

UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE



↗ **Redes de Investigación
e Innovación en Docencia
Universitaria**

↗ **Xarxes d'investigació
i Innovació en Docència
Universitària**

Volumen
2021

Volum
2021

UA | UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
ICE Institut de Ciències de l'Educació
Instituto de Ciencias de la Educación

Satorre Cuerda, Rosana (Coordinación)
Díez Ros, Rocío
Menargues Marcilla, María Asunción
Pellín Buades, Neus (Eds.)

Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria. Volumen 2021

Rosana Satorre Cuerda (Coord.),
Asunción Menargues Marcilla, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades(Eds.)

Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria. Volumen 2021

Organització: Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat d'Alacant / Organización: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante

Edició / Edición: Rosana Satorre Cuerda (Coord.), Asunción Menargues Marcilla, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades(Eds.)

Comité tècnic / Comité técnico:
Cristina Mansilla Martínez
Sergio Andrés Mijangos Sánchez
Neus Pellín Buades

Revisió i maquetació / Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Primera edició: / Primera edición: octubre 2021

© De l'edició/ De la edición: Rosana Satorre Cuerda (Coord.), Asunción Menargues Marcilla, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades(Eds.)

© Del text: les autores i autors / Del texto: las autoras y autores

© D'aquesta edició: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / De esta edición: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante

ice@ua.es

ISBN: 978-84-09-29261-5

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. / *Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.*

Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / Producción: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante

La revisió dels treballs s'ha fet de forma rigorosa, seguint el protocol de revisió per parells / La revisión de los trabajos se ha realizado de forma rigurosa, siguiendo el protocolo de revisión por pares.

EDITORIAL: Les opinions i continguts dels treballs publicats en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva dels autors. / *Las opiniones y contenidos de los trabajos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.*

7. Interpretación del grado de incertidumbre asociado a las predicciones meteorológicas actuales de viento y precipitación entre el alumnado de la Universidad de Alicante

Gómez, Igor; Molina, Sergio; Olcina, Jorge; Galiana, Juan José; Soler, Juan Luis

Universidad de Alicante

RESUMEN

En este estudio cuantitativo se evalúa cómo el alumnado de la Universidad de Alicante interpreta el grado de incertidumbre asociado a las predicciones meteorológicas de viento y precipitación. Para ello, se ha diseñado un cuestionario que incluye 8 preguntas que han sido respondidas por un total de 71 alumnos de grado y máster. En primer lugar, se ha comprobado la respuesta del alumnado ante la predicción determinista de la velocidad del viento y la cantidad de precipitación. En segundo lugar, se ha evaluado si el alumnado toma alguna medida ante distintas situaciones de riesgo relacionadas con dichos parámetros, tanto cuando la información es presentada en términos deterministas como cuando se presenta en términos de probabilidad. Los resultados indican que un pequeño porcentaje del alumnado espera pronósticos perfectos, mientras que la mayoría reconoce cierto grado de incertidumbre inherente a los pronósticos meteorológicos. En este sentido, el alumnado espera una desviación de $\pm 5-10$ km/h para la velocidad del viento, y de ± 30 mm para el caso de la cantidad de precipitación. Así mismo, el alumnado tomaría acciones de precaución ante situaciones de riesgo por fenómenos extremos de viento y precipitación, aunque hay una mayor variedad de respuestas en cuanto a la probabilidad a la cual se tomaría una acción determinada para la predicción probabilística de estos parámetros meteorológicos.

PALABRAS CLAVE: Atmósfera, predicción del tiempo, desarrollo de competencias, toma de decisiones, incertidumbre

1.INTRODUCCIÓN

Las previsiones meteorológicas se pueden consultar en diferentes formatos y obtener desde una gran variedad de fuentes, produciendo un volumen enorme de información que es de gran utilidad para el público en general (Lazo et al. 2009). En los últimos años, la creciente disponibilidad de dispositivos móviles ha hecho que la información meteorológica sea fácilmente accesible para muchos usuarios (Zabini 2016), siendo el uso de teléfonos móviles el medio de difusión de información meteorológica preferido entre la población más joven (Abraham et al. 2015; Gómez Doménech et al., 2019). Sin embargo, aunque comunicar la incertidumbre asociada a las predicciones meteorológicas actuales es importante para evitar falsas expectativas en dichas predicciones, Zabini (2016) señaló que los proveedores de información meteorológica no consideran que la incertidumbre deba comunicarse en sus aplicaciones desarrolladas para teléfonos móviles. En este sentido, en su muestra de estudio encontraron que la incertidumbre solo era utilizada para la probabilidad de precipitación (PoP), transmitida generalmente en formato de porcentajes.

