

La formación meteorológica en la era digital: plan de acción para un nuevo plan de estudios

por **Andrew Charlton-Perez**^{1,2}, **Sally Wolkowski**³, **Nina Brooke**⁴, **Helen Dacre**¹, **Paul Davies**⁵, **R. Giles Harrison**¹, **Pete Inness**¹, **Doug Johnson**⁶, **Elizabeth McCrum**⁷ y **Sean Milton**⁵

A mediados del siglo XXI la profesión de la meteorología vivirá un momento crítico. Los efectos del cambio climático serán claros y se desarrollarán en la mayoría de las regiones (Hawkins y Sutton, 2012). El probable aumento simultáneo en la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos (IPCC, 2012) situará a la predicción meteorológica en una posición social crítica. Habrá oportunidades de que la meteorología proporcione nuevos e importantes beneficios a la sociedad mediante mejoras continuas en la exactitud de los pronósticos meteorológicos (Bauer y otros, 2015). El crecimiento de un sector eficiente de energía renovable (Frei y otros, 2013), por ejemplo, requeriría pronósticos fiables para un rango de escalas de tiempo de días a estaciones.

El aumento de la potencia de computación y las nuevas tecnologías –como la computación cuántica (Debnath y otros, 2016) y las densas redes de sensores ambientales a tiempo real que aprovechan la conectividad de internet– ofrecerán oportunidades para mejorar las predicciones y nuestra comprensión de la atmósfera. Sin embargo, desarrollar al máximo esas oportunidades y abordar los desafíos, dependerá en parte de lo bien que se forme al futuro personal meteorológico. La comunidad meteorológica ha desarrollado una gran cantidad de excelentes e innovadoras prácticas; sin embargo, ha llegado el momento de

volver a mirar las características del plan de estudios de formación en meteorología.

Las habilidades y cualidades estipuladas para los meteorólogos con frecuencia se establecen sin tener en cuenta los cursos universitarios y la formación profesional continua (definidos en general por los servicios meteorológicos y otros proveedores). Se está perdiendo una oportunidad fundamental para definir y ofrecer un programa de formación coherente con todas las formas de la educación meteorológica. Para abordar esta desconexión, nosotros –la Universidad de Reading y el Servicio Meteorológico del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (Met Office)– hemos trabajado juntos para desarrollar un plan de acción para la formación meteorológica que debería proporcionar un programa educativo completo. Las habilidades y características son relevantes para todas las formas de formación meteorológica, para los estudiantes de la universidad, para aquellos que realizan un desarrollo profesional continuo y para quienes aprenden a través de cursos en línea abiertos.

Un plan de acción compartido que sustenta la formación meteorológica

Nuestro plan de acción para las habilidades meteorológicas se conforma en 14 principios fundamentales, que deberían sustentar la formación de aquellos estudiantes que ingresen en el sector en los próximos diez años. Un plan de estudios que siga estos principios debería ayudar a desarrollar las habilidades y características que los meteorólogos necesitan desde el comienzo de su carrera profesional y mientras crecen en funciones de liderazgo. La flexibilidad de las futuras carreras para los meteorólogos y la necesidad de proporcionar formación que sea transferible, genérica y fácilmente actualizable son motivaciones importantes para el plan de acción. (Las limitaciones de espacio de este artículo impiden extenderse en las discusiones del equipo y en la necesidad de formación en estas 14 áreas; si bien hay disponible en línea y de forma gratuita una versión ampliada de este artículo con una discusión detallada de cada una de las 14 áreas en doi: 10.17864/1926.78851).

1 Departamento de Meteorología, Universidad de Reading, Reading, Berks (Reino Unido).

2 Autor principal, a.j.charlton-perez@reading.ac.uk. Edificio Lyle, Departamento de Meteorología, Whiteknights.

3 Met Office College, Met Office, FitzRoy Road, Exeter, Devon (Reino Unido).

4 Centro de Apoyo y Desarrollo de Calidad, Universidad de Reading, Reading, Berks (Reino Unido).

5 Met Office, FitzRoy Road, Exeter, Devon (Reino Unido).

6 Ciencia aplicada y consultoría científica, Met Office, FitzRoy Road, Exeter, Devon (Reino Unido).

7 Vicerrectoría e Instituto de Educación, Universidad de Reading, Reading, Berks (Reino Unido).

La formación meteorológica debería preparar a los meteorólogos para:

