

---

# Creencias, concepciones y enseñanza en la Universidad: un estudio de caso de desarrollo profesional colaborativo centrado en un profesor de Física

por Beatriz MILICIC, Graciela UTGES, Bernardino SALINAS y Vicente SANJOSÉ

*Universidad Nacional de la Patagonia Austral*

*Universidad Nacional de Rosario*

*Universitat de Valencia*

## 1. Introducción

Para la cultura académica, la investigación suele tener una mayor consideración que la docencia: la investigación financiada con fondos externos y las publicaciones en revistas especializadas son esenciales no sólo para la promoción y el acceso a los cargos, sino también para ser aceptado como un miembro legítimo de esa facultad (Serow, 2000). La formación docente universitaria se realiza hoy de la misma manera que la de los artesanos medievales: los docentes universitarios comienzan como ayudantes, resuelven problemas sencillos y continúan su entrenamiento hasta que el tutor cree que está listo para desempeñarse solo (Ferrer y González, 1999).

Desde hace algún tiempo estas concepciones han ido cambiando. Sunal y colaboradores (2001) encontraron que los

profesores universitarios muestran interés en el empleo de consultores cuando la relación es personal, llevando a cabo procesos de investigación-acción para propiciar los cambios. La formación docente a partir de procesos de reflexión-sobre-la-acción (Schön, 1983) es empleada generalmente en profesores de enseñanza primaria y media (Arellano et al., 2001; Cox-Petersen, 2001; Guiney, 2001; Prushiek et al., 2001; Spiková, 2001), pero resulta difícil identificar trabajos sobre profesores universitarios empleando dichos procesos.

El estudio de caso que presentamos está basado en la reflexión sobre la práctica y la investigación colaborativa con un profesor universitario de Física, cuya experiencia previa se centró en carreras de ingeniería.

## 2. Hipótesis y objetivos del estudio

Nuestra hipótesis de trabajo es que los profesores universitarios pueden mejorar su práctica docente si elicitan sus concepciones y reflexionan sobre ellas y sobre su práctica junto con colegas con los cuales poseen la suficiente confianza, de quienes se fían y a quienes respetan como para hablar de sus problemas, inseguridades y dilemas.

Los objetivos concretos de este estudio son los siguientes:

1. Caracterizar el pensamiento del profesor universitario respecto de la Física y su enseñanza.
2. Comprender la interrelación entre su pensamiento y su práctica.
3. Desarrollar la reflexión-sobre-la-acción con el apoyo mutuo entre compañeros.
4. Analizar en qué medida este proceso produce modificaciones en la práctica docente.

## 3. Descripción del caso

Este proceso se llevó a cabo en una universidad de la Patagonia Argentina donde los profesores se encuentran en profundo aislamiento, por la dispersión geográfica de profesores del área y la cultura individualista que se da en ellos. La experiencia se realizó a requerimiento del propio profesor, que aquí llamaremos Antonio, quien presentaba inquietudes por mejorar su práctica docente. En el momento del estudio Antonio poseía diez años de experiencia docente universitaria en asignaturas que aquí denominaremos «Física tradicional», cuya orientación

es similar a las que se desarrollan en la formación de ingenieros o licenciados en Física. Estas asignaturas se caracterizan por la existencia de modelos establecidos sobre qué y cómo enseñar y evaluar, desarrollos curriculares, secuencias de temas y actividades de fuerte tradición, y libros de texto de referencia ampliamente aceptados en la comunidad universitaria internacional.

Cuando Antonio fue encargado de impartir una asignatura inserta en una carrera donde la Física no es una disciplina central, a las que denominaremos «Física-para-No-Físicos», afloraron sus inseguridades y dilemas, ya que los requerimientos curriculares implican una selección de contenidos empleando criterios de la utilidad para la carrera, y las capacidades, motivaciones e intereses de los alumnos son muy diferentes de los de Física tradicional. Antonio abordó esta asignatura con los modelos de acción típicos de la Física tradicional, lo que resultó en una alta tasa de fracaso y ello le forzó a replantearse su trabajo y buscar ayuda. Esta situación le hace buen candidato para un tratamiento de apoyo mutuo.

## 4. Metodología

La metodología empleada en este estudio de caso (Stake, 1995) y en la intervención, se enmarca en el paradigma cualitativo y es la correspondiente a la observación participante con control de los sesgos para aumentar la credibilidad —correlato cualitativo de la validez interna en metodología cuantitativa (Lincoln y Guba 1985)— siendo uno de los investigadores (B.M.) observador en

las aulas y también el colega que discute y analiza junto con el sujeto la realidad educativa. Los otros investigadores reservan su actuación a la triangulación de observaciones a partir de los registros recogidos en el material referencial (videos, anotaciones del observador y diario del profesor), y al juicio de jueces sobre las interpretaciones e intervenciones que se efectúan. Estas precauciones mencionadas son, precisamente, algunas de las acciones necesarias para garantizar un adecuado nivel de credibilidad en la investigación. A ellos hay que sumar el acuerdo con el sujeto participante sobre el significado otorgado a los registros de sus pensamientos, acciones y opiniones para reflejar adecuadamente el sentido que él quería darles. No se pretenden obtener generalizaciones sino comprender el caso en profundidad.

#### 4.1. Procedimiento

##### 4.1.1. Primera etapa

En el curso en el que se desarrolló la asignatura de Física-para-No-Físicos: a) Se realizó en la primera sesión una entrevista extensa para conocer sus concepciones epistemológicas y didácticas; b) Se registraron en video íntegramente todas sus clases. Al día siguiente de cada clase se observaban, conjuntamente con BM, para analizar su actuación, proponer estrategias alternativas, etc.; c) Antonio registró en un diario la planificación de cada clase, y sus reflexiones personales respecto a la planificación y sus vivencias luego de observar y reflexionar sobre los videos; d) Al finalizar su participación en el desarrollo de la asignatura se realizó otra entrevista extensa para conocer sus inquietudes sobre el de-

sarrollo de la asignatura y el proceso de apoyo mutuo que se estaba llevando a cabo.

