

Epistemología, historia de las ciencias y abejas

Emilio Pedrinaci

Instituto Andaluz de Formación del Profesorado.



RESUMEN

En este trabajo se analiza el interés didáctico de la Historia de la Ciencia. Las aportaciones que puede realizar se presentan desde una triple dimensión: como criterio para la selección del currículum, como recurso para la actividad en el aula y como instrumento para la formación del profesorado. Todo ello vendría a justificar la consideración de la Historia de la Ciencia como una de las fuentes fundamentales del Proyecto IRES.

En una conocida metáfora en la que criticaba las posiciones más frecuentes de los hombres de ciencia de su tiempo, Francis Bacon comparaba a los racionalistas con las arañas y a los empiristas con las hormigas.

Las arañas, decía, prefieren el aislamiento, la soledad, sienten poca curiosidad por la naturaleza que les rodea. Tienen una mente muy aguda y con muy poco material elaboran a partir de sí mismas una fina tela de complejas argumentaciones. Gustan de formular objeciones cada vez más sutiles y acaban quedando inmersas en su propia madeja de hilos, encontrándose con un saber fragmentario y alejado de la realidad.

Las hormigas, por el contrario, sienten una enorme curiosidad por el mundo que les rodea, no se cansan nunca de recoger todo aquello que se encuentran a su paso, pero no seleccionan nada, no tienen una luz que les oriente y buscan tanteando el camino que deben seguir. Con frecuencia advierten que tienen entre las manos un saber superticioso y oscilan, por ello, entre el entusiasmo y el desánimo.

Bacon propugnaba la superación de racionalistas y empiristas. Las abejas repre-

sentarían esa superación. En ellas se conjugan a un tiempo la curiosidad de las hormigas con la sagacidad de las arañas, la laboriosidad y capacidad de recolección de las hormigas con la capacidad para seleccionar, digerir y transformar el material recogido que las arañas poseen. Integran, en definitiva, un permanente contacto e interés por el mundo que les rodea, con la utilización de "modelos" para conocer e investigar ese mundo.

Rossi (1986) sugiere que existe hoy una nueva raza de arañas, los epistemólogos, y una nueva raza de hormigas, los historiadores de la ciencia y aboga, como lo hacía Bacon, por una "Santa Unión" que ayude a superar las limitaciones de ambos, superación que estaría representada por las abejas.

En el Proyecto Curricular IRES (Varios, 1991), encontramos una interesante reflexión sobre lo que puede aportar la epistemología a la fundamentación del modelo didáctico que se propone. Pero en dicha reflexión no se le concede una adecuada relevancia a la Historia de la Ciencia, como perspectiva a tener en cuenta en la construcción del conocimiento escolar.



Pretendemos mostrar, de una parte, que existen poderosas razones que justifiquen la necesidad de considerar explícitamente la Historia de la Ciencia entre las fuentes de que debe nutrirse toda propuesta curricular y, de otra, que su inclusión en el Proyecto IRES incrementaría su coherencia.

Qué puede aportar la Historia de la Ciencia

Una línea historiográfica, felizmente periclitada, entiende la Historia de la Ciencia como una exposición cronológica de los principales logros que han ido acumulándose a lo largo del tiempo. Se trata de una historia descriptiva que tiene en el progreso científico su criterio expositivo. No es ésta la Historia de la Ciencia de la que cabe esperar contribuciones relevantes a la enseñanza.

Para la moderna historiografía de la ciencia, tan interesante resulta estudiar los avances producidos en la construcción del saber relacionados con la introducción de un procedimiento, un concepto o un sistema conceptual, como analizar las razones de un estancamiento, una progresión dificultosa o de un retroceso. Desde esta perspectiva historiográfica habrá de entenderse lo que sigue.

Para adaptarnos tanto como sea posible a la organización interna que presenta el proyecto objeto de estudio, organizaremos las aportaciones de la Historia de la Ciencia en tres capítulos que, aunque afectan a diferentes aspectos, se encuentran íntimamente relacionados:

- La Historia de la Ciencia y la selección del currículum.
- La Historia de la Ciencia y el trabajo en el aula.
- La Historia de la Ciencia y la formación del profesorado.

