

LA IMPORTANCIA DEL RAZONAMIENTO INDUCTIVO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES

M^a Consuelo Cañadas Santiago
Encarnación Castro Martínez

Dpto. de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada

Resumen

En este trabajo mostramos la importancia del razonamiento inductivo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el nivel de Secundaria y, como consecuencia, la necesidad que tienen los futuros profesores de realizar tareas que fomenten el uso, y por tanto el conocimiento, de este tipo de razonamiento. Pensamos que la reflexión sobre una metodología en la que el razonamiento inductivo esté presente, se debe hacer desde la formación inicial de profesores, y más concretamente desde la didáctica de las matemáticas. Con este planteamiento, presentamos los objetivos que se pueden contemplar desde esta disciplina en la formación de profesores de matemáticas.

Razonamiento inductivo en matemáticas

El razonamiento es la acción de dar razones para explicar un hecho. La división clásica del razonamiento se hace entre el razonamiento deductivo y el razonamiento inductivo. El primero parte de unas premisas y llega a una conclusión que se sigue de las mismas. El razonamiento inductivo es la acción del pensamiento humano adoptada para producir afirmaciones y alcanzar conclusiones, partiendo de casos particulares y buscando una generalidad (Cañadas, 2002).

No es posible hacer una clara distinción entre ambos tipos de razonamiento cuando los estudiantes trabajan en tareas no rutinarias. Algunos autores añaden un tercer tipo de razonamiento a la clasificación tradicional para los procesos que no responden exactamente a los considerados en la clasificación tradicional. Simon (1996) lo llama razonamiento transformacional y Pedemonte (2000), argumentación abductiva.

Las acciones implicadas en el razonamiento inductivo son importantes tanto en matemáticas como en otras ciencias. Entre estas acciones, encontramos la observación de los casos particulares y la búsqueda de regularidades. Existe una corriente de opinión actualmente, que considera las matemáticas como la ciencia de los patrones, basándose en que las matemáticas estudian las regularidades que se producen en la vida real (Castro, 2002).

A grandes rasgos, señalamos los siguientes pasos a seguir en el proceso de razonamiento inductivo:

- Se observa alguna semejanza en situaciones particulares.
- Se generaliza. Se establece una regla general, esta es un juicio claramente formulado que es meramente conjetural o tentativo, se trata de alcanzar la verdad.
- Se comprueba la conjetura con nuevos ejemplos particulares.

Posterior a la comprobación con ejemplos de la conjetura, se busca un examen más justo de la misma, y si es oportuno se procederá a la demostración de la conjetura (Polya, 1967).

El razonamiento inductivo se considera un importante camino de acceso al conocimiento matemático. Es aconsejable una aproximación a la realidad mediante la construcción inductiva y empírica del conocimiento y, posteriormente, se pasará a la formalización y la estructuración de ese conocimiento. “La tradicional idea de las matemáticas como ciencia puramente deductiva... ha de corregirse con la consideración del proceso inductivo y de construcción a través del cual ha llegado a desarrollarse ese conocimiento.” (Real Decreto 1345/1991)

Acciones relacionadas con el razonamiento inductivo

Partimos de que el proceso inductivo abarca desde el trabajo con casos particulares hasta la formulación de una conjetura para el caso general. Mostramos, a continuación, las acciones identificadas en la resolución de una tarea matemática no rutinaria por alumnos de Secundaria, en la que el razonamiento inductivo está involucrado (Cañadas, 2002). Algunas de dichas acciones no son específicas del razonamiento inductivo, sino que son generales, pero se ponen de manifiesto cuando se trabaja con él:

- abstracción
- aplicación de conocimiento matemático
- elaboración de argumentos explicativos

Otras acciones que son características del razonamiento inductivo, no aparecen independientemente unas de otras si no que, en la mayoría de los casos, están relacionadas entre sí. Estas acciones son:

- observación de casos concretos
- organización de los casos concretos trabajados
- predicción o búsqueda de regularidades o patrones
- formulación de conjeturas o hipótesis
- verificación de conjeturas o hipótesis
- generalización de argumentaciones

En general, del modo en el que se desarrollen todas las acciones mencionadas y del éxito de las mismas, depende el resultado que se obtenga del proceso de razonamiento inductivo llevado a cabo.

El razonamiento inductivo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de Educación Secundaria

En los documentos curriculares se reconoce la importancia del razonamiento en general, del razonamiento inductivo en particular y de las acciones vinculadas directamente con el razonamiento inductivo.

Los principios básicos del Diseño Curricular Base en España (1989), que forma parte del primer nivel de concreción curricular, consideran la necesidad de que el profesor parta del nivel de desarrollo del alumno. La intervención educativa tiene que partir de las posibilidades de razonamiento y de aprendizaje que posean los alumnos en los distintos niveles de su desarrollo evolutivo.