Se realizó una entrevista extensa, semiestructurada, cuyo objetivo era conocer las concepciones epistemológicas y didácticas del profesor. Las preguntas se refieren a: a) Sobre la Física: qué es Ciencia; qué es la Física; qué implica el saber Física (qué hay que saber); b) Sobre Enseñar y Aprender Física: objetivos que persigue; características del buen profesor; autoevaluación como profesor; características de un buen alumno; c) Sobre la Docencia de la asignatura: su pensamiento sobre los requerimientos curriculares; equipo de cátedra; alumnos; planificación de la asignatura; metodología; evaluación de los alumnos. Una segunda entrevista extensa se centró en el análisis de la asignatura y sus vivencias respecto al proceso que se estaba llevando a cabo.

Para analizar las entrevistas se realizó una codificación abierta: las categorías y dimensiones se definieron a posteriori. El pensamiento de Antonio fue codificado en tres categorías: Concepciones, Contradicciones y posibles Consecuencias Didácticas. Las concepciones formuladas fueron revisadas con el profesor para asegurar la credibilidad de las mismas. Las interpretaciones fueron construidas por acuerdo entre los investigadores y las consecuencias didácticas fueron predichas, discutidas y formuladas de modo tentativo, como hipótesis. Las contradicciones que se detectaron sirvieron para introducir a Antonio en las reflexiones y ayudaron a focalizar los objetivos del tratamiento.

El Recuadro 1 presenta un ejemplo del análisis realizado para determinar las concepciones acerca de «Ciencia». En la Figura 1 hemos sintetizado las concepciones epistemológicas y didácticas de Antonio sobre la enseñanza de Física. El conjunto de las concepciones de Antonio relacionadas con la Física, su enseñanza y sobre la asignatura en la que se centró la experiencia, se encuentran reunidas en el Anexo 1.

Para preparar el tratamiento y centrar la atención en los problemas acuciantes del profesor se estudiaron y articularon las fuentes de sus inseguridades relacionadas con el tener que desarrollar una asignatura tipo Física-para-No-Físicos (recordemos que son las inseguridades de Antonio las que motivan su petición de ayuda), que se muestran en la Figura 2 más adelante.

#### 4.1.2. Segunda etapa

Los tres investigadores analizaron el material generado hasta ese momento antes del comienzo del curso siguiente, para obtener las interpretaciones iniciales y seleccionar los episodios que serían vistos nuevamente con Antonio. En ellos se evidenciaban, entre otros datos, inseguridades de Antonio y contradicciones entre su pensamiento y su práctica. Se analizaron también los demás registros disponibles. Las categorías de análisis comprendieron distintos temas relacionados con la práctica, la planificación, el enfoque y la secuenciación de contenidos, las estrategias didácticas, la metodología de resolución de problemas y de realización de trabajos prácticos de laboratorio, la interacción profesor/alumnos y la eva-

luación. La información se sistematizó mediante la construcción de Tablas como la que se encuentra en el Anexo 2, donde presentamos el análisis realizado de dos clases consecutivas teórico-prácticas y de dos clases consecutivas de laboratorio durante el curso en el que impartió la Física-para-No-Físicos. Para cada categoría se logró: a) contrastar su pensamiento y su acción; b) detectar coherencias, contradicciones y dilemas y; c) establecer secuencias de reflexión y acción.

Durante ese curso se analizaron en forma conjunta episodios seleccionados para provocar una nueva reflexión sobre la práctica, y se trabajó con Antonio comparando las tablas confeccionadas. Se revisó la selección y organización de los contenidos y se analizó la implementación de estrategias alternativas ante situaciones concretas. Se discutieron profundamente los contenidos conceptuales de la asignatura y la presentación de contenidos, el diseño de estrategias alternativas en actividades en las cuales surgían dilemas, estrategias de manejo de grupo, etc. Este proceso condujo a una gran disminución de la ansiedad en Antonio.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1. Concepciones de Antonio sobre la Física y su enseñanza, y su relación con la práctica docente

Las concepciones de Antonio se centran en que la Física es un conocimiento «acabado», «acumulativo» y «coherente», que se adquiere «a través de los sentidos y se sostiene a partir de su «fundamento matemático» (ver Figura 1). Estas concepciones van a estructurar su pensa-

miento y su práctica respecto a la enseñanza de la Física: la importancia dada al laboratorio, porque allí se entra en «contacto con el medio», a las demostraciones matemáticas, y a considerar que el libro de texto es imprescindible en el aula. Estas concepciones epistemológicas son caracterizadas como empiristas por Nussbaum (1989) y son relacionadas por Mellado y Carracedo (1983, pp. 334) con la enseñanza: «si la ciencia es un cuerpo de conocimientos formado por hechos y teorías que se consideran verdaderos, entonces hay que transmitir a los estudiantes la verdad científica, lo que conduce a una enseñanza por transmisión de conocimientos elaborados, cuyo principal soporte es el libro de texto.»

Antonio espera que sus alumnos «manejen con criterio los principios básicos de la asignatura; que los sepan aplicar y sepan a dónde recurrir si los necesitan; que manejen el cálculo como herramienta para la Física; que adquieran habilidad manual». Cabe destacar la imprecisión no percibida de estas declaraciones: ¿Qué se entiende por principios básicos? Saber aplicarlos, ¿a qué realidades y en qué circunstancias? Para un experto estas preguntas tienen respuesta obvia (por ejemplo: las leyes de Newton se aplican en todas las ocasiones en las que aparecen fuerzas sobre un sistema). Sin embargo, para cualquier no-iniciado, como es el caso de un estudiante, las respuestas necesitan justificación. El libro está presente como fuente de conocimientos y el objetivo del laboratorio es sólo adquirir habilidad manual.

