

¿El público entiende las predicciones del tiempo? Resultados de una investigación desarrollada en Italia y España

Alessio Raimondi

Ph. D. in Storia, Filosofia e Didattica delle Scienze, Università di Cagliari (Italia),
alexraimondi@gmail.com

Cada año en Italia, así como en el resto de Europa, se repiten fenómenos meteorológicos que producen graves daños, no sólo a nivel material sino también a nivel humano¹. Después de cada uno de estos eventos se discute públicamente tanto la capacidad de los meteorólogos en la predicción de los eventos atmosféricos² como la misma utilidad social de la meteorología.

Evidentemente no se debe confundir la predicción de un evento meteo con la previsión de sus consecuencias ya que las predicciones meteorológicas por su naturaleza no son *action oriented* sino *information oriented*³; en otras palabras, no compete al meteorólogo indicar cuáles pueden ser las acciones mejores para protegerse de un determinado evento meteorológico después que el mismo evento haya sido previsto. Dichas acciones pueden depender, por ejemplo, de las características hidrogeológicas del territorio en el que el evento considerado se desencadena; del *background* cultural de la población involucrada; de la relación que esta población tiene con el servicio meteo y de su experiencia pasada con eventos del mismo tipo⁴; etc.

Sin embargo, el meteorólogo no debe dar por sentado que todos los usuarios (o por lo menos su mayoría) que reciben informaciones meteo, las entiendan, sepan lo que tienen que hacer y tomen las mejores decisiones posibles sólo por haber recibido dichas informaciones. Por lo tanto, el meteorólogo no puede y no debe descuidar el proceso comunicativo ya que influye de manera directa sobre la comprensión de las predicciones y, por supuesto, sobre la capacidad de desarrollar acciones adecuadas a la protección de bienes y personas. El proceso comunicativo es un proceso complejo que no se puede reducir sencillamente a la transmisión de valores y conocimientos desde el dominio científico al público ya que es imprescindible contestar a las exigencias que nacen de diferentes lógicas que a la vez se originan de diferentes visiones del mundo. En realidad hay que tener en cuenta el *milieu* científico, las características de la sociedad con la que se interactúa,

el papel de mediación del comunicador y las características del público que se diferencia por niveles culturales muy varios y exigencias crecientes⁵. Hay que considerar, además, el papel de los medios de comunicación que basándose exclusivamente sobre consideraciones de *audience*, frecuentemente dificultan la comprensión y la percepción de las predicciones por parte del público, incluso dedicando a un evento meteo, que en teoría puede tener consecuencias dañinas, un espacio que no tiene ninguna relación ni con la severidad del evento ni con la gravedad de las eventuales consecuencias⁶.

Por lo tanto, un proceso comunicativo inadecuado, además de la incertidumbre intrínsecamente relacionada con las predicciones, puede ser causa de la percepción de la meteorología como una ciencia anómala o, en casos extremos, como una pseudociencia.

En Italia el análisis sobre los antedichos asuntos está aún al comienzo ya que el servicio meteo nacional se encuentra en una situación no positiva y muy poco clara⁷, siendo dirigido por aeronáutica militar, aunque las predicciones locales y la mayoría de las investigaciones científicas en el ámbito de la meteorología es llevada a cabo, sobre todo por algunos de los veinte servicios regionales que casi nunca tienen una coordinación entre ellos. El atraso⁸ se destaca cuando examinamos la tipología de las predicciones meteorológicas emitidas por los diferentes servicios. Además hay que tener en cuenta que la ley italiana impide a los servicios meteo, incluso al servicio nacional, emanar cualquier alerta concerniente eventos meteo. Esta tarea está permitida sólo a unas instituciones concretas⁹.

En este trabajo vamos a describir los resultados de una investigación¹⁰ sobre la comprensión de las predicciones del tiempo y la percepción de la calidad de las mismas, que se realizó entre el 2010 y el 2011 mediante tres cuestionarios dirigidos respectivamente a meteorólogos¹¹, público y usuarios "expertos"¹². Aquí analizaremos sólo las respuestas del público, comparando las respuestas del público italiano y del

español para examinar desde una perspectiva más amplia el problema del proceso comunicativo de las predicciones del tiempo desde el punto de vista de los usuarios.

La muestra de los usuarios está compuesta por 97 individuos italianos, que recibieron el cuestionario por correo electrónico o en papel, y 113 individuos españoles que rellenaron los cuestionarios on line¹³.