Por otro lado, aunque el uso de los pronósticos meteorológicos probabilísticos ha sido promovido ampliamente (Sivle 2016; Fundel et al. 2019; Fleischhut et al. 2020), Juanchich y Sirota (2019), observaron que actualmente es raro ver pronósticos probabilísticos en los canales de televisión británica o estadounidense o, en el mejor de los casos, contienen información limitada sobre la incertidumbre (Morss et al. 2008a). Este hecho, podría producir una falsa percepción en cuanto a la incertidumbre asociada a los pronósticos del tiempo entre los usuarios de los productos de predicción, sin admitir que las previsiones a veces pueden fallar. En este sentido, los usuarios de las previsiones meteorológicas están acostumbrados a recibir y acceder a pronósticos deterministas, correspondientes a la predicción de un único estado futuro, sin información de la incertidumbre asociada con este pronóstico.

Estudios previamente realizados y relacionados con la cuestión de cómo la incertidumbre asociada a las predicciones meteorológicas es percibida por el alumnado de asignaturas relacionadas con el tiempo y clima, han demostrado que el alumnado tiene una confianza elevada en las predicciones del tiempo deterministas (Peachey et al., 2013). Los resultados obtenidos entre el alumnado concuerdan con aquellos obtenidos cuando las mismas cuestiones se aplican al público en general, aún partiendo de tamaños de muestra muy diferentes (Morss et al., 2008a; Lazo et al., 2009; Demuth et al., 2011; Abraham et al., 2015; Zabini et al., 2015). Sin embargo, teniendo en cuenta diferentes parámetros atmosféricos comúnmente ofrecidos en los pronósticos del tiempo, como son la temperatura, el viento y la precipitación, se ha demostrado que la temperatura y la precipitación son los parámetros que mayor y menor confianza generan entre estudiantes españoles, respectivamente, siendo la velocidad del viento el parámetro que presenta una confianza intermedia entre los dos anteriores (Gómez Doménech et al., 2019; Gómez et al., 2021).

Aunque los pronósticos del tiempo presentan siempre un margen de incertidumbre (Morss et al. 2008b), su uso en el aula supone una herramienta muy útil, dado que nos permite visualizar conceptos complejos estudiados en asignaturas relacionadas con las ciencias atmosféricas (Schultz et al., 2013; Schultz et al., 2015; Gómez Doménech et al., 2016; Gómez Doménech et al., 2017; Gómez Doménech et al., 2018). En este sentido, la utilización de este tipo de información involucra los niveles cognitivos más altos de la taxonomía de Bloom (Schultz et al., 2015), mejorando la comprensión de la atmósfera por parte del alumnado (Suess et al., 2013), así como, el conocimiento de los efectos de los procesos atmosféricos en el reparto territorial de los climas (Olcina, 2017).

La utilización de los modelos atmosféricos en el aula debe estar en sintonía con el hecho de que los pronósticos del tiempo no son perfectos y presentan cierto grado de incertidumbre y variabilidad. Así, en este trabajo se pretende investigar qué fiabilidad muestra el alumnado en la predicción de la velocidad del viento y la cantidad de precipitación. De esta forma, se plantean los siguientes objetivos específicos: (1) recopilar información acerca de la habilidad del alumnado en el uso práctico de modelos meteorológicos, (2) detectar qué grado de incertidumbre asocia el alumnado a la predicción de dichos parámetros, bajo distintos umbrales, y teniendo en cuenta condiciones normales y situaciones más extremas, y (3) identificar si el alumnado se prepara y toma alguna medida de precaución ante la predicción de extremos de viento y precipitación comunicados tanto de forma determinista

como probabilística.

2.MÉTODO

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Para la realización de este estudio, se ha utilizado un enfoque cuantitativo y un método no experimental a través de un cuestionario. La muestra está compuesta por un total de 71 individuos pertenecientes al alumnado de los grados en Ciencias del Mar y Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Alicante, así como al Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales. En relación al Grado en Ciencias del Mar, el cuestionario fue completado por alumnado matriculado en las asignaturas “Mecánica de Fluidos y Ondas”, “Oceanografía Física” e “Introducción a la Meteorología”, correspondiente a los cursos 2º, 3º y 4º, respectivamente. En cuanto al Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, el cuestionario fue completado por alumnado matriculado en las asignaturas “Climatología”, “Planificación Regional y Ordenación del Territorio”, impartidas en los cursos 2º y 4º del grado, respectivamente.