Los registros de clase muestran que

Antonio centra el desarrollo de los contenidos en el formalismo matemático, sin llevar a cabo una discusión conceptual. La importancia que otorga al conocimiento matemático se debe a su concepción de que la Matemática dota de rigor a la Física. El medio se ha convertido para Antonio en el fin y dedica a este medio matemático sus esfuerzos sin percibir la inversión de objetivos. Considera que saber Física implica poder resolver problemas, porque allí se demuestra el manejo conceptual y de las herramientas matemáticas, o de la habilidad manual si son problemas de laboratorio. Esto concuerda con lo encontrado por Van Driel y col. (1997) para los profesores de ingeniería. Antonio resuelve los problemas en la pizarra de un modo lineal, directo, como un proceso «obvio» desde los datos a la solución, sin posibles alternativas, desviaciones ni dudas, pero mostrando contradicciones con su concepción de que es importante la discusión conceptual de los temas. Antonio no dedica ninguna atención a explicarlos y trabajarlos porque (en nuestra hipótesis) no percibe la importancia de la fundamentación axiomática y filosófica de la Física (recordemos que Antonio separa las ciencias en dos grupos: las de fundamento matemático y las de fundamento filosófico).

En el laboratorio, el pensamiento de Antonio muestra que los alumnos deben actuar como «investigadores noveles» proponiendo el diseño de sus propias experiencias. Pero ello se contradice con su acción, en la cual la participación de los alumnos se reduce a «obtener datos» sin reflexionar sobre los mismos. Se observa aquí nuevamente la importancia dada al



el «lograr la participación de los alumnos», que incluye también como requisito para ser un buen profesor.

Respecto a su autoevaluación, no se considera un buen profesor, ya que si bien posee una buena base matemática, aún no posee el dominio conceptual de la asignatura. Esto contrasta con la ausencia de atención a la base conceptual de la ciencia y la ausencia de esfuerzo dedicado a comprenderla (el esfuerzo de Antonio se dedica a intentar reproducir el discurso vía matemática sin cometer errores).

Hemos encontrado en el pensamiento de Antonio, notables similitudes con el estereotipo de «profesor-sacerdote» (Hernandez y Sancho, 1993). Este estereotipo caracteriza al profesor de ciencias como dogmático, comprometido con los más altos valores, diligente, respetuoso, emulador y jerárquico. Aunque nos parece útil para el análisis, este modelo debe ser aplicado con precaución a Antonio ya que él mismo demanda ayuda y quiere cambiar. Por tanto, Antonio se encuentra realmente en una fase temprana de transición desde un estado inicial asimilable al de profesor dogmático, hacia otro estado diferente, seguramente cercano al de profesor-participante, en lenguaje de los autores citados.

En la práctica de Antonio, se observa que efectivamente la metodología utilizada es la de transmisión acrítica de la ciencia-dogma (ver recuadro 1) y que otorga un papel central al libro de texto, — donde se recoge el «dogma»— el cual «posee estructura y coherencia», y es el

referente: «debe estar presente siempre en el aula». Cuando los estudiantes no lo llevan a clase o no lo usan, Antonio lo interpreta como una conducta muy reprochable.

La Figura 2 muestra las fuentes de inseguridad de Antonio en relación con sus concepciones en torno a la asignatura que dicta. Se aprecia la existencia de consecuencias opuestas entre los hechos que son fuente de inseguridad de Antonio y sus concepciones sobre ciencia, sobre buen alumno y sobre buen profesor. También se muestran las afirmaciones y acciones de Antonio que reducen su ansiedad, entre otras, su demanda de apoyo mutuo entre compañeros.

Las características de una asignatura del tipo Física-para-No-Físicos constituye para el profesor un factor de desequilibrio importante y este aspecto ha hecho que pudieran aflorar sus fuentes de inseguridad en relación con su tarea, que clasificamos en internas y externas, según su origen se atribuya a elementos del contexto o al mismo Antonio.

Entre las fuentes externas de inseguridad se cuentan: 1) la desvalorización de la asignatura en el currículo: «pretenden aprender Física sin saber Física»; 2) la falta de tiempo disponible; 3) la falta de interés de los alumnos: «piensan que la asignatura es un obstáculo sin sentido en la carrera»; 4) la falta de preparación matemática de los alumnos; y 5) la escasa relación docente con los demás colegas del equipo de cátedra. Todas ellas provendrían de la descontextualización que sufre al dictar una Física-para-No-

Físicos a partir de una cultura académica formada en contextos de Física tradicional donde la asignatura es fundamental en el currículo, los alumnos han sufrido una selección dura basada en el dominio matemático, donde la virtud primera de un profesor es la sabiduría disciplinar —no didáctica— y donde la enseñanza expositiva dedicada a mostrar el dogma es habitualmente aplaudida.

Las fuentes internas de inseguridad se centran en su autopercepción de ineficacia personal. Reconoce que aún le falta dominio de los contenidos, lo que hace que su forma de disminuir su inseguridad sea estudiar mucho para preparar las clases.

En sus manifestaciones reconocemos el rasgo de preocupación por la moralidad en su trabajo, del sacrificio, de las buenas intenciones, coherentes con el prototipo de «profesor-sacerdote» que describen Hernández y Sancho (1993).

Antonio acepta que «la Física es difícil» y ello trae consecuencias en la forma de evaluar a los alumnos ya que «evaluar no es perjudicar». Por tanto disminuye su ansiedad dándoles múltiples oportunidades para aprobar la asignatura e incluyendo en los exámenes problemas que son similares a los resueltos en clase.