La Historia de la Ciencia y la Selección del Currículum

Seleccionar el contenido de la enseñanza es una tarea tan difícil como necesaria. La ciencia está generando nuevos conocimientos continuamente y lo hace a un ritmo tal que hoy existe consenso en la imposibilidad de tratar en la enseñanza obligatoria, incluso los contenidos que tradicionalmente se vienen considerando como básicos. Si, en consecuencia, hemos de realizar una selección del currículum, deberemos disponer de algunos criterios que nos permitan adoptar una decisión fundamentada. En el Proyecto IRES se señalan cuatro: criterio sociológico, psicológico, epistemológico y didáctico.

Por nuestra parte, y asumiendo la oportunidad de considerar estos criterios, querríamos referirnos a otros cuatro aspectos que justifican la introducción de la Historia de la Ciencia como fuente de selección del currículum: la necesidad de considerar *la potencialidad de los conocimientos, su funcionalidad, los obstáculos epistemológicos que pueden encontrarse en su construcción* y, por último, *la utilidad de la introducción de ciertos conceptos, procedimientos o actitudes para la superación de dichos obstáculos*.

Para Gagliardi (1986) existen conocimientos que una vez que han sido construidos por los alumnos determinan una transformación y reestructuración de su sistema conceptual. Son los que denominamos conceptos estructurantes. Por otra parte Gagliardi y Giordan (1986) señalan tres instrumentos que pueden ayudar a definir cuáles son esos conceptos estructurantes: el análisis de las representaciones sociales, el análisis de los momentos de transformación de la ciencia y el análisis de las teorías científicas actuales.

En efecto, la Historia de la Ciencia ayuda a conocer cuáles fueron los conoci-

mientos que estaban presentes en los momentos en que se producen cambios importantes en una ciencia, y su análisis puede permitir determinar cuáles de esos conceptos, procedimientos o actitudes han favorecido la reestructuración del conocimiento y han impulsado su avance.

La Historia de la Ciencia puede ser, en consecuencia, una buena herramienta para conocer el núcleo central de un cierto campo del saber y valorar la potencialidad organizadora y reestructuradora que pueden atesorar determinados conocimientos.

La consideración de la funcionalidad del conocimiento, es planteada en el Proyecto IRES como uno de los criterios psicológicos para la determinación del conocimiento escolar. Coincidimos en la necesidad de valorar la utilidad que para el alumno puede tener tanto para la resolución de problemas cotidianos, como para comprender e intervenir mejor en la realidad que le rodea, así como en la relevancia para su vida futura.

Pero querríamos añadir algo más. La Historia de la Ciencia está plagada de ejemplos que nos muestran cómo conceptos o teorías que hoy han sido superados por formulaciones más complejas, sin embargo han tenido una gran funcionalidad. De tal manera que no sólo han ayudado a comprender mejor el mundo que nos rodea, sino que han favorecido, fundamentado y otorgado coherencia interna a proyectos de investigación que han movilizad las ideas dominantes y sentado las bases para futuros desarrollos del conocimiento.

Ello vendría a avalar la sugerencia que hace Driver (1986): *Conviene también que consideremos seriamente la necesidad de un currículum que no suponga que los alumnos comprenden una teoría en su forma más elaborada desde la primera vez que se les enseña.* O que, en términos más concluyentes, formula Hodson (1985): *en la enseñanza de la ciencia, el grado de so-*

fisticación teórica en cualquier etapa debería ser determinado por la capacidad de la teoría para explicar los fenómenos que encontrarán los alumnos. No necesita ir más allá. Hodson confiesa que le resulta tentador sugerir que en ausencia de fenómenos para ser explicados, no hay necesidad de teoría. De esta manera las teorías podrían seguir un proceso de complejización y desarrollo a lo largo de la educación científica de un niño, *que quizás siga líneas similares a las de su desarrollo histórico.*

Ya Bachelard (1938) estaba convencido de la importancia que el conocimiento de la Historia de la Ciencia tiene para el análisis epistemológico y el aprendizaje de la ciencia: *Cuando se investigan las condiciones psicológicas del progreso de la ciencia, se llega muy pronto a la convicción de que hay que plantear el problema del conocimiento científico en términos de obstáculos. (...) Es ahí donde mostraremos causas de estancamiento, es ahí donde discerniremos causas de inercia que llamaremos obstáculos epistemológicos* (resaltado en el original).

