

**MÉTODOS ALTERNATIVOS DE
INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE
LAS MATEMÁTICAS: LA OBSERVACIÓN**

M^a del Carmen Chamorro Plaza, *Universidad Complutense de Madrid*

RESUMEN:

En el presente artículo se exploran y examinan las funciones que la observación didáctica puede jugar en la investigación en Didáctica de las Matemáticas. Se analiza cómo la observación puede ser usada como parte de la validación interna de una ingeniería didáctica, mediante la confrontación de los análisis a priori y a posteriori. En la segunda parte, se profundiza en el uso de la observación dentro de la formación permanente e inicial del profesorado, valorando su papel en tanto que metodología idónea para el aprendizaje de la Didáctica de las Matemáticas.

1. Necesidad y naturaleza de la observación didáctica.

Es difícil concebir una ciencia que no cuente entre sus métodos con la observación, si bien lo que se observa es muy variado de una ciencia a otra: fenómenos de la naturaleza, el efecto de ciertas sustancias sobre los organismos vivos, el comportamiento humano, etc. Parece pues necesario, fijar desde el primer momento el objeto y la naturaleza de la observación didáctica.

Si nos atenemos al sentido más primitivo del término observación, ésta se limita a una constatación pura y simple de un hecho producido de manera natural, en tanto que la experimentación supone la introducción por parte de quien la realiza, de circunstancias, variables o condiciones capaces de producir un cierto fenómeno.

Ciertas ciencias, como la Astronomía o la Astrofísica representan, por razones obvias, el ejemplo más claro del trabajo de observación, pero la mayoría de las ciencias pasan poco a poco de la observación a la experimentación, en la medida en que los fenómenos a observar son, no sólo observados, sino planificados, modificados y provocados, cuidadosamente, con rigor, y de acuerdo con cierta vigilancia epistemológica y ética, que constituye lo que habitualmente denominamos métodos experimentales.

En estas primeras líneas ha aparecido ya la palabra fenómeno, y es que la Didáctica de las Matemáticas se va ocupar, entre otras cosas, del estudio de los fenómenos propios y característicos de la enseñanza de las matemáticas, fenómenos que vienen determinados, incluso por cada contenido concreto, y que se producen con cierta regularidad siempre que se dan unas circunstancias determinadas. La detección de estos fenómenos, con vistas a su análisis y tratamiento posterior, es a nuestro juicio uno de los campos de investigación más interesantes de la Didáctica de las Matemáticas, pero esta detección y determinación requiere el establecimiento de una metodología específica.

Desde otro punto de vista, una disciplina que como la Didáctica de las Matemáticas aspira a considerarse ciencia, debe someter sus previsiones y sus resultados a la contingencia, y ello supone necesariamente la observación de los actores del aprendizaje en su medio, - la clase-, la definición precisa del corpus de observables (concepciones, errores, saberes invisibles, obstáculos, papel de las variables didácticas, estrategias de los alumnos, etc.), y los métodos de recogida e interpretación de las observaciones.

2. De la naturaleza de los observables.

Toda observación debe ir precedida de las siguientes preguntas: ¿para qué observar?, ¿qué observar?, ¿cómo observar?, preguntas unidas de manera inseparable. El *para qué* va a determinar el *qué*, y el *qué* va a determinar el *cómo*.

2.1. ¿Para qué observar?

¿Por qué y para qué la didáctica debe interesarse por la observación de las prácticas de enseñanza? Si bien no se ha dado una respuesta explícita a esta pregunta, ni se ha teorizado hasta ahora sobre ello, es evidente que cada vez hay más trabajos de investigación, ya sea en la línea de la investigación-acción o dentro de otras corrientes, que consideran la descripción científica de las prácticas de los enseñantes como pieza clave dentro de su investigación, y empieza a tomar peso la idea de que los trabajos en esta línea proporcionarán a la didáctica nuevos elementos esenciales para su desarrollo como disciplina científica.

Si bien la observación puede ser usada con muchas finalidades, vamos a centrarnos en dos de las a nuestro juicio, más fructíferas en el trabajo en Didáctica de las Matemáticas:

- la observación como herramienta de investigación y útil de modelización del enseñante en el sistema didáctico.
- la observación como herramienta en la formación inicial y continua de los profesores de matemáticas.

En cualquiera de los dos casos, se hace necesario, desde el principio, preguntarse: “¿Cómo puede plantearse el problema de la observación didáctica de la clase en términos compatibles con las prácticas científicas?”¹

Desde la perspectiva de la Didáctica fundamental, no puede olvidarse que el sistema didáctico constituye un todo, por lo que si bien la observación puede recaer sobre subsistemas o polos concretos, los resultados de la observación deben ser interpretados en relación a todo el sistema y no de manera aislada, sin conexión con los distintos subsistemas.