Frente a las fuentes de inseguridad detectadas, Antonio busca alternativas que colaboren a atemperarlas: el reconocimiento de sus falencias es acompañado de una consideración de lo que, para él,

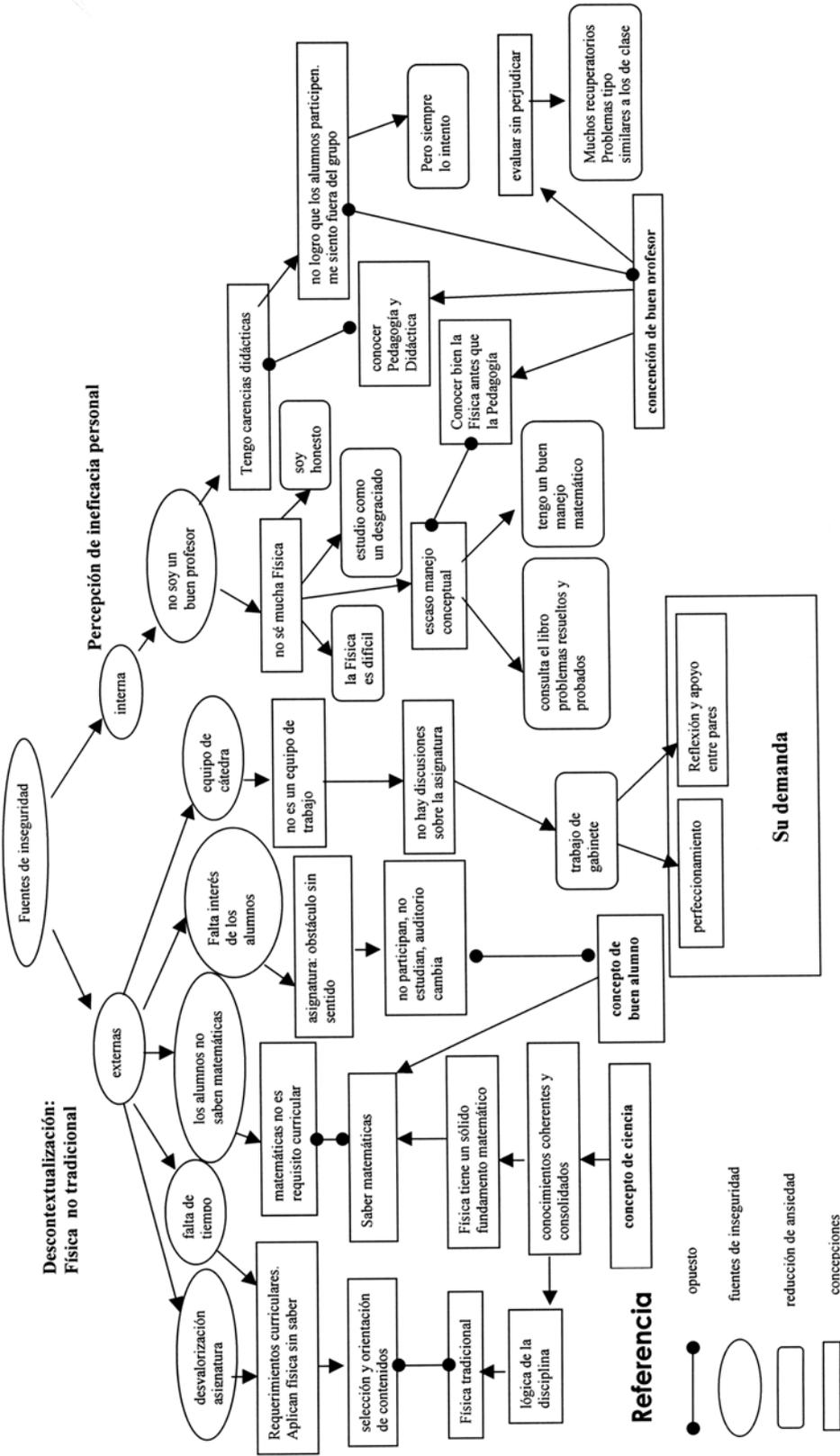
constituyen sus «puntos fuertes», y que contribuyen a aumentar su autoestima como docente y brindarle más confianza en sus propias capacidades. Uno de esos aspectos, es su convicción de que posee un «manejo fluido de las herramientas matemáticas», aspecto fuertemente ligado a su concepción de lo que debe ser un buen profesor de Física. Por otra parte, Antonio considera que gran parte de los problemas que enfrenta actualmente en el desarrollo de la asignatura, podrían superarse si lograra una mayor integración con los docentes que trabajan con él.

Su propuesta para reducir inseguridades es un espacio al que denomina «gabinete», que nuclearía a todo el equipo de cátedra, a partir de reuniones periódicas para atender todo lo relacionado con la asignatura, como contenidos, actividades, búsqueda común de solución de dificultades, así como la formación y evaluación entre pares de cada uno de los integrantes.

## 5.2. Perfeccionamiento docente a partir de la reflexión sobre su propia práctica

Al año siguiente, el profesor fue asignado a otra asignatura de las denominadas de «Física tradicional», de forma de que no fue posible poner en práctica gran parte de lo que se había planificado. Sin embargo, se pudieron observar cambios y permanencias en su práctica docente, si bien aquí no aparecían las inseguridades propias de desarrollar una Física para-No-Físicos. Hubo cambios en: a) la forma de presentar los temas, en los cuales incluía un asomo de análisis concep-

FIGURA 2: Fuentes de inseguridad de Antonio



tual, si bien persistió el desarrollo fuertemente matemático; b) en la aplicación de algunas estrategias para lograr la participación de los alumnos, como, por ejemplo, hacer salir ocasionalmente a la pizarra a los alumnos para que resuelvan los problemas de la práctica o para que aclararan qué cosas no entendían; y c) en el manejo conceptual de los contenidos, lo que permitió que no consultara el libro asiduamente o que redujera los períodos en los que se quedaba en silencio.

Las persistencias observadas están conectadas fuertemente con sus concepciones empiristas de las ciencias y con concepciones didácticas del modelo tradicional de enseñanza universitaria de Física. Por ejemplo, continuó con el modelo de enseñanza/aprendizaje por transmisión, sin reflexión conceptual, si bien introdujo alguna participación de los alumnos; y continuó resolviendo él los problemas en la pizarra, o explicando paso a paso lo que debían hacer los alumnos en el laboratorio, bajo el pretexto de la falta de tiempo o de que los alumnos no tenían la base suficiente para trabajar solos.