La Historia de la Ciencia nos alerta sobre la complejidad de determinados conocimientos, sobre la dificultad de comprensión que pueden presentar, sobre la posible existencia de obstáculos epistemológicos. La descripción de un mismo hecho ha sido utilizada con frecuencia para avalar teorías contrapuestas. Los conocimientos, a diferencia de lo que a veces parece sugerirse, no se deducen linealmente de los hechos por un proceso de inducción, sino que como apunta Giordan (1987) *se trata siempre de algo elaborado, que responde a una necesidad y a los problemas que nos planteamos, siendo el fruto de un proceso de abstracción y de formalización, que se establece en la mayoría de las ocasiones en ruptura con la evidencia.*

Determinar cuáles son los obstáculos epistemológicos es, de acuerdo con

Gagliardi y Giordan (1986), uno de los aspectos clave para la transformación de la enseñanza de las ciencias. Consideran estos autores que disponemos de dos instrumentos básicos para esa determinación: el análisis de las representaciones de los alumnos y de la Historia de la Ciencia. Se trata, además, de dos herramientas que pueden aportarse un beneficio recíproco, y cuya utilidad didáctica trasciende el ámbito de la detección de los obstáculos epistemológicos.

El modelo de aprendizaje como cambio conceptual (Posner et al, 1982) señala la existencia de un cierto paralelismo entre el cambio de paradigma en la comunidad científica y el cambio en las ideas de los alumnos. En el mismo sentido interviene Hewson (1981) que subraya la importancia que presenta la comprensión de cómo cambian los conceptos cuando se los confronta con nuevas ideas o nueva información: *este proceso es análogo al que tiene lugar cuando una persona aprende ciencias.*

Para Jimenez Alexandre (1989) en estos planteamientos se ha querido ver, quizás con excesivo simplismo, una trasposición al ámbito educativo de la conocida frase de Haeckel de que la ontogenia repite la filogenia: *igual que parece explicable que los primeros estadios de los embriones de mamífero guarden semejanza con los peces y anfibios, también podemos esperar que las ideas de los estudiantes sobre un tema reproduzcan los estadios por los que pasaron estas ideas a lo largo de la Historia de la Ciencia.*

En una línea similar Saltiel y Viennot (1985) destacan la enorme utilidad que para la didáctica pueden tener las semejanzas existentes entre el desarrollo histórico de los conocimientos y ciertos razonamientos espontáneos de los alumnos. Estos autores ponen igualmente en guardia contra una traslación simplista entre ambos campos y señalan la utilidad de la Historia de la Ciencia para comprender al-

gunas ideas de los alumnos y las posibles resistencias que pueden aparecer para la apropiación del conocimiento.

La importancia que tiene el marco conceptual de referencia en la interpretación de los procesos que ocurren a nuestro alrededor, puede evidenciarse analizando la Historia de la Ciencia. Esta nos muestra hasta qué punto un conocimiento, o una representación previa, llega en ocasiones a constituir un obstáculo determinante, cuya superación requiere a veces el paso de varias generaciones de investigadores.

Ello hace dudar de la idea de que un alumno pueda acceder de forma inmediata a determinados conocimientos mediante un único experimento/actividad. Para Giordan (1987): *podemos constatar, a través de los estudios históricos, que el saber no se adquiere de una vez por todas, mediante la observación; se elabora a partir de las concepciones existentes, a través de un largo proceso de distanciamiento y decantación que desemboca en la construcción de otro enfoque de la realidad.*

El análisis de la evolución del conocimiento, no sólo ayuda a comprender la dificultad que puede plantear la introducción en el currículum de ciertos contenidos, sino que puede además aportar orientaciones relevantes acerca del modo de abordar en el aula dichas dificultades: sugiriéndonos el uso de determinados *conceptos puente*, la necesidad de introducir cambios metodológicos o la relación existente entre la adquisición del conocimiento en cuestión y un cambio actitudinal.