En particular, la clase puede ser considerada como un sistema, sistema que tiene incluso una memoria y una historia, por lo que ciertos aspectos sólo pueden ser observados a medio y largo plazo, y por tanto las observaciones puntuales corren el riesgo de esconder aspectos importantes del sistema, lo que plantea ya la primera decisión técnica a tomar: qué periodo de tiempo observar, cómo descomponer los tiempos de observación (sesión de clase, temas, complementar la observación de la clase con otros datos, etc.), la conveniencia de observar elementos relacionados con la clase en lugar de entrar en la clase (observación indirecta), etc.

Por otra parte, la observación de este sistema va a depender estrechamente de la teoría con la que se determinen y lean los observables, pues lo que para una teoría es un hecho relevante digno de ser observado y analizado, puede no ser identificado como pertinente por otras teorías. Es decir, que los observables son, en definitiva, un constructo de cada teoría, y cuando el observador no posee ninguna, lo que recoge son los constructos de la institución, lo que la institución quiere que veamos. “Y no hay evidentemente ninguna razón para que los constructos institucionales sean pertinentes en la problemática del observador. Y es precisamente a partir de esta problemática, y de la teoría en la que ésta se explicita (y se instrumenta), como el observador

¹ Chevallard, Y.(1992): *L’Observation didactique: Remarques liminaires*, Actes de l’université d’automne des IUFM du Sud-Est, Grasse, .

encontrará el punto de apoyo que le permita escapar a la subyugación institucional: o al menos controlar sus efectos.”²

En la relación didáctica, las interacciones del alumno con el medio³, generadoras del aprendizaje, se muestran a través de ciertos comportamientos observables del alumno (p.e. saber resolver un problema o una tarea, dar un tipo de respuesta), y estos comportamientos son característicos de ése conocimiento. De hecho, lo que interesa al investigador son las interacciones que se producen entre las distintas componentes del sistema didáctico, por ello, la observación de clases aparece como un medio privilegiado del que se sirve el investigador en didáctica para confrontar lo que pasa en la realidad con la construcción de la teoría, y gracias a la cual pueden ponerse de relieve los fenómenos didácticos que tienen lugar en la clase.

En cuanto a la utilidad de la observación en la formación profesional de los futuros profesores, el acuerdo es prácticamente unánime. Pero la simple constatación de hechos que caracteriza las observaciones espontáneas o naturalistas, no se corresponde con el estado actual, en tanto que ciencia, de la Didáctica de las Matemáticas, por lo que la pertinencia de la observación en la formación profesional va a residir en la explotación e interpretación que de ella se haga, lo que requiere un diseño y un planteamiento riguroso de la misma.

2.2. ¿Qué observar?

Para que la observación sea fructífera debe estar inspirada por un problema que se quiere estudiar, un fenómeno que se quiere desvelar o un hecho didáctico que se quiere modelizar, debe estar guiada por una idea, en definitiva, por una problemática de investigación, y por ello, necesita enmarcarse dentro de una teoría que permita a posteriori la interpretación de los resultados de la observación.

² Chevallard, Y.: Op. cit.

³ Nos referimos, evidentemente, a la noción de medio matemático a la que se refiere Brousseau, es decir, a la confrontación del alumno con un conjunto de situaciones generadoras del conocimiento matemático objeto de aprendizaje.

Una observación no es fortuita, tiene lugar en el seno de una problemática planteada por el investigador o por el observador. Los distintos aspectos de esta problemática son los que determinan, a la vez, lo que es observable y será observado, y la lectura que se hace de esa observación.

En función de lo anterior el objeto de la observación puede variar. Así, si un investigador desea poner a prueba y validar una ingeniería didáctica que ha diseñado para la enseñanza de un concepto concreto, está obligado a hacer una observación directa de las sesiones en las que se va pasar la ingeniería, con las variantes de observar más de una clase, más de una escuela, varios maestros, etc., debe por tanto observar las clases por medio de grabaciones en vídeo y audio, y no puede sustituir esta observación por el análisis de protocolos, entrevistas individuales, estudio de manuales o encuestas. Hay informaciones que sólo pueden ser obtenidas de esta forma, y por ello en algunos casos la observación sobre el terreno no puede reemplazarse..

Sin embargo, puede ocurrir que nuestro objeto de estudio requiera extraer datos de la clase que pueden obtenerse sin necesidad de *poner los pies en ella*.⁴ Una falsa ilusión del investigador principiante es la de encontrar en la observación directa de la clase la respuesta a todas sus preguntas, cuando la realidad muestra que muchos de los datos que se obtienen no son pertinentes en relación con el problema a estudiar, y que otros no pueden ser recogidos, por lo que todo investigador debería estar en guardia sobre los beneficios omnipotentes de la observación de clases. Los beneficios de la observación no residen tanto en su contenido como en la explotación e interpretación que de ella se haga en el marco de la teoría.