## 6. Conclusiones

En el estadio inicial, la actuación de Antonio en el aula responde al esquema de enseñanza universitaria tradicional, características de una concepción dogmática y empirista de la Ciencia, aunque su discurso manifiesta intenciones superadoras. Muestra contradicciones entre lo que quisiera hacer y lo que hace, encontrándose con dilemas en el momento de querer solucionarlas. Las inseguridades

observadas provienen de factores personales, entre los que se cuentan sus concepciones epistemológicas y la falta de recursos, tanto en lo conceptual como en lo didáctico, y de factores externos entre los que figuran los requerimientos curriculares y la falta de interés en los alumnos generadas por desempeñarse en una asignatura de las que caracterizamos como Física-para-No-Físicos, instrumental, con críticas procedentes tanto por parte de los alumnos como por parte de los compañeros y hasta de la propia institución. Dada su ansiedad, Antonio demanda ayuda, y se inicia un proceso de apoyo mutuo entre compañeros.

Este largo y laborioso proceso de dos cursos de duración ha permitido analizar en forma sistemática el pensamiento de Antonio y su práctica, para definir sus coherencias y contradicciones. Los cambios observados se han logrado gracias a la reflexión sobre la propia práctica, no en solitario, sino con el apoyo de sus compañeros de cátedra en quienes confía y a quienes respeta. Durante la experiencia se ha tratado específicamente que el profesor no se sienta evaluado, sino acompañado y apoyado. Esto posibilitó una relación muy franca (condición previa para que esta metodología sea eficiente), lográndose alcanzar profundos niveles de reflexión conjunta.

Se observaron cambios en Antonio, algunos de corta, otros de larga duración. Los primeros están asociados a concepciones epistemológicas o didácticas muy arraigadas, en donde su superación implica un cambio profundo en sus concepciones, que requieren muy largo plazo.

Los cambios de larga duración se producen cuando las acciones primeras estaban basadas en suposiciones conscientes pero erróneas, de modo que una vez explicitadas pueden ser eliminadas y sustituidas por otras.

La experiencia realizada ha sido, para el profesor, un paso importante en pos de su perfeccionamiento docente. Para nosotros, se ha constituido en una oportunidad para aproximarnos a la complejidad de la temática y delimitar metodologías de análisis, que serán de utilidad en futuras investigaciones. Concretamente: a) la observación del video junto con el profesor fue útil para discutir sobre las acciones, permitió al profesor la reflexión sobre su práctica y a nosotros sirvió como material referencial para tratar de encontrar causas en su comportamiento y conocer sus justificaciones, así como ir confirmando o no nuestras suposiciones durante el proceso; b) la confección de un diario le ha resultado sumamente útil al profesor, quien ha manifestado que continuará realizándolo en sus otras asignaturas, y para nosotros es un registro fiel de su pensamiento, que permite coordinar las interpretaciones inferidas a partir del mismo con las inferidas de sus acciones; c) el empleo de esquemas y tablas para sistematizar la información demostraron ser estrategias eficaces para el análisis del pensamiento, su interacción con la práctica y observar la evolución de cambios y persistencias durante un estudio diacrónico, prolongado en el tiempo; d) el proceso de análisis en profundidad que se llevó a cabo durante el curso siguiente y el seguimiento en la asignatura que dictó posteriormente ha

permitido observar cuáles son los cambios de más fácil logro y cuáles son las persistencias, las que pudimos atribuir a sus concepciones más profundas.

Esta experiencia nos ha permitido entender que existe un proceso largo, inconsciente y profundo de enculturización que afecta a las raíces del pensamiento profesional de los profesores universitarios, como son los valores, las normas, las creencias sobre su trabajo y los axiomas que justificaban sus acciones. El proceso comienza durante la época de estudiante por la mera observación del comportamiento de los profesores, y acaba convirtiendo a los profesionales universitarios en miembros de grupos académicos, muchas veces de gran prestigio social. Por tanto, sus costumbres, creencias y acciones no se ponen nunca en cuestión, a no ser que se detecten problemas y anomalías en el medio educativo.

En resumen, en un ámbito donde la formación docente tradicionalmente ha sido relegada en pos de la excelencia científica asociada con la investigación disciplinar, el poder lograr que un profesor sienta la necesidad de mejorar su práctica, reflexione sobre la misma y busque estrategias alternativas de enseñanza/aprendizaje, es un buen camino de perfeccionamiento docente. Sin embargo, para lograr un efecto mayor en los cambios didácticos y sostenido en el tiempo, es preciso proponer reflexiones tempranas que permitan explicitar las asunciones acríicas de criterios y comportamientos muy arraigados, pero ineficaces desde el punto de vista pedagógico.

## Ello requiere esfuerzos coordinados y planes de formación inicial y permanente de profesores universitarios, olvidados hasta hoy.

**Dirección de los autores:** Vicente Sanjosé López, Escuela Universitaria de Magisterio «Ausias March», departamento de Didáctica en Ciencias Experimentales y Sociales, Apartado de correos 22045, 46071-Valencia. Email: Vicente.Sanjose@uv.es

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 16. VI. 2004.

### Bibliografía

ARELLANO, E.; BARCENAL, T.; BILBAO, P.; CASTELLANO, M.; NICHOLS, S.; TIPPINS, D. (2001) Case-Based Pedagogy as a Context for Collaborative Inquiry in the Philippines, *Journal of Research in Science Teaching*, 38:5, pp. 502-528.

COX-PETERSEN, A. (2001) Empowering Science Teachers as Researchers and Inquirers, *Journal of Science Teacher Education*, 12:2, pp. 107-122.

FERRER, J.; GONZÁLEZ, P. (1999) El profesor universitario como docente, *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 34, pp. 329-335.

GUINEY, E. (2001) Coaching isn't just for Athletes, *Phi Delta Kappan*, 28:10, pp. 740-743.

HERNANDEZ, F.; SANCHO, J. M. (1993) *Para enseñar no basta con saber la asignatura* (Barcelona, Paidós).

LINCOLN, Y.; GUBA, E. (1985) *Naturalistic Inquiry* (Beverly Hills: Sage).

MELLADO JIMÉNEZ, J. (1993) Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, 14:3, pp. 289-302.