2.2. Instrumentos

Como instrumento de recogida de datos se ha utilizado un cuestionario que cubre los temas objeto de estudio indicados en la introducción. Para ello se ha tomado como referencia distintas cuestiones ya utilizadas anteriormente en diversos estudios centrados en la temática de este trabajo (Morss et al., 2008a; Joslyn y Savelli, 2010; Morss et al., 2010; Peachey et al., 2013; Abraham et al., 2015; Zabini et al., 2015). Las cuestiones utilizadas han sido traducidas al castellano siguiendo el mismo criterio utilizado en dichas investigaciones previas.

Las cuestiones se centran en evaluar cómo el alumnado interpreta el grado de incertidumbre asociado a las predicciones deterministas de velocidad del viento y cantidad de precipitación, en diferentes condiciones, y el uso de dichas predicciones en escenarios hipotéticos de toma de decisiones ante fenómenos extremos de viento y precipitación. En este sentido, se plantean las siguientes ocho cuestiones dentro del cuestionario diseñado:

C1. En un día de octubre, la previsión para mañana indica vientos sostenidos de 70 km/h. ¿Cuál crees que será la velocidad de los vientos sostenidos que se registre? En caso de seleccionar “Otro”, por favor, sé lo más concreto/a que puedas.

C2. La predicción del tiempo para mañana indica lluvias localmente fuertes, muy fuertes y/o persistentes de 150 mm en 12 horas. ¿Cuál crees que será la precipitación recogida mañana? En caso de seleccionar “Otro”, por favor, sé lo más concreto/a que puedas.

C3. En un día de octubre, el pronóstico para mañana indica vientos sostenidos de 50 km/h. ¿Cuál crees que será la velocidad del viento sostenido que se registre mañana?

C4. En un día de octubre, la previsión para mañana indica lluvias localmente fuertes, muy fuertes y/o persistentes de 100 mm en 12 horas. ¿Cuál crees que será la cantidad de lluvia que se

registre mañana?

C5. Imagina que es el mes de octubre y has programado una salida al campo para realizar unos trabajos al aire libre. Si supieras que la predicción para mañana indica vientos sostenidos de 70 km/h (riesgo de posibles apagones, árboles caídos, etc.). ¿Te prepararías y tomarías las medidas oportunas ante esta situación? En caso de seleccionar “Otro”, por favor, sé lo más concreto/a que puedas.

C6. Si supieras que la predicción para mañana indica lluvias localmente fuertes, muy fuertes y/o persistentes de 150 mm en 12 horas (riesgo de inundación). ¿Te prepararías y tomarías las medidas oportunas ante esta situación? En caso de seleccionar “Otro”, por favor, sé lo más concreto/a que puedas.

C7. Imagina que es el mes de octubre y has programado una salida al campo para realizar unos trabajos al aire libre. Si supieras que la predicción para mañana indica vientos sostenidos de 70 km/h (riesgo de posibles apagones, árboles caídos, etc.). ¿A qué probabilidad de previsión de dichas velocidades del viento te prepararías y tomarías las medidas oportunas ante esta situación?

C8. Imagina que la predicción para mañana indica lluvias localmente fuertes, muy fuertes y/o persistentes de 150 mm en 12 horas (riesgo de inundación). ¿A qué probabilidad de esta cantidad de precipitación en la previsión de lluvia te prepararías y tomarías las medidas oportunas ante esta situación?