⁴Chevallard, en su obra sobre la evaluación Chevallard, Y. y Feldmann, S.(1986): *Pour une analyse didactique de l'évaluation*, IREM de Marseille., tomando como información las calificaciones medias de una clase y la desviación típica a lo largo del año proporcionadas por el profesor, unido a sus comentarios sobre estas notas, muestra cómo estos datos aportan una gran información que permite reconstruir la historia de la clase en tanto que sistema.

No obstante lo anterior, la observación didáctica puede permitir, en ciertos casos, responder a preguntas que se hace la investigación o que aparecen a lo largo de la misma.

2.3. ¿Cómo observar?

La respuesta a esta pregunta tiene mucho que ver con la respuesta a otra ya enunciada: ¿Cómo puede plantearse el problema de la observación didáctica de la clase en términos compatibles con las prácticas científicas?

El informe elaborado de una observación puede ser correcto o erróneo, su interpretación puede ser buena o mala, y ello con independencia de la calidad de la observación, y es que es realmente difícil saber qué reglas aplicar para hacer una buena interpretación de una buena observación.

La problemática del investigador actúa como un filtro epistémico sobre el campo de los observables, reteniendo sólo aquellos que tienen que ver con el problema planteado, lo que nos lleva directamente a considerar la deontología del investigador y las precauciones a tomar para evitar sesgos e interpretaciones interesadas.

En todo caso, quien observa debe tener claro desde qué papel lo hace, experto, investigador, formador, agente innovador, etc., lo que a veces no es fácil dado que se pasa constantemente de una posición a otra, y además, una misma observación admite distintas finalidades posibles.

*Todo investigador es susceptible de ser imprudente, de ser demasiado rápido, in extremis, de faltar a la sinceridad*⁵ (R. Droz), por lo que parece necesario tomar ciertas precauciones, sobre todo de tipo metodológico que aseguren el control de la situación.

⁵ Droz, R (1980): *Observations sur l'observation*, , Avignon, Groupe Dupont.

Ya Friedrich⁶ (citado por Droz) enumeraba un amplio espectro de los posibles efectos distorsionadores que pueden modificar la calidad de la observación:

- *efecto de halo*: el observador identifica ciertas características positivas en el observado, y tiende a atribuirle otras no observadas.
- *efecto de generosidad*: el observador tiende a atribuir características positivas al observado.
- *efecto de regresión hacia la media*: el observador no observa actitudes extremas sino actitudes medias.
- *efecto de coherencia lógica*: el observador desea que un conjunto de características observadas se organicen en un todo armonioso y pasa por alto los elementos divergentes.
- *efecto de la primera impresión*: ésta puede modular la lectura de todas las características posteriormente identificadas.
- *efecto de contacto*: el observador tiende a especificar las características observadas en relación con la imagen que tiene de sí mismo, bien en congruencia o en contraste.
- *efecto de espera* del observador en relación con el observado, y de éste con la situación.
- *Confusión entre las características generales y las momentáneas o aisladas*.

Todo lo anterior requiere que se tomen todas las precauciones posibles, que exista un contrato claro entre el investigador y el profesor observado, en el que no haya dudas sobre el papel que cada uno debe interpretar y respetar, así como la responsabilidad de las decisiones que se adopten.

⁶ Friedrich, W (1971): Methoden der marxistisch-leninistischen Sozialforschung, Berlín, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.

3. La observación en el marco de la ingeniería didáctica.

El didacta va a enfrentarse al problema de la construcción del conocimiento matemático de los alumnos, y por tanto al problema de la elaboración o análisis de la génesis del conocimiento. Uno de sus trabajos va a ser el diseño de lo que se ha venido conociendo desde 1980 con el término de **ingeniería didáctica**.

Vergnaud señala, que *“la organización de una situación didáctica en un proyecto colectivo de investigación para la clase, supone la consideración a la vez de las funciones epistemológicas de un concepto, de la significación social de los dominios de experiencia a los que hace referencia, el juego de papeles entre los actores de la situación didáctica, los resortes del juego, del contrato y de la transposición”*.⁷

*“El término ingeniería didáctica designa un conjunto de secuencias de clase concebidas, organizadas y articuladas en el tiempo de forma coherente por el maestro-ingeniero para realizar un proyecto de aprendizaje para una cierta población de alumnos.”*⁸

La elaboración de situaciones para la construcción de un concepto dado va a requerir necesariamente un cambio de temporalidad que tenga en cuenta la existencia de dos tiempos, no homomorfos, y por tanto la necesidad de articular el tiempo didáctico y el tiempo de aprendizaje.

La actividad del enseñante pasa por reorganizar el saber a efectos de una presentación didáctica, proponiendo frente a la epistemología histórica, una epistemología artificial, construyendo lo que se ha denominado una **génesis artificial del saber**.