MELLADO JIMÉNEZ, J. (1999) Formación del profesorado universitario de ciencias experimentales, *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado Universitario*, 34.

NUSSBAUM, J. (1989) Classroom conceptual change: philosophical perspectives, *International Journal of Science Education*, 11, pp. 530-540.

PRUSHIEK, J.; MC CARTY, B.; MC INTYRE, S. (2001) Transforming professional development for preservice, inservice and university teachers through collaborative capstone experience, *Education*, 121:4, pp. 704-712.

SCHÖN, D. (1983) *The reflective practitioner. How professionals think in action* (New York, Basic Books).

SEROW, R. (2000) Research and teaching at a research university, *Higher Education*, 40, pp. 449-463.

SPIKOVÁ, V. (2001) Professional Development of Teachers and Student Teachers Through Reflection on Practice, *European Journal of Teacher Education*, 24:1, pp. 59-65.

STAKE, R. (1995) *The Art of Case Study Research* (Thousand Oaks: Sage)

SUNAL, D.; SUNAL, C.; WHITAKER, K.; FREEMAN, L.; HODGES, J.; EDWARDS, L.; JOHNSTON, R. (2001) Teaching Science in Higher Education: Faculty Professional Development and Barriers to Change, *School Science and Mathematics*, 101:5, pp. 246-257.

VAN DRIEL, J.; VERLOOP, N.; VAN WERVEN, H.; DEKKERS, H. (1997) Teachers' Craft Knowledge and Curriculum Innovation in Higher Engineering Education, *Higher Education*, 34, pp. 105-122.

### Resumen:

**Creencias, concepciones y enseñanza en la Universidad: un estudio de caso de desarrollo profesional colaborativo centrado en un profesor de física**

En este trabajo se presenta el proceso de colaboración basado en la «reflexión sobre la acción» que se llevó a cabo durante dos años. El objetivo fue fomentar el desarrollo profesional de un profesor universitario de Física de una universidad patagónica, que imparte clases en una carrera en la cual esta disciplina no es central. Los estudiantes no demuestran interés y no poseen los conocimientos básicos que el profesor considera

necesarios para cursar la asignatura. Debido a ello, fallan sus estrategias de enseñanza, surgiendo inseguridades y dilemas. Se caracterizó el pensamiento del profesor respecto a la Física y su enseñanza, y también las interacciones entre su pensamiento y su acción. Finalmente se analizó el grado en que el proceso de reflexión colaborativa contribuyó a mejorar su conocimiento y su práctica docente.

**Descriptores:** investigación colaborativa, pedagogía en la universidad, desarrollo profesional, reflexión sobre la acción, pensamiento del profesor, enseñanza de la física.

**Summary:**

**Beliefs, conceptions and teaching in the University: a case study of professional collaborative development centered in a Physics teacher**

This paper presents a two-year collaborative process of «*reflection-on-action*». Its goal was to enhance professional development of an university Physics teacher at a Patagonian university, who had to lecture in a course of studies where Physics played no key role. The students were not interested in it and they did not have the background knowledge that the teacher considered necessary to understand the course. This made his teaching models fail, and his insecurities and dilemmas arose. His thinking was characterized as regards Physics and its teaching and the reflection and action interaction. Finally,

it was analyzed how far this process contributed to improve his practical knowledge and practice.

**Key Words:** collaborative inquiry, peer coaching, university Physics teachers, professional development, reflection-on-action, teacher thinking, reflection and action interactions

RECUADRO 1: Ejemplo de la metodología de análisis adoptada.

(La ciencia) Es un conjunto de conocimientos firmemente justificados en todos los ámbitos, es decir, coherente y que está . Su condición es abierta, es decir, no es cerrada. Lo que hoy podríamos estar usando como verdad total, por ejemplo, pero siempre sea el caso particular de una ley mucho más general, y a través de leyes generales y más sencillas podamos llegar a un conocimiento más acabado de la naturaleza. Yo creo que la condición que debe buscar la ciencia y no perderla es esta: que sean científicas y generales. Ciencia es algo que no está cerrado, está abierto, consolidado, si no, no es ciencia, es decir, consolidado y coherente. ¿A qué se refiere con consolidado y coherente? Que está probado, que tiene un fundamento. Si ese fundamento es matemático, su teoría matemática es sólida, si ese fundamento es filosófico, está afirmado en una teoría filosófica no falsada."

Concepciones:

- ¥ La Ciencia es un conjunto de conocimientos justificados, consolidados y coherentes.
- ¥ Es abierta (incompleta, inacabada): lo que hoy es una verdad total, pero siempre sea el caso particular de una ley más general.
- ¥ El conocimiento científico es verdadero. La ciencia busca la verdad, encuentra la verdad.
- ¥ Es acumulativa: lo que la ciencia sabe es inamovible (consolidado) y el conocimiento no se modifica (no hay paradigmas incomensurables); solo crece.
- ¥ La ciencia puede conseguir un conocimiento completo (la verdad total: un conocimiento más acabado) de la naturaleza representado en leyes más generales y más sencillas.
- ¥ Hay dos clases de ciencias: las de fundamento matemático y las de fundamento filosófico. (Quizás cree que las ciencias que usan lenguaje matemático como la Física no tienen fundamento filosófico)

Interpretaciones:

- ¥ Afirmar que la Ciencia acumula verdades parciales consolidadas, pero que estas verdades parciales son un caso particular de otra verdad más general. Una concepción de la Ciencia como Dogma (cierta, innegable) y el aprendizaje de la Ciencia como un camino hacia la Verdad.