La Historia de la Ciencia y el trabajo en el aula

En muchos libros de ciencias (Otero 1985, Giordan 1987) se proyecta una imagen distorsionada de la ciencia y de los científicos. La ciencia es vista con frecuen-

cia como un conjunto de verdades definitivas y neutras y los científicos, en palabras de Hodson (1985) *como objetivos, sin sesgos, y poseedores de un método todopoderoso e infalible para determinar la verdad sobre el universo. Estos mitos sobre la ciencia y los científicos son interiorizados por los profesores durante su formación científica y, por ello, les son presentados a los niños en el curriculum.*

Una visión de la ciencia y de los científicos más contextualizada, en la que se pongan de manifiesto las relaciones ciencia-sociedad y, en consecuencia, la fuerte carga ideológica que frecuentemente condiciona las formulaciones científicas, los prejuicios y las limitaciones con que cuentan, favorecerá la desmitificación de la ciencia.

Son especialmente elocuentes en este sentido las palabras de Toulmin (1972) defendiendo la necesidad de plantear, además de la ciencia entendida como una población cambiante de conceptos asociados en teorías más o menos formalmente estructuradas, *una ciencia cultural (...) entendida como una población cambiante de científicos, vinculados en instituciones más o menos formalmente organizadas. Pues la vida de la ciencia se encarna en las vidas de esos hombres, que intercambian información, arguyen y presentan sus resultados mediante una variedad de publicaciones y reuniones, compiten por cátedras y presidencias de academias, y tratan de sobresalir a la par que anhelan conquistar su mutua estima.*

No se pretende con ello sembrar de dudas la supuesta objetividad de la ciencia, ni enfatizar su componente subjetiva sino, más bien, evidenciar la relatividad de las teorías y dotar al alumno de un sano escepticismo.

La Historia de la Ciencia puede ayudar a mostrar cómo surgen las teorías, cómo tienen un periodo de aceptación más o menos largo y cómo finalmente son superadas por otras ideas con más poder explicativo.

Ello facilita la relativización del conocimiento científico y es, probablemente, el mejor antídoto contra una visión dogmática del saber que cree en verdades definitivas.

Opina Hodson (1985), que los estudios históricos de casos constituyen una buena herramienta para evidenciar la influencia que la estructura sociocultural ejerce sobre la ciencia, para humanizarla y acercarla al alumno. Ello permite, por otra parte, que dichos estudios intervengan como elementos transdisciplinarios, favorecedores de planteamientos globalizadores.

Si consideramos que los conocimientos se generan como respuestas no arbitrarias a los problemas que se formulan, los conocimientos científicos deberían presentarse relacionados con los problemas en respuesta de los cuales surgieron. En este sentido Giordan (1978), al referirse al modo en que son tratados en el aula los conocimientos científicos muestra como habitualmente se olvida *enseñar las condiciones de su nacimiento, las preguntas que intentaron responder, y las funciones para las que fueron creados los conceptos y los métodos.*

La Historia de la Ciencia es una fuente inagotable de problemas susceptibles de ser abordados por los alumnos. El nivel de formulación que presentan algunos de los interrogantes con los que se han enfrentado en el pasado los científicos, junto con el aparato conceptual que requieren para su tratamiento, les permite con frecuencia conectar significativamente con las ideas de los alumnos ayudando así a su movilización.

La Historia de la Ciencia y la Formación del Profesorado

Hacer una propuesta de formación del profesorado exige, como mínimo, considerar tres referentes obligados:

- Cuál es el curriculum que deberá trabajarse en el aula y a qué alumnos va dirigido.
- Qué papel se espera que juegue el profesor en él.
- Cuáles son sus conocimientos de partida y sus concepciones o representaciones.