1. Moverse entre diferentes funciones que impliquen investigación y desarrollo, ejecución operativa, consultoría o una combinación de todas ellas.
2. Sentirse cómodos discutiendo y pensando sobre el tiempo y el clima en un rango de escalas de tiempo desde días hasta décadas.
3. Ser responsables de su propio desarrollo profesional continuo y facilitar el de los colegas.
4. Ser resistentes a un entorno de trabajo y a unos recursos cambiantes y estar seguros a la hora de aceptar nuevos desafíos.
5. Ser capaces de evaluar de una forma crítica la literatura científica.
6. Ser conscientes de los beneficios y oportunidades de la difusión abierta del conocimiento, los programas informáticos y los datos científicos.
7. Ser capaces de desarrollar programas informáticos científicos transparentes, sólidos y bien documentados.
8. Ser capaces de trabajar en equipos que desarrollen modelos científicos y sistemas de modelización que generen estimaciones del impacto de la variabilidad meteorológica en el mundo real.
9. Ser capaces de apreciar y evaluar la información disponible a través de observaciones y mediciones.
10. Ser competentes en el diseño de herramientas estadísticas y en la aplicación del pensamiento estadístico a la atmósfera.
11. Ser capaces de garantizar que los estándares operativos y la calidad se mantengan dentro de unos sistemas cada vez más automáticos.
12. Ser capaces de entender y comunicar de una forma eficaz el riesgo y la incertidumbre.
13. Ser claros al expresar su trabajo en un contexto de predicciones o interpretaciones contradictorias.
14. Ser capaces de interpretar su trabajo en el contexto de un clima cambiante.

No es realista esperar que cada una de las habilidades pueda abarcarse con la misma profundidad y amplitud en cada etapa de la educación y formación de un estudiante. No habría tiempo ni capacidad para hacerlo, lo que aumenta la necesidad de reconocer la naturaleza compartida y distribuida de la formación para meteorólogos, y de que

exista un conjunto de principios de formación común para todos los proveedores de educación y formación. La certificación profesional ofrecida por las sociedades meteorológicas acreditadas puede jugar, y jugará, un papel importante en este enfoque de formación integrada. El plan de acción no se focaliza en el contenido básico de carácter meteorológico, matemático y físico de la formación en ciencias atmosféricas ya que este está cubierto ampliamente con, por ejemplo, la *Guía para la aplicación de normas de enseñanza y formación en meteorología e hidrología* (OMM, 2015) y publicaciones similares de la Sociedad Meteorológica de los Estados Unidos y la Real Sociedad Meteorológica.

Cómo lograr los principios

Creemos que desarrollar los planes de estudio meteorológicos de forma coherente con nuestro plan es factible, beneficioso y agradable tanto para los estudiantes como para el personal de todas las instituciones, aunque con algunos cambios en la práctica docente. El mayor uso de enfoques de enseñanza basados en la indagación podría utilizarse para combinar la enseñanza de las habilidades de apoyo en el plan con la enseñanza de los fundamentos meteorológicos. Cabe esperar que una combinación de estos planteamientos junto con la enseñanza expositiva y vocacional sea óptima y efectiva para la mayoría de los proveedores de formación.

¿Por qué el aprendizaje basado en la indagación?

Los enfoques basados en la indagación implican que los estudiantes aprenden de forma autodidacta a través de sus propias indagaciones o investigaciones sobre un problema. El papel del profesor es crucial. El diseño de la intervención en el aprendizaje debe satisfacer el resultado que este precisa; pero también tiene que permitir una suficiente flexibilidad como para abordar objetivos más amplios como son fomentar la responsabilidad, el interés y la exploración en el ámbito personal de un problema.

La experiencia pasada en el suministro de módulos basados en la indagación ha puesto de manifiesto que sugerir a los estudiantes problemas auténticos y significativos es particularmente importante. Se debería utilizar una variedad de evaluaciones formales e informales así como ofrecer a los estudiantes actividades complementarias que les permitan pasar del papel de consumidor de información al de creador de la misma.

Este enfoque de aprendizaje activo basado en la indagación supone una forma efectiva para que los estudiantes aprendan el contenido de temas específicos y las

habilidades más amplias identificadas en el plan de acción (Hmelo-Silver y otros, 2007; Deslauriers y otros, 2011).