Consecuencias didácticas predichas:

- ¥ La enseñanza será dogmática, es decir, debe ser la proclamación de una serie de afirmaciones ciertas, verdaderas, perfectamente estructuradas (coherentes), que deben ser aprendidas como "texto sagrado" (el libro de texto).
- ¥ Aprender se concibe como aceptación de la verdad mediante sacrificio (estudiar) y memorización. El aprendiz debe impregnar su conciencia con el conocimiento cierto, indiscutible, de tal y cual es, sin lugar para la duda, la discusión o ideas propias. Las actitudes pueden ser interpretadas como desafíos o agresiones hacia él como profesor-sacerdote. Él solo quiere el bien de los estudiantes (quiere iluminar, dar conocimiento) y por eso debe estar agradecidos.
- ¥ Los contenidos no pueden ser discutidos. Su secuencia debe ser acorde a la lógica de la disciplina-dogma. La supresión de contenidos o la duda sobre su utilidad puede interpretarse como ofensa.
- ¥ La clave del aprendizaje del dogma y su aplicación es el lenguaje matemático. El desconocimiento se interpretará como una falta de preparación del aprendiz-discípulo. El aprendizaje debe ser iniciado en este caso.
- ¥ Una ciencia filosófica es diferente de una ciencia de lenguaje matemático como la Física. Tanto, la base axiomática y filosófica, fuente de toda teoría física, no será enseñada.

### ANEXO 1: Listado de concepciones

Respecto a la ciencia  
Es un conjunto de conocimientos firmemente justificados y lógicos, es decir, consolidado y coherente.  
Las ciencias con fundamento matemático tienen una alta precisión como profesor de Física.  
Matemática. Las de fundamento filosófico, están afirmadas por el profesor. La forma de mejorar profesionalmente es la filosofía no falsada.  
La ciencia es abierta: lo que hoy consideramos una verdad puede ser desconocida en una asignatura determinada. Ser que mañana sea el caso particular de una ley más general para preparar las clases  
Se trata de llegar a un conocimiento más acabado de la naturaleza del matemático como para resolver problemas.  
de leyes más generales y más sencillas.

Respecto de la Física:  
La Física es difícil.  
Es el contacto con el medio.  
Trabajar en Física es hacer, observar, sentir curiosidad y satisfacción de un buen alumno:  
presentarla de alguna manera.

Respecto a cómo saber Física:  
Se está formado en Física cuando se sabe detectar un profesor y definirlo con claridad

Objetivos que persigue al enseñar Física:  
Manejar con criterio los conceptos básicos de la asignatura. Saberlos aplicar y aplicarlos cuando sea necesario.  
Manejar el cálculo como herramienta para la Física.  
Adquirir habilidad manual, que es una herramienta para el aprendizaje de la Física. Mirar el libro cada vez que alguien me pregunta algo que no sé. Soy demasiado honesto como para saber que hay cosas que no sé.  
Características de un buen profesor de Física:  
Saber Física: dominar los conceptos, encontrar respuestas a las preguntas que los alumnos no traigan el libro.  
Herramienta matemática  
No se pueden resolver problemas si no se tiene el libro

No perder la curiosidad  
No ignorar que hay procedimientos para enseñar Física y luego estudiar pedagogía a la Física.  
Interacción entre pares y la estabilidad en una asignatura determinada para la cual estudio problemas.  
Soy curioso  
Como quiero ser un profesor que evoluciona en el tiempo no puedo estar ajeno a la epistemología  
Debe ser curioso  
El alumno debe poseer una base matemática sólida  
El que no maneja la herramienta matemática es frustrante para el profesor y definirlo  
Función de la universidad:  
Transformar a los alumnos en profesionales  
El libro:  
El libro posee estructura y coherencia  
que alguien me pregunta algo que no sé. Soy demasiado honesto como para saber que hay cosas que no sé.  
No hay excusas para que los alumnos no traigan el libro  
El profesor debe estar ahí cada vez que lo necesita. Mirar el libro cada vez que alguien me pregunta algo que no sé. Soy demasiado honesto como para saber que hay cosas que no sé.  
No hay excusas para que los alumnos no traigan el libro  
El profesor debe estar ahí cada vez que lo necesita. Mirar el libro cada vez que alguien me pregunta algo que no sé. Soy demasiado honesto como para saber que hay cosas que no sé.

Respecto a la asignatura:

Requerimientos curriculares:

Pretenden aplicar F sica sin saber F sica

A trav s de los profesores de la asignatura se ha logrado obtener previamente resueltos y probados menos una p tina de F sica b sica

No me siento c modo porque es algo que se inicia y no se termina

No hay exigencias de base matem tica

El tiempo es insuficiente

Equipo de c tedra:

No es un equipo de trabajo

No hay unicidad de criterios

Esto se solucionar a con la implementaci n de un gabinete de trabajo en el laboratorio como un investigador novel,

Alumnos:

Falta de manejo matem tico

El alumno que no sabe Matem ticas no entiende F sica. En el laboratorio no se deben tomar los datos e irse, sino que se debe

Por m s de que trato de que los alumnos participen, pero no lo logro. La correspondencia con lo que se observa

No participan porque piensan que la asignatura es un b sica. El b sica obliga a estudiar

en la carrera

Su relaci n es flu da en lo personal pero no en lo did ctico

La evaluaci n:

Evaluar no es sin nimo de perjudicar

La instancia de evaluaci n es necesaria y decisiva

Es un sufrimiento para m evaluar a los alumnos

No planifico sino que preparo los temas: los releo y preparo los temas planteados como un problema en sica: tienen

Y gr ficas algunos datos, faltan cosas y tendr n que darse cuenta de encontrar el

dato

Metodolog a:

Me gusta desarrollar los temas desde el punto de vista de la sica pero no tan distinto que lo perjudique

No le gusta hacer Matem ticas a trav s de la F sica El recuperatorio los obliga a estudiar.