Desde una perspectiva internacional, en los Estándares Curriculares del NCTM (2000) se indica que todos los alumnos de todas las edades han de:

- Reconocer el razonamiento y la demostración como aspectos fundamentales de las matemáticas.
- Hacer e investigar conjeturas matemáticas.
- Desarrollar y evaluar argumentaciones y demostraciones matemáticas.

- Seleccionar y usar distintos tipos de razonamiento y métodos de demostración.

Los objetivos generales para Secundaria del NCTM (1991) implican que los estudiantes desarrollen hábitos mentales matemáticos. Consideran que para trabajar con matemáticas es fundamental formular hipótesis, recopilar evidencias de los casos particulares y elaborar un argumento que apoye estas nociones.

Se considera que “la finalidad fundamental es el desarrollo de la facultad de razonamiento y de abstracción. La capacidad humana de razonar encuentra en las matemáticas un aliado privilegiado para desarrollarse...” (MEC, 2001, p. 135). La abstracción parte de la experiencia, de los casos particulares, de lo que puede ser explorado por los alumnos.

De las consideraciones que se exponen en el Real Decreto 1345/1991 se siguen unos principios que mantienen su vigencia en la educación obligatoria y que hacen referencia a la importancia que ha de darse a los aspectos inductivos y constructivos del conocimiento matemático, y a la relación entre los contenidos de aprendizaje de las matemáticas con la experiencia de los alumnos.

Desde los Estándares Curriculares se anima a los profesores a guiar a los estudiantes en un proceso de aprendizaje autodirigido para fomentar la realización de este tipo de actividades, fomentando la argumentación sobre la validez de las hipótesis que ellos mismos formulan (NCTM, 1991).

Según se desprende de los documentos curriculares, en la planificación de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, habrá que tener en cuenta la naturaleza del conocimiento matemático, su carácter constructivo y su vinculación con la capacidad de abstraer relaciones a partir de la propia actividad.

Por su parte, algunos autores destacan el papel del razonamiento inductivo sobre el deductivo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Polya considera que “la matemática presentada con rigor son una ciencia sistemática, deductiva, pero las matemáticas en gestación son una ciencia experimental, inductiva.” (1979, p. 114)

Los términos *argumentación*, *conjetura*, *demostración*, *explicación*, *justificación*, *prueba* y *razonamiento* aparecen relacionados con el razonamiento inductivo. Resulta complicado hablar sobre uno de ellos sin hacer referencia a uno o varios de los otros (Cañadas, 2002). Esos términos tienen una distancia epistemológica y cognitiva con la demostración formal, pero adquieren peso en la etapa secundaria obligatoria y pueden considerarse una fase previa al desarrollo de la demostración formal (González, 2002). En esta línea y teniendo en cuenta el papel del razonamiento inductivo en la construcción del conocimiento matemático, justificamos la importancia del razonamiento inductivo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. El razonamiento inductivo se puede utilizar para conseguir desarrollar en el alumno otros tipos de razonamiento matemático (Neubert & Binko, 1992; Lobo-Mesquita, 1996; Miyazaki, 2000). De aquí la necesidad de que los profesores estén preparados para afrontar este reto curricular, necesidad que podría quedar cubierta desde la disciplina Didáctica de las Matemáticas.

Razonamiento inductivo y formación de profesores

En los primeros niveles educativos, los procesos inductivos son el punto de partida para la construcción del conocimiento matemático. En la Educación Primaria, la mayor parte del aprendizaje de la matemática elemental está condicionada a los argumentos inductivos utilizados por los alumnos (Ortiz, 1997; Castro, 2002). Puesto que la educación se considera una acción continua y progresiva, el razonamiento inductivo debiera de ser un elemento a tener en cuenta en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Secundaria. Hemos constatado, a su vez, que profesores de enseñanza secundaria se

posicionan a favor del uso del razonamiento inductivo (Cañadas, 2002). Pero la realidad no favorece que esto ocurra. En 15 de las 25 universidades españolas en las que se puede estudiar la Licenciatura de Matemáticas, se pueden cursar asignaturas relativas a la didáctica de la matemática. En ninguna de las programaciones a las que hemos tenido acceso aparece el razonamiento inductivo.