En figura 1 y 2 se observa las distribuciones de las dos muestras de usuarios repartidas por edad, sexo y nivel escolar.

Para averiguar la significación de los resultados se utilizó la prueba del chi cuadrado de Pearson ($p < 0,05$). En unos casos, por necesidad de carácter estadístico, antes de la efectuación del test de Pearson, efectuamos una recodificación¹⁴. Finalmente, para carear de manera correcta las respuestas de los usuarios italianos y de los españoles, el cuestionario en castellano ha sido elaborado con la *parallel blind technique*.

Modalidades y frecuencia de acceso a las predicciones

La mayoría de los usuarios españoles (alrededor del 70%) accede a las predicciones del tiempo con frecuencia por lo menos diaria (Fig. 3) y sobre todo mediante la red (Fig. 4) mientras que solo la mitad de los usuarios italianos consulta las predicciones con la misma frecuencia y lo hace sobre todo consultando las predicciones que se transmiten en un canal de televisión¹⁵. Además un importante porcentaje de usuarios españoles tiene la costumbre de consultar más fuentes y efectuar una elaboración autónoma de las informaciones. En otras palabras, los usuarios españoles utilizan las predicciones de manera más crítica y nos atrevemos a especular que en España hay una conciencia más difusa de la utilidad de las predicciones por un amplio espectro de actividades; desde aquí nace un sentido crítico más profundo y, como veremos, un mejor conocimiento de la terminología que se utiliza en los boletines

meteorológicos. Creemos que esta conciencia se debe también al hecho que en España la comunicación de las predicciones en radio y televisión es bien cuidada y se dedica más tiempo a explicarlas, aunque las explicaciones estén sujetas a vínculos de tiempo. Además la página web de AEMET es de buena cualidad sobre todo por lo que concierne la comunicación de los *warnings*. Los españoles, por lo tanto, están acostumbrados a recibir predicciones articuladas cuyos éxitos (y fracasos) están al alcance del público, permitiendo el desarrollo de la capacidad crítica.

Finalmente hay que notar que cuando se realizó la investigación todavía no estaban tan difusos medios como Ipad, Iphone y Smartphone que puede que ahora se utilicen más que antes para consultar las predicciones del tiempo.

Opinión sobre la calidad (percibida) de las predicciones

La mayoría de usuarios italianos juzgan positivamente las predicciones que consulta (Fig. 5) aunque, donde las preguntas exigen repuestas con más detalle, emergen críticas; se opina que las predicciones carecen de informaciones que se creen necesarias (Fig. 6). Sin embargo, hay que destacar que los más exigentes hacia las predicciones son los que las consideran “siempre equivocadas” o las consultan poco frecuentemente (Fig. 7). Al contrario, los usuarios españoles de un lado expresan un juicio más positivo sobre las predicciones (Fig. 5), sin embargo, al mismo tiempo, se demuestran más críticos hacia el lenguaje utilizado (Fig. 8), opinan no completas las informaciones de los boletines (Fig. 6) y que los media ofrecen un espacio insuficiente a la meteorología (Fig. 9).

