alambique*, 55.

Stenhouse, L. (1996). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid. Morata.