Históricamente, la ingeniería didáctica tiene su origen en la necesidad interna que tiene la investigación en Didáctica de las Matemáticas para acceder al control y observación de determinados

⁷ Vergnaud, G (1991): “ La théorie des champs conceptuels”, en *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 10. 2/3, Grenoble, La Pensée Sauvage, p.157.

⁸ Douady, R. (1992): *L'ingénierie didactique*, Cahier de DIDIREM n° 19, Paris, Université de Paris VII, p.2.

fenómenos de enseñanza específicos de un conocimiento matemático dado.

La ingeniería didáctica puede entenderse como una metodología propia de la investigación en didáctica, basada en un esquema de experimentación de las realizaciones didácticas en clase, muy alejada de la metodología experimental, que ha sido hasta hace poco la dominante epistemológicamente.

Como señala Chevallard: *“paradójicamente, el punto de partida de la ingeniería didáctica no es la necesidad de satisfacer demandas sociales de nuevas técnicas para enseñar y aprender matemáticas. Dicha satisfacción no podía existir porque, por razones culturales, a las instituciones (docentes y no docentes) les cuesta mucho reconocer sus propias necesidades didácticas, es decir, sus necesidades de técnicas de estudio. La imposibilidad de dicho reconocimiento está estrechamente relacionado con la peyoración cultural hacia lo didáctico, que banaliza las actividades sociales de enseñanza y aprendizaje, en el sentido de que hace impensable que estas actividades puedan proceder de un saber técnico (y, en consecuencia, tecnológico y teórico): reconocer una necesidad didáctica- es decir de técnicas didácticas- supone reconocer la existencia de un problema didáctico (o de un campo de problemas didácticos) que debe ser resuelto ya sea por la institución misma, o apelando a una segunda instancia, ¡y lo didáctico es por sí mismo no problemático!”*⁹

3.1. La metodología de la ingeniería didáctica.

La ingeniería didáctica se diferencia de otras metodologías de investigación fundamentalmente por los criterios de validación que utiliza, bien alejados de las clásicas comparaciones de resultados entre grupos experimentales y testigo, estando por el contrario, más próxima del estudio de casos, y fundamentando su validez de manera interna, a través de la confrontación entre el **análisis a priori** y el **análisis a posteriori**.

⁹ Chevallard, Y (1991): ‘La ingeniería didáctica de los sistemas de formación y algunas nociones afines’, Curso impartido en el Seminario de Didáctica de las Matemáticas del Departament de Matemàtiques de la UAB, enero de 1991.

Los objetivos de investigación de las ingenierías didácticas pueden ser muy variados, destacando el estudio de los procesos de aprendizaje de un concepto determinado, la elaboración de génesis artificiales de un saber concreto o estudios de tipo transversal (por ejemplo, la resolución de problemas, el aprendizaje de la demostración, el debate científico, etc.). Se acostumbra también, a hablar de micro y macro-ingenierías; el primer término hace referencia a estudios de tipo local, de amplitud limitada, en tanto que el segundo se refiere a procesos de varios años de duración, que pueden englobar varios conceptos relacionados entre sí, que se interesan por ejemplo por la articulación de distintos conocimientos o estrategias globales de aprendizaje.

La teoría didáctica general constituye un apoyo imprescindible para el diseño de ingenierías didácticas. Así, por ejemplo, un estudio previo del campo conceptual que englobe la noción en cuestión parece necesario, tanto para no perder aspectos importantes del concepto como para no limitar su potencial riqueza. Entre las distintas fases de la metodología de ingeniería didáctica, M. Artigue¹⁰ señala las siguientes:

1. Análisis previos.
2. Concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas de la ingeniería.
3. Experimentación en el aula de las situaciones didácticas.
4. Análisis a posteriori y evaluación.

La fase de análisis previos comprende:

- análisis epistemológicos del concepto objeto de la ingeniería,
- el análisis de la enseñanza usual y sus efectos,
- el análisis de las concepciones de los alumnos, las dificultades y obstáculos ligados a su evolución,
- el análisis de las limitaciones y condicionamientos del marco en las que se va a situar la realización didáctica efectiva, atendiendo

¹⁰ Artigue, M (1990): "Ingénierie didactique", en *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 9.3, Grenoble, La Pensée Sauvage, p.p.281-307.

a la dimensión epistemológica (características del saber en juego), cognitiva (características cognitivas de aquellos a los que se dirige la ingeniería) y didáctica (características del funcionamiento del sistema de enseñanza),

- la determinación de objetivos de la investigación.

En la segunda fase de análisis a priori, el investigador va a actuar sobre las variables, fijando aquellas que considera pertinentes en relación con el problema de estudio. Se distinguen dos tipos de variables, las de tipo macrodidáctico, que afectan a elecciones de carácter general y a la organización de la ingeniería, y las microdidácticas o locales, ligadas a la organización de las distintas sesiones y al contenido objeto de la ingeniería.