Los profesores de matemáticas son los responsables de buscar situaciones adecuadas para que se produzca el aprendizaje programado con sus estudiantes. Atendiendo a esta responsabilidad y mostrada la importancia del razonamiento inductivo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, sobre todo en Secundaria, consideramos que si un profesor de matemáticas ha de trabajar y poner en práctica situaciones de aprendizaje que promuevan este tipo de razonamiento en los alumnos, durante su formación, habrá de familiarizarse y adquirir hábitos de trabajo en esta manera de razonar (Castro, 2002). Por lo que proponemos elementos de lo que podría ser una programación a desarrollar en un aula de formación de profesores matemáticas de secundaria.

Programación

Contenido

El contenido a trabajar en esta programación sería el razonamiento inductivo desde el punto de vista de la formación profesional de los futuros profesores, teniendo en cuenta el conocimiento matemático del contenido y el conocimiento pedagógico del mismo. Desde el punto de vista del conocimiento matemático, el razonamiento inductivo no es un constructo matemático, puede ser abordado desde dos perspectivas diferentes. Por un lado puede ser trabajado como un tema específico. En este caso, las tareas propuestas en el tema estarían relacionadas con distintos constructos matemáticos y el hilo conductor sería trabajar todos ellos mediante razonamiento inductivo. Por otro lado, puede ser tratado como un tema transversal, con lo que iría ocupando espacio y cubriendo objetivos en otros temas. En este otro caso el razonamiento inductivo se consideraría parte de la metodología.

Desde el punto de vista del conocimiento pedagógico, se llevarán a cabo reflexiones sobre la consideración curricular del razonamiento inductivo, relación con distintos conceptos matemáticos preparación de situaciones de aula adecuadas para un nivel determinado y formas de evaluar dicho trabajo.

Objetivos

Mediante el trabajo con el razonamiento inductivo en la formación de profesores se pueden perseguir los objetivos que señalamos a continuación.

- Conocer las características principales de los diferentes tipos de razonamiento (inductivo y deductivo).
- Reconocer la dificultad para limitar claramente entre lo inductivo y lo deductivo en el trabajo de los alumnos.
- Valorar la importancia que se da al razonamiento inductivo en el currículo y en los libros de texto de matemáticas de Secundaria.
- Reconocer la utilidad del razonamiento inductivo en la enseñanza de las matemáticas de Secundaria.
- Conocer el significado y la conexión de términos relacionados con el razonamiento inductivo como: argumentación, casos particulares, conjetura, demostración, explicación, justificación, prueba y razonamiento.
- Conocer los procesos vinculados con el razonamiento inductivo: trabajo con casos particulares, sistematización, formulación y verificación de conjeturas, generalización.

- Conocer el papel de la resolución de problemas en el trabajo con el razonamiento inductivo.
- Conocer dificultades que aparecen en el trabajo con el razonamiento inductivo.
- Conocer técnicas que faciliten el trabajo con el razonamiento inductivo: trabajo sistemático con casos particulares, organización de la información, reconocimiento de patrones o regularidades.

Referencias

- Cañadas, M. C. (2002). *Razonamiento inductivo puesto de manifiesto por alumnos de Secundaria*. Trabajo de Investigación Tutelada. Universidad de Granada, España.
- Castro, E. (2002). Razonamiento inductivo desde la Didáctica de la Matemática. En M. C. Penalva, G. Torregrosa y J. Valls (Eds). *Aportaciones de la Didáctica de la Matemática a diferentes perfiles profesionales* (pp. 157-166). Alicante: Universidad de Alicante.
- González, M. J. (2002). Proyecto Docente. Universidad de Cantabria.
- Lobo-Mesquita, A. (1996). Why Prove? To Understand? En M. DeVilliers & F. Furinghetti (Eds.). *Proceedings of the 8th International Congress on Mathematical Education*, 221-225.
- MEC. (1989). *Diseño Curricular Base. Educación Secundaria Obligatoria I*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC. (2001). *Enseñanzas Mínimas. Educación Secundaria Obligatoria*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Miyazaki, M. (2000). Levels of proof in lower secondary school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 47-68.
- NCTM. (1991). *Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática*. Sevilla: SAEM Thales.
- NCTM. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston: NCTM.
<http://standards.nctm.org/document/index.htm>
- Neubert, G. A. & Binko, J. B. (1992). *Inductive reasoning in the secondary classroom*. Washington D.C.: National Education Association.
- Ortiz, A. (1997). *Razonamiento inductivo numérico. Un estudio en educación primaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España.
- Pedemonte, B. (2000). Some cognitive aspects of the relationship between argumentation and proof in mathematics. En M. van den Heuvel-Panhuizen (Ed.). *Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Holland*, 33-40.
- Polya, G. (1967). *Le découverte des mathématiques*. París: DUNOD.
- Polya, G. (1979). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Real Decreto 1345/1991, BOE de 13-9-1991
- Simon, M. A. (1996). Beyond inductive and deductive reasoning: the search for a sense of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 197-210.