Las cuestiones C1 y C2 cubren aspectos deterministas de la predicción de la velocidad del viento y la cantidad de precipitación. Los participantes en el estudio podían seleccionar el valor determinista concreto o entre una serie de rangos: ± 5 , ± 10 , ± 15 o ± 20 km/h, como sesgos de la previsión determinista para el caso del viento. En el caso de la precipitación, además del valor determinista concreto, el alumnado podía seleccionar entre los siguientes rangos de desviación de la predicción determinista: ± 30 , ± 60 , ± 90 o ± 120 mm. Además, en ambos casos, se añadió una opción ‘Otro’ para que alumnado pudiera proporcionar una respuesta escrita, y animar a seleccionar solo algunas de las opciones ofrecidas por defecto si realmente estaban de acuerdo. Las cuestiones C3 y C4 son abiertas y los participantes tenían que escribir su propia respuesta. En las cuestiones C5 y C6 se presentan distintos escenarios hipotéticos de toma de decisiones relacionados con una predicción de la velocidad del viento y la cantidad de precipitación determinista. En este caso, el alumnado solo debía indicar de forma binaria (Sí/No) si decidiría tomar medidas de protección ante los escenarios planteados. Siguiendo con la toma de decisiones antes diferentes escenarios hipotéticos relacionados con las dos magnitudes objeto de este estudio, las cuestiones C7 y C8 muestran la misma información que C5 y C6, pero en este caso la decisión se debe tomar teniendo en cuenta distintas probabilidades de que ocurra el fenómeno meteorológico de viento y precipitación previsto.

2.3. Procedimiento

Para crear el cuestionario se utilizó la aplicación *Google Forms*. El enlace correspondiente se distribuyó por parte del profesorado de la Universidad de Alicante, y se recibieron un total de 71 respuestas a través del formulario *on-line*. Para realizar el análisis de la información proporcionada

por el alumnado se ha utilizado el software estadístico R (R Core Team, 2014).

Teniendo en cuenta el diseño de investigación, se ha llevado a cabo un análisis descriptivo de las frecuencias y porcentajes de respuesta para los dos parámetros meteorológicos analizados: velocidad del viento y cantidad de precipitación. Además, se ha utilizado la prueba no paramétrica Mann-Whitney-Wilcoxon con el fin de comprobar si dos muestras independientes provienen de poblaciones idénticas. Se han seleccionado pruebas no paramétricas dado que no se cumplían las hipótesis necesarias que permiten aplicar pruebas paramétricas, por ejemplo, normalidad en la distribución de los datos. Como nivel de significación más pequeño en que la hipótesis nula puede ser rechazada se utiliza un valor del 5%, de acuerdo con el estudio de Morss et al. (2010), si bien en algunos casos se obtiene un nivel de significación estadística mayor.

3.RESULTADOS

La Figura 1 muestra la distribución de respuestas obtenida para las cuestiones C1 (Figura 1a) y C2 (Figura 1b). En relación a la velocidad del viento, la mayoría del alumnado (59%) espera desviaciones respecto del pronóstico determinista de ± 5 km/h, mientras que en el caso de la cantidad de precipitación, el 72% de los participantes indica un sesgo de ± 30 mm respecto al valor determinista. Las dos respuestas registradas como “Otro”, corresponden a respuestas que son variaciones de los rangos de lluvia predeterminados: “Entre 140 y 200 mm” y “Entre 140 y 160 mm”. En el primer caso, en general se espera una sobrestimación de la predicción, mientras que en el segundo caso, se espera una desviación reducida de ± 10 mm respecto al valor determinista. Según se indica en la Figura 1, parece claro que el alumnado percibe la incertidumbre inherente a los pronósticos meteorológicos deterministas de velocidad del viento y cantidad de precipitación.

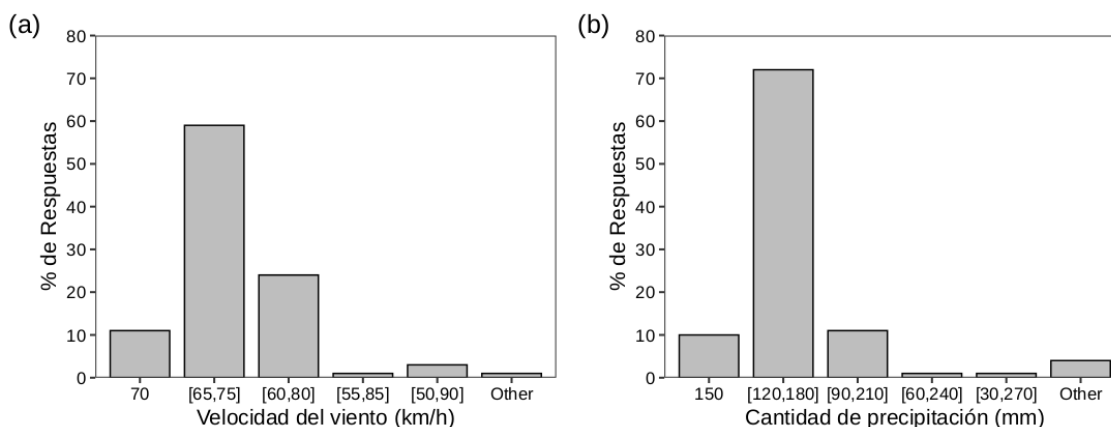


Figura 1. Respuestas del alumnado en relación al grado de incertidumbre esperado en las predicciones meteorológicas de viento (a) y precipitación (b) presentadas como cuestión cerrada (C1 y C2).