El análisis a priori pretende, entre otras cosas, controlar el sentido a través de la concepción de situaciones didácticas apropiadas, determinando en qué forma las distintas elecciones efectuadas, a través de las variables, permiten controlar, tanto la actividad del alumno como el sentido que construyen. Hay una parte del análisis a priori que es de tipo descriptivo, incluye las elecciones locales y su relación con las elecciones de tipo global, pero la parte más importante es la de tipo predictivo, centrada en el análisis de las situaciones, sus características a-didácticas, el desafío que estas situaciones representan para el alumno, las posibilidades de acción, elección, decisión, control y validación de las que estos disponen una vez conseguida la devolución. Hay también una previsión de los comportamientos posibles del alumno, así como un análisis de en qué forma estos comportamientos esperados suponen la adquisición de los conocimientos buscados por la situación.

El análisis a priori es, por tanto, esencialmente a-didáctico, pero debe prever las relaciones entre lo a-didáctico y lo didáctico, situando al profesor y determinando su papel dentro de las situaciones.

La fase de experimentación, aunque clásica, debe llevarse a la práctica con determinadas cautelas, prestando especial atención a la metodología de observación.

El análisis a posteriori se halla ligado a la validación, de tipo interno, que surgirá de la confrontación entre lo esperado en el análisis a priori y lo sucedido en la experimentación. Se trata de analizar los datos recogidos durante la experimentación: crónicas, observaciones, videos, transcripciones, entrevistas individuales, ejercicios, cuestionarios, etc., confrontándolos a las previsiones del análisis a priori, fundando la validación no en aspectos estadísticos de medida de desviaciones entre grupo control y testigo, como hace el método experimental clásico, sino en la validación o no de las hipótesis enunciadas en el análisis a priori. La confrontación entre los dos análisis es a menudo difícil, y ello porque requiere de una descripción muy pormenorizada y costosa, que permita hacer después un análisis en términos de validación de las hipótesis que han sido confirmadas o rechazadas en la experimentación, proponiendo después modificaciones de las ingenierías iniciales.

La ingeniería didáctica ha colaborado de forma decisiva en el desarrollo de la didáctica, al poner de manifiesto fenómenos que permanecían ocultos y escapaban a la observación *naturalista* de las clases, entre otros: la necesidad y carácter de la institucionalización, la existencia de la memoria didáctica, el uso de la ostensión, la existencia de objetos didácticamente invisibles, y muy especialmente el problema de la obsolescencia y reproducción de las situaciones didácticas.

Ya hemos visto que una ingeniería didáctica puede diseñarse con dos finalidades muy distintas. Una, la más natural, supone la construcción de una génesis artificial del saber con fines de enseñanza e investigación. El investigador, después de haber realizado un estudio epistemológico del concepto a enseñar, de haber analizado los factores genéticos, la transposición didáctica, y toda la literatura relativa a errores y obstáculos, diseña, dentro del marco teórico de la Teoría de Situaciones¹¹, una ingeniería didáctica que va a someter a prueba usando la validación interna, consistente en confrontar los análisis a priori y a posteriori¹². La experimentación de esta ingeniería en el curso o cursos previstos, es una parte importante que debe prepararse con cuidado, y que

¹¹ Brousseau, G (1998): *La Théorie des Situations didactiques*, La Pensée Sauvage, Grenoble.

¹² Para ampliar la información sobre en qué consisten los análisis a priori y a posteriori, puede consultarse Chamorro, M.C (1997): *Estudio de las situaciones de enseñanza de la medida en la escuela elemental*, Tesis doctoral microfilmada, Madrid, UNED.

va precedida de múltiples reuniones con los profesores que habrán de poner en práctica las sesiones, y con los que es necesario acordar un contrato claro.

La organización material de la observación: quién y qué se observará, constituir los equipos de observadores y cronistas, confeccionar las pautas de lo que se desea observar en particular, es un trabajo penoso pero necesario si se quiere sacar partido a una experimentación que, además de ser irreplicable la mayoría de las veces, es siempre muy costosa en tiempo y esfuerzo.

Las pautas dadas a los observadores deben ser claras sobre las cosas a observar, y deben guardar relación con las previsiones hechas en el análisis a priori, que deberán confirmarse o desestimarse tras la experimentación. Así, deben observarse las estrategias utilizadas por los alumnos, el paso de unas a otras, las rupturas del contrato didáctico, las fases a-didácticas o didácticas de las situaciones, el funcionamiento de las fases de acción, formulación, validación e institucionalización que se haya previsto, etc.