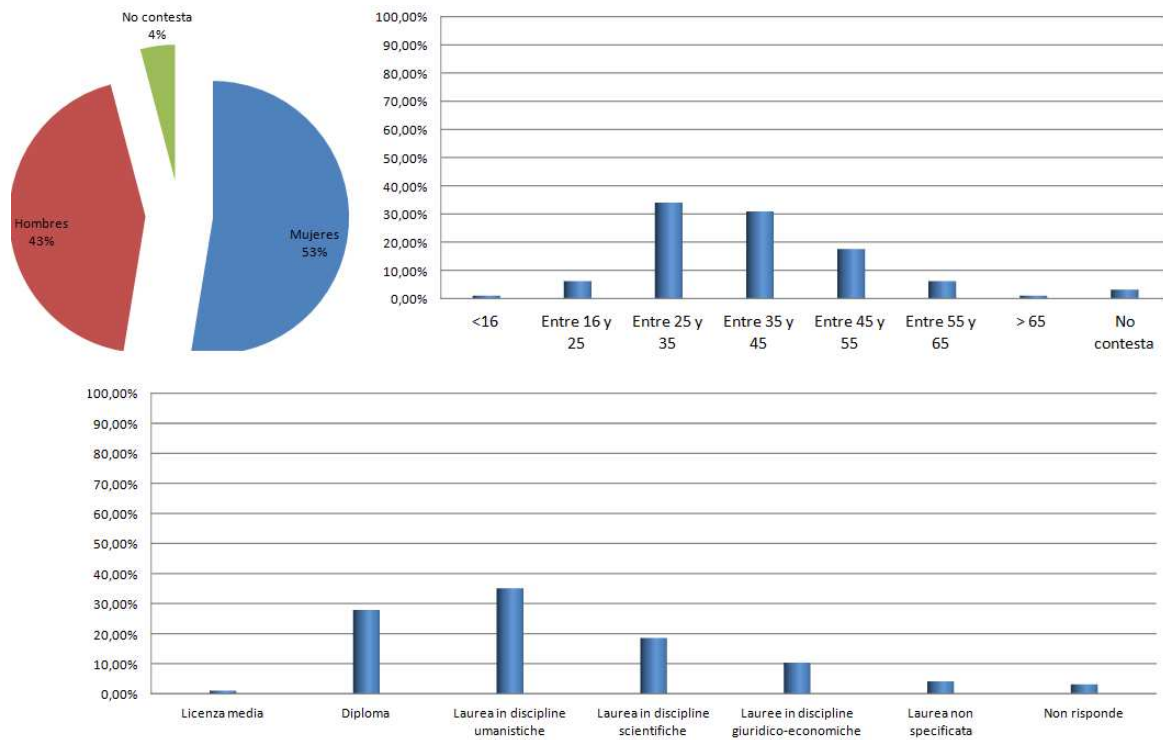


Figura 1: Distribución de la muestra del público italiano: a) por sexo; b) por edad; c) por nivel escolar.