La aplicación de la prueba Mann-Whitney-Wilcoxon a las respuestas obtenidas para la velocidad del viento y la cantidad de precipitación no muestra diferencias significativas (p -valor > 0.05) entre estos dos parámetros meteorológicos.

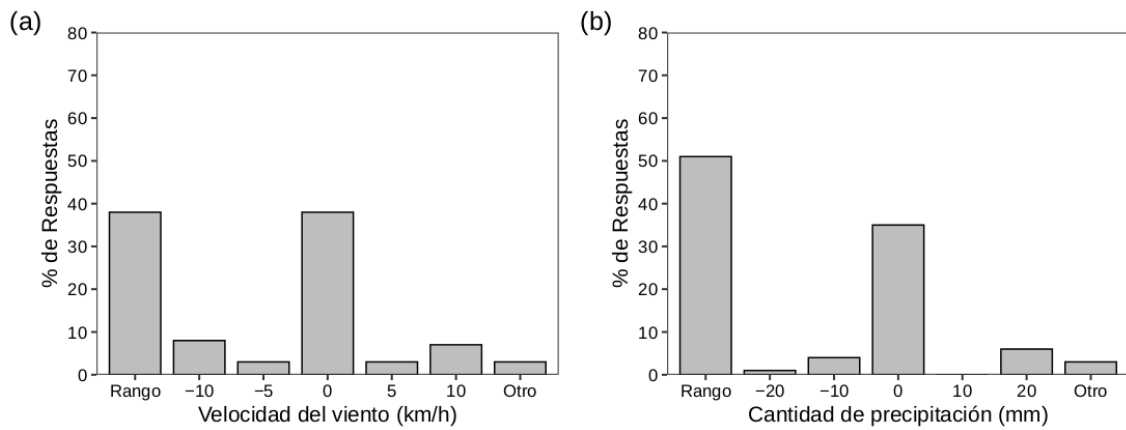


Figura 2. Respuestas del alumnado en relación al grado de incertidumbre esperado en las predicciones meteorológicas de viento (a) y precipitación (b) presentadas como cuestión abierta (C3 y C4).

Los resultados de las respuestas proporcionadas por el alumnado en relación con las cuestiones planteadas en formato abierto (C3 y C4), se incluyen en la Figura 2. Considerando la velocidad del viento (Figura 2a), un 38% de las respuestas se proporcionó como un rango de velocidades del viento, mientras que el 62% restante se proporcionó como un único valor de la velocidad del viento. En este caso, el 38% de las respuestas proporcionadas como un único valor no muestra desviación respecto al pronóstico determinista. En el caso de la cantidad de precipitación, aproximadamente la mitad de las respuestas (51%) se indicaron como un rango, mientras que el 49% de las respuestas se indicaron con un único valor de cantidad de precipitación. En este caso, el 34% de los participantes seleccionó el valor determinista de la predicción.

Las cuestiones C5 y C6 hacen referencia al uso de las predicciones de viento y precipitación en escenarios hipotéticos de toma de decisiones. Los resultados muestran que un 93% de los encuestados tomaría alguna medida en el caso de que las predicciones de velocidad del viento y cantidad de precipitación se presentasen en forma determinista. La prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon no muestra diferencias significativas entre las respuestas obtenidas para ambos parámetros (p -valor > 0.05).