La explotación de los datos extraídos de la observación es imprescindible para realizar el análisis a posteriori y la eventual validación de la ingeniería, y deben constituir un mosaico amplio que permita, de alguna manera, reconstituir lo acaecido en la clase (notas de los observadores de cada grupo, crónicas de la sesión, trabajos escritos de los alumnos, grabaciones en vídeo, transcripciones de protocolos, etc). Debe permitir responder a una lista de preguntas, planteadas previamente, sobre los efectos esperados o no de las lecciones observadas, confirmar o desestimar, hechos e hipótesis formulados antes de la observación.

Las precauciones deontológicas hacen necesario respetar al máximo la independencia entre el sistema de investigación y el sistema didáctico, por lo que el investigador debe permanecer al margen de determinadas tareas, para así garantizar su independencia.

Otras veces, la ingeniería didáctica se diseña como un recurso de fenomenotecnia y responde a cuestiones como las siguientes: ¿cómo poner en evidencia fenómenos didácticos? ¿cómo identificar los elementos de regularidad o variación en las prácticas observadas?. Se trata de provocar, para así poder elucidarlos y estudiarlos mejor, fenómenos didácticos que o bien han sido previstos en la teoría, o han sido detectados casualmente a lo largo de otras observaciones.

Este es el ejemplo más claro de cómo el objeto de la investigación determina el contenido de la observación.

4. La observación didáctica como herramienta en la formación de los profesores

Durante mucho tiempo se actuó en la formación inicial sobre el presupuesto, implícito e ingenuo, de que los gestos profesionales podían ser aprendidos observando a otros profesionales; ahora sabemos bien que una clase esconde una gran complejidad, y que hay un gran número de variables que entran en juego, por lo que la gestión de una clase de matemáticas requiere controlar muchos conocimientos, no sólo matemáticos, lo que desborda con mucho las posibilidades de un principiante de observar y comprender la totalidad de lo que está ocurriendo en la clase. Por otra parte, un profesor en formación inicial no dispone de los instrumentos metodológicos necesarios para recoger y analizar los aspectos pertinentes de una observación de clase, creer lo contrario sería caer en la ilusión de la falsa transparencia tan frecuente en la enseñanza, por lo que el uso de la observación en la formación podría ser de nula utilidad si no se organiza y estructura.

Es evidente que lo que se ve en una clase depende de lo que se sabe y de lo que no se sabe, y que en una observación naturalista, a veces, lo que llama la atención no es lo más significativo¹³, por lo que los estudiantes se quedan habitualmente en la superficie, sin que puedan abarcar todos los aspectos de lo que realmente está ocurriendo.

¹³ Ver Douady, R. y Robert, A. (1992): *Quelques réflexions sur l'observation en classe en formation professionnelle initiale des futurs enseignants*, Actes de la COPIRELEM, Pau-Nice.

Todo lo anterior justifica que se haga un estudio de las condiciones que debería reunir una observación para ser formativa.

4.1. Las funciones de la observación de clases.

La experiencia que un estudiante para profesor tiene de la escuela, se haya circunscrita y muy condicionada por su propia experiencia como alumno, lo que evidentemente no le proporciona una visión objetiva y general. Por otra parte, los saberes matemáticos que se usan en la escuela aparecen muy desligados de los saberes sabios¹⁴ recibidos por el alumno con anterioridad, por lo que a menudo hay que hacer todo un análisis epistemológico de los saberes matemáticos que están en juego en una situación didáctica. A esto hay que añadir, como contenido formativo, un saber didáctico que proporcione al futuro profesor herramientas de análisis y control de sus acciones en clase.

Pero junto a los saberes matemáticos y didácticos, aparece lo que algunos autores han llamado el tercer saber, el conocimiento profesional, conocimiento ligado a la práctica y que forma parte de los saberes-hacer del oficio de profesor, saberes sobre los que el acuerdo no es tan general como en los saberes matemático y didáctico, entre otras cosas por su carácter menos cerrado y más en evolución que los anteriores.

La mayoría de las acciones formativas pretenden proporcionar al futuro profesor un modelo que le sea útil en la acción, tratando además de comunicar la concepción que ellos tienen de la enseñanza. Y para ello, según han mostrado Houdement y Kuzniak¹⁵ utilizan fundamentalmente cuatro estrategias:

estrategias culturales, basadas en la transmisión del saber, y que no cuestionan su puesta en funcionamiento en la clase por parte del futuro profesor. Buscan sobre todo aumentar los conocimientos matemáticos del formado.

¹⁴ Usamos aquí la terminología acuñada por Y. Chevallard en su conocida obra de *La Transposition Didactique*, y con el mismo sentido.