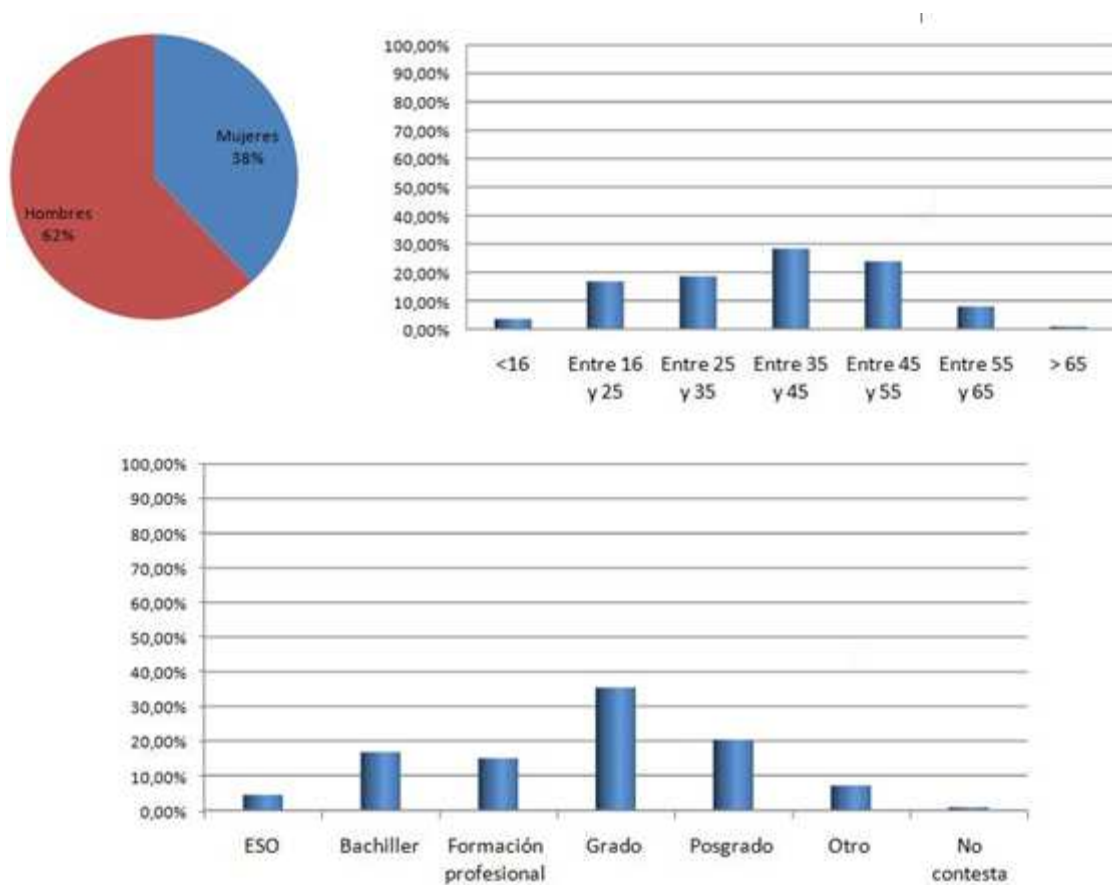


Figura 2: Distribución de la muestra del público español: a) por sexo; b) por edad; c) por nivel escolar.