Teniendo en cuenta los dos primeros referentes, se podrá establecer cuál es la formación deseable. El tercero condicionará el punto de partida, y todos ellos determinarán las estrategias didácticas más adecuadas para el proceso de formación del profesorado.

En efecto, el conocimiento profesional deseable no será el mismo para un currículum con las características generales que tiene el del Proyecto IRES: abierto, flexible, con una metodología basada en la investigación ..., que para otro de corte tradicional. No presentará las mismas exigencias si el profesor tiene un alto grado de autonomía en la organización, desarrollo y concreción del currículum, que si se espera que sea un simple ejecutor de las decisiones tomadas en otras instancias.

En cualquier caso, y desde una concepción constructivista del aprendizaje, el punto de partida obligado vendrá determinado por las concepciones del profesor.

En el Proyecto IRES aparecen tipificadas algunas de las más frecuentes, de ellas destacamos la que, a nuestro juicio, mayor incidencia tiene en la cuestión que nos ocupa: *La visión de los contenidos como unidades absolutas de verdad*, que viene a recoger lo que en el mismo sentido Porlan (1989) califica de realismo ingenuo, caracterizado por *creer que las teorías científicas proporcionan una descripción verdadera del mundo*.

Esta visión forma parte de una determinada concepción distorsionada de la ciencia caracterizada por su dogmatismo, a la que hemos hecho referencia en un punto

anterior. Considera, como lo hacía Descartes e incluso el mismo Newton, que el concepto *leyes de la naturaleza* no es metafórico, sino que tales leyes existen en la realidad y que la labor del científico es descubrirlas o, más propiamente, "encontrarlas". Evidentemente, una vez descubiertas dichas leyes tendrían una validez absoluta. La tarea posterior del científico no sería cuestionarlas, verificar sus límites o intentar formulaciones superadoras, sino encontrar las leyes de la naturaleza que aún no han sido descubiertas. Desde esta perspectiva la Historia de la Ciencia, como la del conocimiento del niño en la escuela, seguiría un proceso acumulativo lineal, sin evoluciones o reestructuraciones más o menos generales.

Se trata de una concepción que tiene gran incidencia en la enseñanza que, no sólo distorsiona la imagen de la ciencia y de los científicos favoreciendo actitudes simplistas y dogmáticas, sino que al participar de una visión acumulativa del conocimiento, el profesor tendrá que decidir si una teoría, ley o concepto es adecuado o no para una determinada edad, pero si se opta por trabajarlo habrá de hacerse en términos acabados, concordantes con las interpretaciones actuales que la ciencia ofrece.

Desde esta perspectiva no se considera la oportunidad de establecer para un mismo concepto diversos niveles de formulación, ni tendrá demasiado sentido hablar de un *conocimiento escolar*, situado entre el conocimiento ordinario y el conocimiento científico. Para ir modificando esta idea de la ciencia y de los científicos, nada tan adecuado como analizar la Historia y la Epistemología de la Ciencia.

Gil, et al (1991) hacen una propuesta sobre qué debe saber el profesor de ciencias, señalando entre otros puntos lo que sigue:

- Conocer la historia de las ciencias, es decir, conocer los problemas que originaron la construcción de los conoci-

mientos científicos, cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes, cómo evolucionaron, cuáles fueron las dificultades...

- Conocer las interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad asociadas a dicha construcción.
- Tener algún conocimiento de los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada de la ciencia.
- Saber seleccionar contenidos adecuados que proporcionen una visión actual de la ciencia.

Del mismo modo que para determinar el marco curricular, el Proyecto IRES señala, entre los criterios para la selección del conocimiento profesional, el *criterio epistemológico*, consideramos por nuestra parte que la comprensión de este criterio y su apropiación por el profesorado, exige una contextualización histórica que lo apoye y lo ejemplifique.