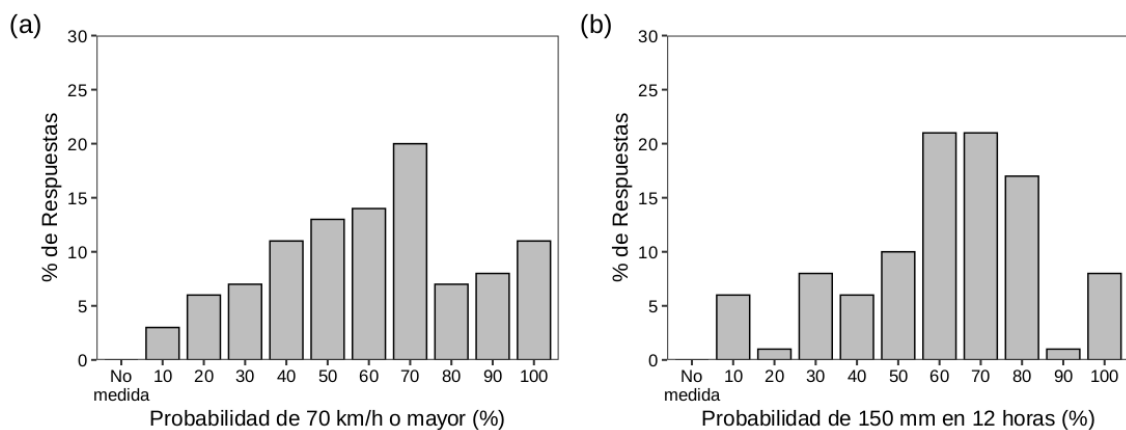


Figura 3. Respuestas del alumnado a las cuestiones C7 y C8: viento (a) y precipitación (b).

De la misma forma, cuando esta información se presenta en términos de probabilidad

(cuestiones C7 y C8) (Figura 3), la aplicación de la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon tampoco muestra diferencias significativas ($p\text{-value} > 0.05$) entre los resultados obtenidos para predicción de los parámetros objeto de este estudio. En este caso, el alumnado tomaría alguna acción a partir de bajas probabilidades (10%). Esto supone menos del 5% de las respuestas para la velocidad del viento, y ligeramente superior a este umbral en el caso de la cantidad de precipitación. Además, alrededor del 10% del alumnado tomaría alguna acción solo en caso de que la probabilidad de que la velocidad del viento prevista fuera igual o superior de 70 km/h fuera del 100%, aunque se reduce muy ligeramente en el caso de una predicción de cantidad de precipitación de 150 mm en 12 horas. El mayor número de respuestas se centra en probabilidades del 70% para el caso de la velocidad del viento, mientras que en el caso de la precipitación, aproximadamente el 60% de los participantes estaría preparado y tomaría medidas apropiadas para el rango de probabilidades 60-80%. Los resultados incluidos en la Figura 3 muestran un rango bastante amplio de opciones que el alumnado puede escoger ante un mismo escenario hipotético. Esto se pone de manifiesto tanto para el caso de viento como de la precipitación, si bien parece que, en el caso de la precipitación, el alumnado, en general, no tomaría acciones para los porcentajes de probabilidad más bajos.

4.DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio pretende contribuir a la comprensión de aspectos fundamentales relacionados con la interpretación de la incertidumbre asociada a los pronósticos del tiempo, en concreto, relacionados con las predicciones de la velocidad del viento y de la cantidad de precipitación. Para ello, se evalúa el estado actual de la percepción, uso e interpretación de la incertidumbre inherente a estos productos de previsión. Los resultados obtenidos en este trabajo parecen indicar que mostrar alguna medida de la incertidumbre en la comunicación de la predicción de viento y precipitación, tal y como se indica en las preguntas de respuesta cerrada, estimulan la percepción de la incertidumbre asociada al pronóstico correspondiente. En este sentido, se ha observado que la desviación esperada respecto a la predicción determinista es la menor en general, lo que indica un reconocimiento positivo de los pronósticos de la velocidad del viento y la cantidad de precipitación, a pesar de no ser perfectos. En cambio, proporcionar el pronóstico determinista sin ninguna referencia a la incertidumbre, como en las preguntas con respuesta abierta, parece dar la impresión de que se espera una previsión exacta en un mayor número de respuestas que aquellas obtenidas cuando la predicción se presenta mediante preguntas con respuesta cerrada, tal y como indican las figuras 1 y 2. Quizás, la ausencia de rangos de referencia específicos puede llevar a una parte del alumnado a percibir una predicción más acertada. Sin embargo, incluso cuando la pregunta por la predicción correspondiente, tanto de viento como de precipitación, con respuesta abierta, un elevado número de respuestas se proporciona como un rango de valores, indicando que una parte del alumnado todavía reconoce la incertidumbre asociada a los pronósticos de viento y precipitación aún cuando ésta no se hace explícita.