¹⁵ Houdement, C y Kuzniak, A (1996).: *Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques*, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 16.3., La Pensée Sauvage, Grenoble.

estrategias basadas en mostrar cómo hacer. Buscan la transmisión de un modelo a través de la mera observación de clases, tratando de hacer imitar una práctica.

estrategias basadas en la homología. El formador practica un modelo que el formado deberá después trasponer a la escuela, y enseña según la concepción que él tiene de cómo debe enseñarse en la escuela.

estrategias basadas en la transposición. Se distinguen de las anteriores por el distanciamiento teórico que supone el análisis didáctico que se hace de los modos de transposición. Proponen la transmisión de saberes pero siempre en el contexto de la práctica de la clase, tomando en consideración dos niveles distintos de transposición: según se trate de niño de la escuela o del estudiante para profesor.

En todas las estrategias, a excepción de la culturalista, la observación de clases tiene su razón de ser, si bien la explotación que de ella se haga va a estar en función de la concepción que el formador tenga de cuál debe ser su trabajo, pero es indudable que se trata de una potente herramienta de formación.

La observación, tal y como nosotros la concebimos, va a permitir al alumno mirar la realidad escolar de una clase de matemáticas desde una perspectiva distinta, entre otras cosas, gracias a los conceptos proporcionados por la didáctica, que van a mostrarse, con motivo de la observación, herramientas de gran utilidad práctica, ayudando a instalar en la mente de los futuros profesores la necesidad de fundar sus prácticas profesionales sobre contenidos didácticos, objetivo que nos parece de gran importancia en la formación inicial.

El formador debe llevar a cabo el trabajo necesario para ayudar al alumno a franquear la barrera que separa los conocimientos teóricos de distinto tipo, matemáticos, pedagógicos, didácticos, y la práctica profesional.

La habitual dificultad de compatibilizar teoría y práctica, la distancia existente entre el curso de didáctica y la realidad de la clase, pueden disminuir gracias a la observación.

4.2. La observación y la didactificación de la didáctica.

Los contenidos didácticos no son directamente asimilados por los profesores en formación, por lo que es necesario hacer una reflexión sobre cómo enseñamos en formación inicial la Didáctica de las Matemáticas.

Entre los objetivos, aceptables por la mayoría de los didactas, que se pretende lograr en la enseñanza de la Didáctica de la Matemáticas señalamos los siguientes:

- Sensibilizar al alumno hacia el funcionamiento del sistema educativo y cuestiones relativas al aprendizaje de las matemáticas: concepciones, errores, preconcepciones, fracaso escolar, etc.. En particular, concienciar al alumno de la complejidad de las acciones de enseñanza de las matemáticas.
- Permitir al alumno vivir un cierto estilo de aprendizaje de las matemáticas basado en presupuestos constructivistas, para ayudarle, entre otras cosas, a desprenderse de los esquemas escolares de los que es prisionero.
- Proporcionar al alumno elementos de base necesarios para el análisis didáctico, que permitan resituar y redefinir los problemas de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y el comportamiento de los alumnos en matemáticas.
- Hacer evolucionar las concepciones de los futuros profesores sobre las matemáticas y las formas de acceder a ellas.

Sería, sin embargo, engañoso, pensar que una formación teórica podría lograr los objetivos citados: sin experiencia profesional las cuestiones de didáctica, e incluso epistemología, no pueden tener sentido pleno; una iniciación teórica no puede dar lugar a un verdadero saber ni a

la adquisición de competencias profesionales, puede, incluso, dar una falsa idea de la manera en que las cosas se plantean realmente. La afirmación anterior hace que la observación didáctica se sitúe en una posición relevante para lo que podríamos llamar una preprofesionalización¹⁶ del alumno.

En la línea de buscar una construcción significativa de la didáctica por parte del alumno, hay que indagar no sólo qué contenidos transponer y en que orden, sino la manera de hacer surgir los conocimientos didácticos a partir de actividades expresamente diseñadas; y es en este ámbito, en el que la observación programada y dirigida puede ser de enorme utilidad, por ello, la observación puede ser una herramienta importante en la investigación metadidáctica, y comprobar hasta qué punto su uso colabora de manera eficaz en la consecución de los objetivos antes enumerados.

La observación debe contribuir a la formación, pero para ello debe estar integrada en un proceso más completo y estar bien preparada, pudiéndose desarrollar en varios tiempos. Lo razonable sería comenzar por observaciones más superficiales, de sensibilización, hasta llegar a otras medianamente preparadas en las que haya una iniciación a un cuestionamiento sistemático de ciertos aspectos: naturaleza de las actividades, uso del tiempo, errores, etc..

Las primeras observaciones, de sensibilización, pueden tener como objeto el descubrimiento de la complejidad de la profesión, desmontando la idea, bastante extendida entre los principiantes, de que para enseñar, lo que se necesita es dominar los saberes en juego y ser claro en las explicaciones. Sirven de motivación, y hacen comprender la necesidad de una formación didáctica que ayude a dar respuesta a los numerosos interrogantes que se suscitan.