Se da lo que se pueda dar, en funci n de lo que los alumnos van entendiendo

M s importante que seguir una planificaci n es adaptarse a la realidad de

los alumnos

Logro obtener previamente resueltos y probados

No invento problemas en clase porque generalmente salen mal

No se inventa el problema mal a los alumnos

No se debe explicar a los alumnos la resoluci n de los problemas, de

manera de que el alumno busque soluciones alternativas

Un error del profesor puede ser una manera de acercarse a los alumnos

Los alumnos deben manejar los fierros: armarlos, usarlos y cuidarlos

Los alumnos pueden venir en horario fuera de clase al laboratorio a

trabajar solos porque cuidan los fierros

El alumno debe trabajar en el laboratorio como un investigador novel,

dise ando sus propias experiencias

En el laboratorio, la funci n del profesor es contestar consultas u orientar

el trabajo, si se desv an

En el laboratorio, el profesor no se deben tomar los datos e irse, sino que se debe

El alumno que no sabe Matem ticas no entiende F sica. En el laboratorio no se deben tomar los datos e irse, sino que se debe

Por m s de que trato de que los alumnos participen, pero no lo logro. La correspondencia con lo que se observa

No participan porque piensan que la asignatura es un b sica. El b sica obliga a estudiar

en la carrera

Su relaci n es flu da en lo personal pero no en lo did ctico

La evaluaci n:

Evaluar no es sin nimo de perjudicar

La instancia de evaluaci n es necesaria y decisiva

Es un sufrimiento para m evaluar a los alumnos

No planifico sino que preparo los temas: los releo y preparo los temas planteados como un problema en sica: tienen

Y gr ficas algunos datos, faltan cosas y tendr n que darse cuenta de encontrar el

dato

En el examen el alumno debe demostrar que sabe resolver un problema

Me gusta desarrollar los temas desde el punto de vista de la sica pero no tan distinto que lo perjudique

No le gusta hacer Matem ticas a trav s de la F sica El recuperatorio los obliga a estudiar.

ANEXO 2: Resumen comparativo entre el pensamiento y la práctica de Antonio entre dos clases consecutivas.

Pensamiento	Acci n	Coherencia/contradicci n	Nueva acci n	Reflexi n / cambio permanencia	Coherencia / dilema
No planifico, pero en las clases: releo y resuelvo los problemas y gráficos	<p>Registro en el día de los contenidos matemáticos que no hay estrategia de motivación o participación de los alumnos</p> <p>Falta de planificación en la introducción del MRUV-confusiones</p>	<p>Coherente con el pensamiento de la planificación de la clase</p> <p>Coherencia con la estrategia de motivación y participación de los alumnos</p> <p>Coherente con el profesor tradicional</p>	<p>Registro en el día de los contenidos matemáticos para encargarlos a los alumnos</p> <p>Explicita diferencias matemáticas para el mismo tema</p>	<p>Intento de cambios en los contenidos matemáticos</p> <p>Ante un auditorio cambiante siempre debo improvisar</p>	<p>Concepciones del profesor tradicional de la ciencia poseen un sólido fundamento teórico</p> <p>Me adapto a las circunstancias</p>
Más importante seguir una metodología adaptarse a la realidad de los alumnos	<p>Exposición oral de las actividades para generar la participación de los alumnos</p>	<p>Coherente con el profesor tradicional</p> <p>Contradicción con el pensamiento</p>	<p>Exposición oral de la oportunidad para la participación de los alumnos</p> <p>Con los alumnos con los alumnos</p>	<p>Uno no quiere ser desistitante, pero puedo remediarlo</p> <p>Cambio: mayor participación de los alumnos pero no se</p>	<p>Concepciones del profesor tradicional de la ciencia: quiero que los alumnos participen pero no se</p>
Yo a la manera conceptual	<p>Desarrollo matemático de los casos anales de los conceptos</p>	<p>Contradicción con el pensamiento de la coherencia conceptual</p>	<p>Algunos análisis conceptuales de los temas matemáticos</p>	<p>Intento de cambios en los temas matemáticos</p>	<p>Contradicción basada en su concepción de la ciencia</p>
Los problemas están resueltos para no confundir a los alumnos	<p>Problemas bien planteados en clase</p>	<p>Coherencia con el pensamiento</p>	<p>Problemas bien planteados en clase</p>	<p>Coherencia con el pensamiento</p>	<p>Fuente de seguridad</p>

Creencias, concepciones y enseñanzas en la Universidad: un



Pensamiento	Acción	Coherencia/ contradicción	Nueva acción	Reflexión/cambio	Coherencia /dilema
No explicar a los alumnos la resolución de los problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da 5 minutos y él resuelve los problemas en el pizarra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contradicción: no da tiempo para que los alumnos los resuelvan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da más tiempo para que resuelvan los problemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos preguntan a los otros profesores y eso no lo controla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepción de aprendizaje</li> </ul>
Los alumnos trabajan en el laboratorio como investigadores noveles, diseñando sus experiencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía a los alumnos paso a paso</li> <li>• Sólo deciden el número de fotogates que utilizarán</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contradicción con su pensamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persistencia: guía a los alumnos paso a paso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con estos alumnos debo cambiar lo que significa la metodología de trabajar solos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepción sobre los alumnos de Física Aplicada</li> </ul>
Función del profesor: estar atrás y asistir cuando lo soliciten los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se para entre los alumnos y el equipo</li> <li>• Guía a los alumnos paso a paso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contradicción con su pensamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persistencia: en algunos momentos realiza él los diversos pasos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estos alumnos no funcionan sin una inducción constante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepción sobre los alumnos de Física Aplicada</li> </ul>
Laboratorio: no tomar datos e irse, controlar correspondencia con lo que se mira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las experiencias se realizan mecánicamente</li> <li>• Los alumnos no saben a qué corresponden los datos que ven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contradicción con su pensamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persistencia de ambas cosas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No observo que los alumnos reflexionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansiedad: Falta de tiempo</li> <li>• Debo guiarlos para que no tarden tanto</li> </ul>
El informe los obliga a estudiar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aprueba los informes hasta que estén completos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coherencia con su pensamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ídem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al menos los obligo a copiar la teoría del libro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepción sobre los alumnos de Física Aplicada</li> </ul>
El libro debe estar ahí cuando lo necesito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observa el libro permanentemente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coherencia con su pensamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observa muchos minutos al libro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio: más seguridad en los contenidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El libro me da seguridad</li> </ul>
No se pueden resolver los problemas de Física sin el libro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre exige a los alumnos el libro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coherencia con su pensamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continúa exigiendo el libro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos son vanos, no quieren ir al libro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El libro posee estructura y coherencia, es mejor que el apunte</li> </ul>