Por otro lado, en relación a la toma de decisiones ante escenarios de riesgo por viento y precipitación extremos, la distribución de las respuestas obtenidas indica que ante el mismo escenario hipotético de decisión, el alumnado muestra una gran variedad de umbrales de probabilidad para tomar

alguna acción de protección. Cuando la previsión se proporciona en forma determinista, en cambio, la gran mayoría de los estudiantes tomaría alguna acción ante la previsión de riesgo por viento y precipitación extremos. Estos resultados concuerdan con estudios previos llevados a cabo en otros contextos y situaciones (Morss et al., 2010; Joslyn y Savelly, 2010).

Hacer explícita la incertidumbre a la hora de comunicar los pronósticos meteorológicos puede ayudar a una mejor comprensión de las predicciones actuales. De este modo es posible evitar las interpretaciones falsas sobre cuestiones meteorológicas y climáticas, que suelen ser frecuentes en los medios de comunicación o redes sociales al ser una fuente de información principal en la sociedad actual (Allen, McAleer y McHardy-Reid, 2018).

En este sentido, actualmente existen diversos sitios web que proporcionan una gran cantidad de información correspondiente a los resultados de simulación de diferentes modelos de predicción del tiempo. Esta información podría utilizarse en el aula para comparar los resultados de distintas variables atmosféricas simuladas por varios modelos, como en este caso viento y precipitación, y evaluar las diferencias y similitudes encontradas entre ellos. Esto sería una forma sencilla de visualizar la incertidumbre asociada a los pronósticos meteorológicos deterministas e introducir el concepto de probabilidad. En este sentido, resulta fundamental comprender los conceptos previos del alumnado relacionados con la incertidumbre de la previsión. De acuerdo con lo obtenido en este estudio, parece que el alumnado espera un cierto grado de incertidumbre asociada a las predicciones meteorológicas de viento y precipitación.

Para concluir, teniendo en cuenta la utilización de los modelos en el aula y el conocimiento acumulado en este sentido, se pretende desarrollar propuestas didácticas que nos permitan transmitir diversos aspectos relacionados con la incertidumbre del tiempo y clima y de los riesgos climáticos relacionados, de forma que el alumnado que curse asignaturas relacionadas con la Meteorología y la Climatología se familiarice con una correcta interpretación de la información presentada en términos de probabilidades. Esto nos permitiría tratar los fenómenos meteorológicos y climáticos en estos términos. Así mismo, este punto debería poder abordarse dentro de los currículos educativos de los niveles básicos de enseñanza (Martínez y Olcina, 2019), por supuesto teniendo en cuenta el nivel correspondiente, para su mejor comprensión en los niveles universitarios y su adecuado mayor manejo en futuros trabajos de investigación que deban desarrollar los estudiantes durante su etapa formativa.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado con la ayuda del Programa Redes-I3CE de Investigación en Docencia Universitaria del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante (convocatoria 2020-21). Ref.: [5150].

5.REFERENCIAS

Abraham, S., Bartlett, R., Standage, M., Black, A., Charlton-Perez, A., & McCloy, R. (2015). Do location-specific forecasts pose a new challenge for communicating uncertainty? *Meteorological Applications*, 22, 554-562. Recuperado de [<https://rmets.onlinelibrary.wiley>].

com/doi/epdf/10.1002/met.1487]