El enfoque basado en la indagación de la Universidad de Reading para estudiar la célula de Hadley constituye un ejemplo. Se anima a los estudiantes a usar el modelo de Held y Hou (1980) para desarrollar experimentos que permitan comprender el papel del ciclo estacional en la determinación de la anchura de la célula. Mientras desarrollan su conocimiento de la dinámica atmosférica, los estudiantes tienen también la oportunidad de evaluar de un modo crítico el artículo científico original (principio 5 del plan de acción), de desarrollar una codificación sólida y transparente (principio 7 del plan de acción) y de facilitar el desarrollo personal de los compañeros al proporcionar y responder a la retroalimentación de los mismos (principio 3 del plan de acción).

Hay algunos desafíos en la puesta en marcha del aprendizaje basado en la indagación en meteorología (Edelson y otros, 1999) entre los que se incluyen: la motivación de los estudiantes, el acceso a las técnicas de investigación, los variados conocimientos previos de cada grupo de estudiantes, la inexperiencia de los mismos en el manejo de actividades a largo plazo y las limitaciones prácticas y logísticas. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que el apoyo proporcionado por un tutor, superior inmediato o mentor es crítico para que el aprendizaje basado en la indagación resulte satisfactorio y supere todas esas barreras.

Visión general

El objetivo de este artículo es fomentar el debate sobre cómo los nuevos meteorólogos pueden estar mejor preparados para la era digital, y agradeceríamos una discusión mayor sobre nuestras ideas. Juntos, como departamento universitario y proveedor de formación profesional, hemos analizado y desarrollado un plan de acción para el currículum de ciencias atmosféricas dirigido a los nuevos meteorólogos que ingresan en este campo en los niveles de licenciatura, posgrado y profesional, plan que esperamos dé motivos para reflexionar a otros proveedores de formación. Comparados con este plan, nuestros propios programas precisan de desarrollo si queremos satisfacer nuestras propias aspiraciones y las necesidades de los estudiantes. Al continuar trabajando juntos, esperamos mejorar y afinar más aún nuestros programas de formación individuales. Agradecemos las oportunidades para aprender y colaborar con otros proveedores de formación en todo el mundo a través de iniciativas de la OMM, como es el reciente Simposio sobre enseñanza y formación profesional celebrado en Bridgetown (Barbados) en octubre de 2017.

Referencias

- Bauer, P., A. Thorpe y G. Brunet, 2015: The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature*, 525:47-55, doi:10.1038/nature14956.
- Debnath, S., N. M. Linke, C. Figgatt, K. A. Landsman, K. Wright y C. Monroe, 2016: Demonstration of a small programmable quantum computer with atomic qubits. *Nature*, 536:63-66, doi:10.1038/nature18648.
- Deslauriers, L., E. Schelew y C. Wieman, 2011: Improved learning in a large-enrollment physics class. *Science*, 332:862-864, doi:10.1126/science.1201783.
- Edelson, D. C., D. N. Gordin y R. D. Pea, 1999: Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of Learning Sciences*, 8:391-450, doi:10.1080/10508406.1999.9672075.
- Frei, C., R. Whitney, H.-W. Schiffer, K. Rose, D. A. Rieser, A. Al-Qahtani y P. Thomas, 2013: World Energy Scenarios: Composing Energy Futures to 2050. World Energy Council.
- Hawkins, E. y R. Sutton, 2012: Time of emergence of climate signals. *Geophysics Research Letters*, 39: L01702, doi:10.1029/2011GL050087.
- Held, I. M. y A. Y. Hou, 1980: Nonlinear axially symmetric circulations in a nearly inviscid atmosphere. *Journal of Atmospheric Sciences*, 37(3):515-533, doi:10.1175/1520-0469(1980)037<0515:NASCIA>2.0.CO;2.
- Hmelo-Silver, C. E., R. G. Duncan y C. A. Chinn, 2007: Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychology*, 42:99-107, doi:10.1080/00461520701263368.
- Intergovernmental Panel on Climatic Change [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático] (IPCC), 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climatic Change (Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, Q. Dahe, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor y P. M. Midegley, eds.). Cambridge, Cambridge University Press.
- Organización Meteorológica Mundial, 2015: Guía para la aplicación de normas de enseñanza y formación en meteorología e hidrología (OMM No. 1083). Ginebra.