Tras una primera aproximación a los conceptos de base de la didáctica, los alumnos disponen ya, tanto de herramientas como de un lenguaje más preciso con el que reformular las cuestiones relativas al

¹⁶ Entendemos por preprofesionalización una formación que permita al estudiante verificar su interés por la profesión, confrontando su proyecto, y bien convertirse en profesor o abandonar.

binomio enseñanza-aprendizaje. Las observaciones de clase pueden entonces, tener como función ilustrar y dar un sentido más vivo, al menos parcialmente, a los conceptos didácticos anteriormente abordados, lo que dará lugar a la formulación de nuevas cuestiones y a aumentar, a los ojos de los alumnos, la importancia de los hechos didácticos. Las observaciones pueden limitarse a objetivos precisos, temas de trabajo, o formulación de hipótesis. Por ejemplo:

- estudiar una u otra elección en la transposición didáctica y sus consecuencias,
- estudiar y discutir el análisis a priori de una secuencia y localizar los momentos claves a lo largo de la observación,
- formular en términos de contrato los comportamientos observados y ver en ellos, de manera más clara, lo que el profesor espera de los alumnos,
- constatar el papel de ciertas variables didácticas,
- comparar distintas elecciones de gestión de la situación, fundamentalmente el comportamiento de los alumnos y del profesor en la resolución de problemas,
- trabajar sobre el error y su tratamiento.

Cada estudiante, o grupo de estudiantes podría trabajar la observación centrándose en un tema, y produciendo un documento escrito que podría ser debatido por la clase.

La observación puede jugar, también, un papel importante de cara a concienciar al futuro profesor de la necesidad de reorganizar y completar sus conocimientos matemáticos a efectos de ser enseñados. Este efecto se obtiene con más facilidad cuando se hace un análisis de los procedimientos y errores de los alumnos, basándose en resultados de investigación, y se localizan a lo largo de las observaciones de clases.

Una observación guiada ha debido ser preparada con anterioridad, comenzando por ejemplo con el estudio y resolución matemática de la situación o progresión que será observada, resolución que no es evidente

para todos los futuros profesores, y que va a facilitar la localización e interpretación de los errores cometidos por los alumnos observados. El estudio de los cuestionarios oficiales: ciclo, contenidos, objetivos, conocimientos previos, etc. ha debido hacerse también previamente.

En un segundo tiempo, se parte de una ingeniería previamente diseñada por los expertos y que ha sido experimentada en el nivel correspondiente¹⁷. Es posible comenzar, como hemos dicho, haciendo un estudio del problema matemático que se plantea, de los objetivos que se pretenden, para pasar después al análisis a priori de la situación, partiendo, por el momento, sólo del texto escrito que describe la situación.

Este análisis a priori que va a versar sobre cuestiones didácticas va a dar la oportunidad, ya sea de introducir conceptos básicos: noción de contrato didáctico, devolución, variable didáctica, estrategia de base, situación a-didáctica, etc, o de someterlos a revisión, viendo si el alumno es capaz de identificarlos y usarlos en la práctica. En este análisis deben poder hacerse ciertas conjeturas sobre el comportamiento esperado de los alumnos, la gestión de la clase por el maestro, los errores de los alumnos, o la aparición de fenómenos de enseñanza. Tiene cierta importancia que el futuro profesor haga una estimación del tiempo que se invertirá en las diferentes fases de enseñanza, pues ésta es uno de las mayores dificultades que tienen los profesores novatos, estiman mal las dificultades que el niño va a encontrar y el tiempo que se va a necesitar para el desarrollo de las actividades.

Se pasa, después, a la observación propiamente dicha, visionando el material videográfico. Esta parte, además de ser la más grata para el futuro profesor, permite dotar de verosimilitud a todo el proceso, lo que tiene gran importancia. No hay que olvidar que la concepción que los alumnos tienen de la enseñanza de las matemáticas se halla muy ligada a su experiencia como alumnos de la escuela elemental, por lo la

¹⁷ En nuestro caso, hemos usado sendas ingenierías para la enseñanza de la longitud y la superficie que ya habíamos experimentado en el C.O.R.E.M. de Burdeos, y que forman parte de nuestro trabajo de tesis doctoral. Dichas ingenierías han sido puestas en práctica de nuevo en los cursos 2000-2001 y 2001-2002 en el C.P. Pablo Picasso de Fuenlabrada (Madrid), y se dispone de mucho material filmado, ejercicios de los alumnos, etc. Otras comunidades de didactas como la francesa, disponen de trabajos de macroingenierías realizadas por ERMEL y publicadas por el INRP que son de gran calidad y utilidad.

confrontación entre sus concepciones iniciales sobre la enseñanza y lo que se les propone es un choque, y hay muchos alumnos que desearían, pero se ven incapaces de llevarla adelante, una enseñanza de las matemáticas más motivadora y viva, en la creencia de que ello no es posible.