

Simulaciones computacionales en ciencia y simulaciones en enseñanza de las ciencias: debates epistemológicos actuales y posibles contribuciones para la educación en Física

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Computer simulations in science and simulations in science education: current epistemological debates and possible contributions for Physics education

Seoane, María Eugenia

Tesis de Maestría en Epistemología e Historia de la Ciencia

Directoras: Arriassecq, Irene y Greca, Ileana M.

Universidad Nacional Tres de Febrero- Buenos Aires, Argentina

Fecha de Defensa: 5 de Abril de 2018

E-mail: seoanemeugenia@gmail.com

Resumen

El cambio provocado en la actividad científica por el uso de las computadoras, en un principio, estaba relacionado con la simplificación de cálculos (Durán 2015, p. 88). Sin embargo, la complejidad alcanzada en el desarrollo de las simulaciones computacionales y la gran variedad de técnicas asociadas a ellas ponen de manifiesto que es demasiado simplificado hablar de simulaciones computacionales como cálculos para obtener resultados de las ecuaciones que modelan un fenómeno. De hecho, su uso ha diversificado la exploración y ha incrementado la producción de conocimiento científico (Galison 1996; Winsberg 1999; Durán, 2015).

Se asume como un objetivo prioritario la formación docente en aspectos vinculados a cómo se desarrolla la ciencia (NRC, 2012) con el propósito de favorecer la comprensión, el análisis y la alfabetización científica (DCPBA, 2007) y que las simulaciones son un aspecto central en el quehacer científico actual e influyen de manera determinante en el mundo que nos rodea.

La inclusión de esta discusión en la agenda de investigación del área enseñanza de las ciencias parece relevante. Por una parte, las nuevas cuestiones epistemológicas que surgen al analizar las simulaciones afectan a varios de los aspectos considerados fundamentales para trabajar sobre Naturaleza de la Ciencia (NdC), (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, and Duschl, 2003; McComas and Olson, 1998; Lederman *et al.*, 2002; Greca, *et al.*, 2014). En particular, el análisis y la interpretación de los datos, la emisión de hipótesis, la predicción y la diversidad de métodos en la ciencia. Por otra parte, si queremos formar a los alumnos en una visión de la NdC más cercana al trabajo que hoy realizan los científicos parecería necesario incluir las simulaciones por su centralidad en el quehacer científico contemporáneo.

Existe, además, otra razón de peso para considerar seriamente los aspectos epistemológicos de las simulaciones en la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados. En los últimos años, las simulaciones en el área de la ciencia del clima, y el conocimiento adquirido a partir de ellas, están teniendo una profunda implicación en las políticas públicas (Winsberg, 2010). Argumentos a favor y en contra de las razones y efectos del calentamiento global suelen estar centrados en los resultados de las simulaciones sobre el clima (Guillemot, 2010). Sin embargo, el ciudadano común no tiene una concepción clara sobre qué son esas simulaciones y la validez de sus resultados.

En el desarrollo de la tesis se describió, por un lado, el uso de las simulaciones computacionales en la actividad científica, especialmente en la física y en las áreas de fenómenos no lineales y sistemas complejos que sirven de base para el análisis físico del estudio del clima. Por otro lado, se debatió qué aspectos de las discusiones actuales sobre las simulaciones computacionales podrían ser tomadas en consideración para promover la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados que contemple una visión de NdC que incluya la discusión del uso de las simulaciones en las clases de física y en espacios curriculares que abordan la ciencia del clima, como los relacionados con el cambio climático y la sostenibilidad ambiental.

Desde nuestra investigación se intentó realizar un punteo que responda a: *¿cómo podrán introducirse estas discusiones en la escuela secundaria? ¿Cuáles de estas discusiones pueden contribuir al enriquecimiento de la NdC? ¿Qué problemáticas que involucren a las simulaciones computacionales podrían abordarse desde la NdC en la escuela secundaria?* considerando que uno de los objetivos fundamentales de la NdC es fomentar en los alumnos la

alfabetización científica que les permita argumentar a partir de herramientas conceptuales y metodológicas para comprender globalmente cómo se investiga en ciencias.

Siendo las simulaciones una parte fundamental del quehacer científico actual, trabajar con simulaciones en las clases de ciencia de todos los niveles educativos es tan importante como el trabajo experimental o la resolución de problemas y la introducción de las cuestiones epistemológicas asociadas a ella, deben ser consideradas en cualquier abordaje didáctico donde se las utilice.