En efecto, Hesse (1980) selecciona algunas de las ideas básicas en las que existe un alto grado de consenso entre los epistemólogos actuales. Hodson (1985) realiza una tarea similar. La propuesta de ambos, sin ser completamente coincidente, tiene algunos elementos comunes:

- Dos teorías diferentes pueden hacer dos descripciones diferentes de un mismo fenómeno.
- Las observaciones dependen de nuestras percepciones sensitivas y del marco teórico de referencia que tengamos. Por ello los datos no son separables de las teorías, lo que se considera dato está determinado como tal a la luz de interpretaciones teóricas.
- Los conceptos y las teorías no surgen directamente de las observaciones por

una generalización inductiva, sino que son producidos por actos creativos de abstracción.

- El conocimiento científico sólo tiene un estatus temporal. Los conceptos y las teorías cambian y se desarrollan.

Todas estas ideas, como se ha significado para el conocimiento en general, necesitan ser contextualizadas. La Historia de la Ciencia es, probablemente, la mejor manera de hacerlo, configurándose así como una herramienta básica para la Epistemología.

También desde el campo de la Epistemología se ha reflexionado acerca de su dependencia mútua con respecto a la Historia de la Ciencia. Así por ej., Toulmin (1972) alerta sobre la tendencia de la Epistemología, mantenida a lo largo del presente siglo, a configurarse como disciplina independiente que sólo mantiene lejanas conexiones con la Historia de la Ciencia. Ello no ha reducido su grado de dependencia dado que *las cuestiones de la epistemología del siglo XX aún reposan en presuposiciones científicas e históricas*, pero ha conducido a *que estas presuposiciones sean anticuadas en unos trescientos años*.

Con lo que hemos reseñado en estas páginas no pretendemos sugerir que se reduzca la importancia concedida en el Proyecto IRES a la Epistemología como fuente fundamentante del "Modelo", o de la adopción de decisiones curriculares. Sí queremos resaltar la conveniencia de que sea apoyada y equilibrada con un tratamiento adecuado de la Historia de la Ciencia. Posibilitando, en términos "Bacon-Rossianos", la "Santa Unión" que representarían las abejas como superadoras de arañas y hormigas.

REFERENCIAS

- BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin (Tr. cast. La formación del espíritu científico, 1983. México: Siglo XXI.)
- DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 3-15.
- GAGLIARDI, R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, pp 291-296.
- GAGLIARDI, R. Y GIORDAN, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 253-258.
- GIL, D. et al. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Ice-Horsori. Universitat de Barcelona.
- GIORDAN, A. (1978). *Une pédagogie pour sciences expérimentales*. París: Centurión. (Tr. castellana de Corral y Grego, La enseñanza de las ciencias, 1982. Siglo XXI.)
- GIORDAN, A. (1987). *Les origines du savoir*. Paris: Delachaux. (Tr. castellano de Martínez, A. Los orígenes del saber, 1988 Sevilla: Díada editoras).
- HESSE, M. (1980). *Revolutions and Reconstructions in the Philosophy of Science*. Brighton: Harvester Press.
- HEWSON, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- HODSON, O. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P. (1989). *Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual*. Tesis doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- PORLAN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- POSNER, G.J., STRIKE, HEWSON Y GERTZOD. (1982) Accomodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- ROSSI, P. (1986). *I ragni e le formiche: un'apologia della storia della scienza*. S. E. Bologna: Il Molino.
- SALTIEL, E. Y VIENNOT, L. (1985). ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes? *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 137-144.
- TOULMIN, S. (1972). *Human understanding. The collective use and evolution of concepts*. Princeton University Press. (Tr. cast. de Miguez, N. La comprensión humana, 1977. Madrid: Alianza)
- VARIOS (1991). *Proyecto curricular "Investigación y Renovación Escolar"*. Sevilla: Díada Editora.

SUMMARY

In this article it is analyzed the importance of science history in the didactic field. This has interest: as a criteria for the selection of the curricula; as a resource for classroom activity and as a tool for teachers' training. All these leads to justify the consideration of science history as one of the main points in the IRES Project.

RESUMÉE

Dans ce travail on analyse l'intéret didactique de l'histoire de la science. Les apports qui peut réaliser on présentent dans une triple dimension: comme un critère pour selectionner les programmes, comme un ressource pour l'activité dans la classe et pour la formation du professorat.