- Allen, D.E., McAleer, M. & McHardy-Reid, D. (2018). Fake news and indifference to scientific fact: President Trump's confused tweets on global warming, climate change and weather. *Scientometrics*, 117(1), 625-629.
- Demuth, J. L., Lazo, J. K., & Morss, R. E. (2011). Exploring Variations in People's Sources, Uses, and Perceptions of Weather Forecasts. *Weather, Climate, and Society*, 3(3), 177-192. Recuperado de [<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2011WCAS1061.1>]
- Gómez Doménech, I., Molina-Palacios, S., & Reyes-Labarta, J. A. (2016). Aplicación de una metodología de enseñanza-aprendizaje en Meteorología a través de herramientas de software libre y datos de modelización numérica. En Roig-Vila, R. (Ed.), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 2078-2087). Barcelona: Octaedro.
- Gómez Doménech, I., Molina-Palacios, S., & Reyes-Labarta, J. A. (2017). Implementación de una metodología docente basada en TIC para el aprendizaje de conceptos complejos en asignaturas relacionadas con la Meteorología. En Roig-Vila, Rosabel (Ed.), *Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa* (pp. 234-244). Barcelona: Octaedro.
- Gómez Doménech, I., & Molina-Palacios, S. (2018). Aprendiendo a mirar profesionalmente utilizando episodios meteorológicos reales de interés para el alumnado. En Roig-Vila, Rosabel (Ed.), *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior* (pp. 582-591). Barcelona: Octaedro.
- Gómez Doménech, I., Molina Palacios, S., & Soler Llorens, Juan Luis. (2019). Percepción y valoración de las predicciones meteorológicas: un estudio exploratorio entre estudiantes del Grado de Ciencias del Mar de la Universidad de Alicante. En Roig-Vila, Rosabel (Ed.), *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas* (pp. 184-193). Barcelona: Octaedro.
- Gómez, I., Molina, S., Olcina, J., & Galiana-Merino, J. J. (2021). Perceptions, Uses, and Interpretations of Uncertainty in Current Weather Forecasts by Spanish Undergraduate Students. *Weather, Climate, and Society*, 13(1), 83-94. Recuperado de [<https://journals.ametsoc.org/view/journals/wcas/13/1/WCAS-D-20-0048.1.xml>]
- Joslyn, S., & Savelli, S. (2010). Communicating forecast uncertainty: public perception of weather forecast uncertainty. *Meteorological Applications*, 17, 180-195. Recuperado de [<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/met.190>]
- Lazo, J. K., Morss, R. E., Demuth, J. L. (2009). 300 billion served. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90, 785-798. Recuperado de [<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2008BAMS2604.1>]
- Martínez Fernández, L. C., & Olcina Cantos, J. (2019). La enseñanza escolar del tiempo atmosférico y del clima en España: currículo educativo y propuestas didácticas. *Anales De Geografía De La Universidad Complutense*, 39(1), 125-148. Recuperado de [<https://doi.org/10.5209/aguc.64680>]

- Morss, R. E., Demuth, J. L., & Lazo, J. K. (2008a). Communicating uncertainty in weather forecasts: a survey of the U.S. public. *Weather and Forecasting*, 23(5), 974-991. Recuperado de [<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2008WAF2007088.1>]
- Morss, R., & Zhang, F. (2008b). LINKING METEOROLOGICAL EDUCATION TO REALITY: A Prototype Undergraduate Research Study of Public Response to Hurricane Rita Forecasts. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(4), 497-504. Recuperado de [<http://www.jstor.org/stable/26216801>]
- Morss, R. E., Lazo, J. K., & Demuth, J. L. (2010). Examining the use of weather forecasts in decision scenarios: results from a US survey with implications for uncertainty communication. *Meteorological Applications*, 17(2), 149-162. Recuperado de [<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/met.196>]
- Olcina, J. (2017). La enseñanza del tiempo atmosférico y del clima en los niveles educativos no universitarios: propuestas didácticas. En Sebastiá, R. y Tonda, E.M^a. (Dir.): Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI. Alicante, Universidad de Alicante, pp. 119-148.
- Peachey, J. A., Schultz, D. M., Morss, R., Roebber, P. J., & Wood, R. (2013). How forecasts expressing uncertainty are perceived by UK students. *Weather*, 68, 176-181. Recuperado de [<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wea.2094>]
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Schultz, D. M., Anderson, S., & Seo-Zindy, R. (2013). Engaging Earth- and Environmental-Science Undergraduates Through Weather Discussions and an eLearning Weather Forecasting Contest. *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 278-286. Recuperado de [<https://doi.org/10.1007/s10956-012-9392-x>]
- Schultz, D. M., Anderson, S. A., Fairman Jr., J. G., Lowe, D., McFiggans, G., Lee, E., & Seo-Zindy, R. (2015). ManUniCast: a real-time weather and air-quality forecasting portal and app for teaching. *Weather*, 70(6), 180-186. Recuperado de [<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wea.2468>]
- Suess, E. J., Cervato, C., Gallus, W. A., & Hobbs, J. M. (2013). Weather Forecasting as a Learning Tool in a Large Service Course: Does Practice Make Perfect?. *Weather and Forecasting*, 28(3), 762-771. Recuperado de [<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/WAF-D-12-00105.1>]
- Zabini, F., Grasso, V., Magno, R., Meneguzzo, F., & Gozzini, B. (2015). Communication and interpretation of regional weather forecasts: a survey of the Italian public. *Meteorological Applications*, 22, 495-504. Recuperado de [<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/met.1480>]
- Zabini, F. (2016). Mobile weather apps or the illusion of certainty. *Meteorological Applications*, 23, 663-67. Recuperado de [<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/met.1589>]