En nuestro país, las discusiones que emergen desde la NdC para la enseñanza de la ciencia y el uso de simulaciones computacionales no son abordadas en los diseños curriculares para la enseñanza secundaria; ni siquiera en la orientación en Cs. Naturales. Por lo tanto, consideramos necesario reflexionar con nuestros alumnos sobre los distintos aspectos sobre cómo se construye el conocimiento científico a partir del uso de las simulaciones computacionales que incluyan teorías, métodos, valores, finalidades que persiguen los científicos que investigan en estas disciplinas y el conocimiento producido por las simulaciones. Además, es necesario realizar una profundización en aspectos propios de la investigación que clarifiquen la conceptualización que los alumnos tienen sobre modelización, experimentación, explicación y validación.

La revalorización de la actividad científica a partir del análisis de cada uno de estos aspectos favorecería los intereses, actitudes y valores de los alumnos hacia el aprendizaje de las ciencias para la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados.

Palabras clave: simulaciones computacionales, simulaciones “educativas”, enseñanza de la física, debates epistemológicos, naturaleza de la ciencia.

Abstract

The change provoked in the scientific activity by the use of computers, in the beginning, was related to the simplification of calculations (Durán 2015, p.88). However, the complexity achieved in the development of computational simulations and the great variety of techniques associated with them show that it is too simplified to talk about computational simulations as calculations to obtain results of the equations that model a phenomenon. In fact, its use has diversified exploration and increased the production of scientific knowledge (Galison 1996, Winsberg 1999, Durán, 2015).

A priority objective of teacher training is in aspects related to how science is developed (NRC, 2012) with the purpose of promoting understanding, analysis and scientific literacy (DCPBA, 2007) and that simulations are a central aspect in the current scientific activity and they influence in a decisive way in the world around us.

The inclusion of this discussion in the research agenda of the science teaching area seems relevant. On the one hand, the new epistemological questions that arise when analyzing the simulations affect several of the aspects considered fundamental to work on the Nature of Science (NOS), (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, and Duschl, 2003, McComas and Olson, 1998; Lederman *et al.*, 2002; Greca, *et al.*, 2014). In particular, the analysis and interpretation of data, the proposition of hypotheses and the prediction and diversity of methods in science are among the most important. On the other hand, if we want to train students in a vision of the NOS closest to the work that scientists are doing today, it would seem necessary to include simulations because of their centrality in contemporary scientific work. There is also another important reason to seriously consider the epistemological aspects of simulations in the training of scientifically literate citizens. In recent years, simulations in the area of climate science, and the knowledge acquired from them, are having a deep implication in public policies (Winsberg, 2010). Arguments for and against the reasons and effects of global warming are usually focused on the results of simulations on climate (Guillemot, 2010). However, the ordinary citizen does not have a clear conception of what these simulations are and the validity of their results.

In the development of the thesis, on the one hand, the use of computer simulations in scientific activity was described, especially in physics and in the areas of non-linear phenomena and complex systems that serve as the basis for the physical analysis of the study of the weather. On the other hand, it was debated what aspects of the current discussions on computer simulations could be taken into consideration to promote the training of scientifically literate citizens that includes a vision of NOS that includes the discussion of the use of simulations in physics classes and in curricular spaces that address the science of climate, such as those related to climate change and environmental sustainability.

In our research, we tried to find answers to issues like: How can these discussions be introduced in secondary school? Which of these discussions can contribute to the enrichment of NOS? What problems involving computer simulations could be addressed from NOS in high school? One of the fundamental objectives of NOS is to encourage in students the scientific alphabetization that allows them to argue with conceptual and methodological tools to understand globally how science is researched.

Since simulations are a fundamental part of current scientific work, using simulations in science classes of all educational levels is as important as experimental work or problem solving and the introduction of epistemological issues associated with it, should be considered in any didactic approach where they are used.

In our country, the discussions that emerge from NOS for the teaching of science and the use of computer simulations are not addressed in curricular designs for secondary education; not even in the orientation in Natural Sciences. Therefore, we consider it necessary to reflect with our students on the different aspects of how scientific knowledge is constructed from the use of computational simulations that include theories, methods, values and purposes pursued by the scientists who research in these disciplines and the knowledge produced by the simulations. In addition, it is

necessary to deepen aspects of research that clarify the conceptualization that students have about modeling, experimentation, explanation and validation.

The reevaluation of scientific activity from the analysis of each of these aspects would favor the interests, attitudes and values of students towards the learning of science for the training of scientifically literate citizens.

Keywords: computer simulations, “educational” simulations, teaching of physics, epistemological debates, nature of science.