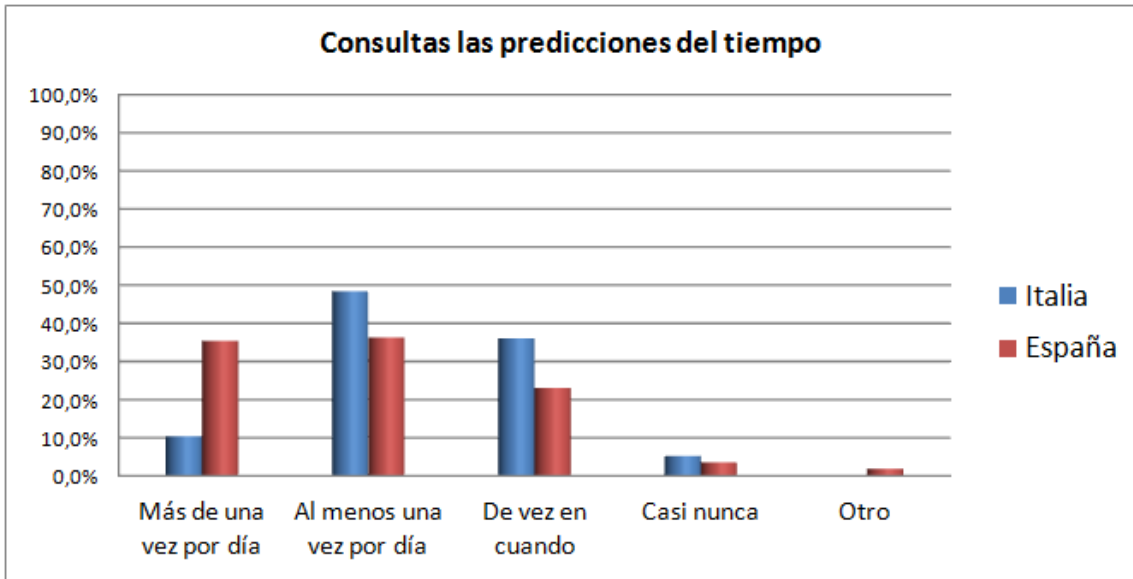


Figura 3: Frecuencia de consultación de las predicciones

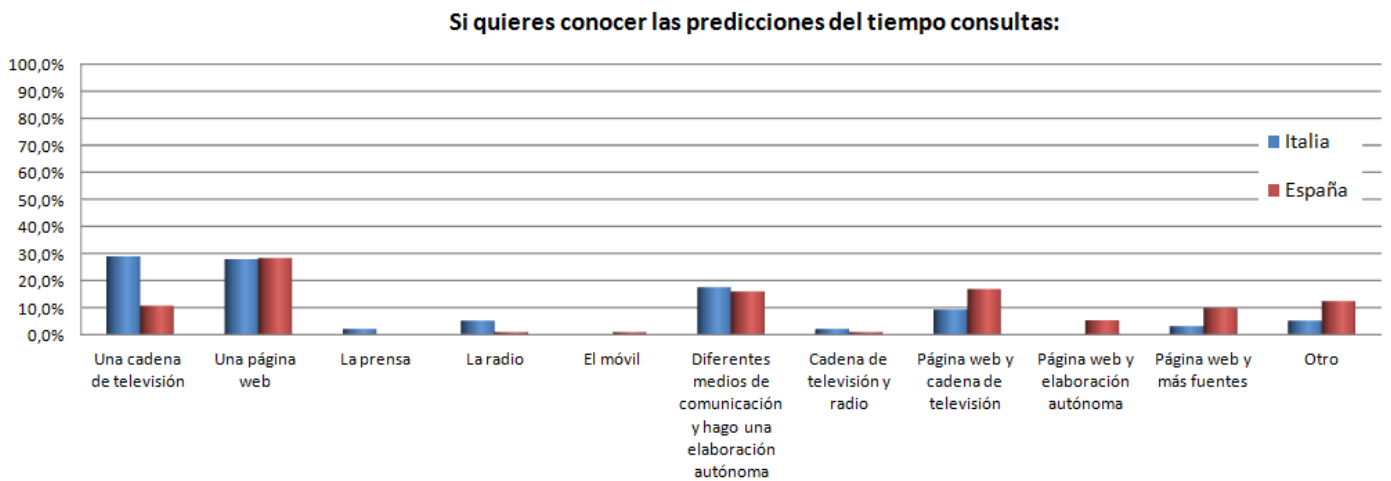


Figura 4: Modalidad de acceso a las predicciones

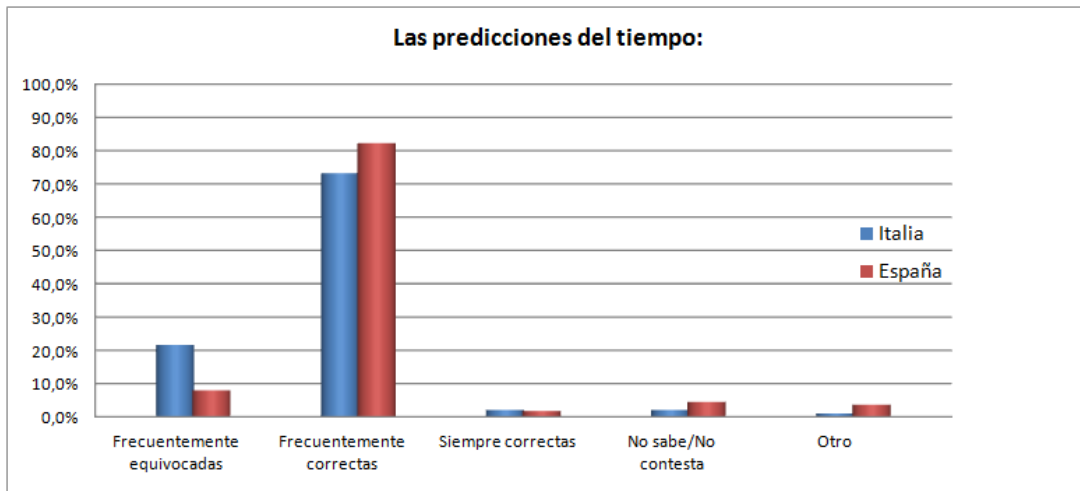


Figura 5: Opinión sobre la calidad de las predicciones

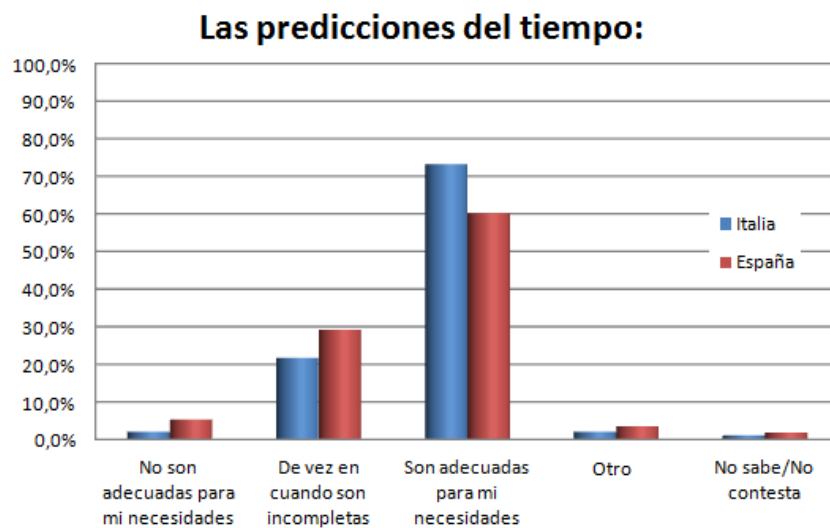


Figura 6: Opinión sobre la calidad de las predicciones

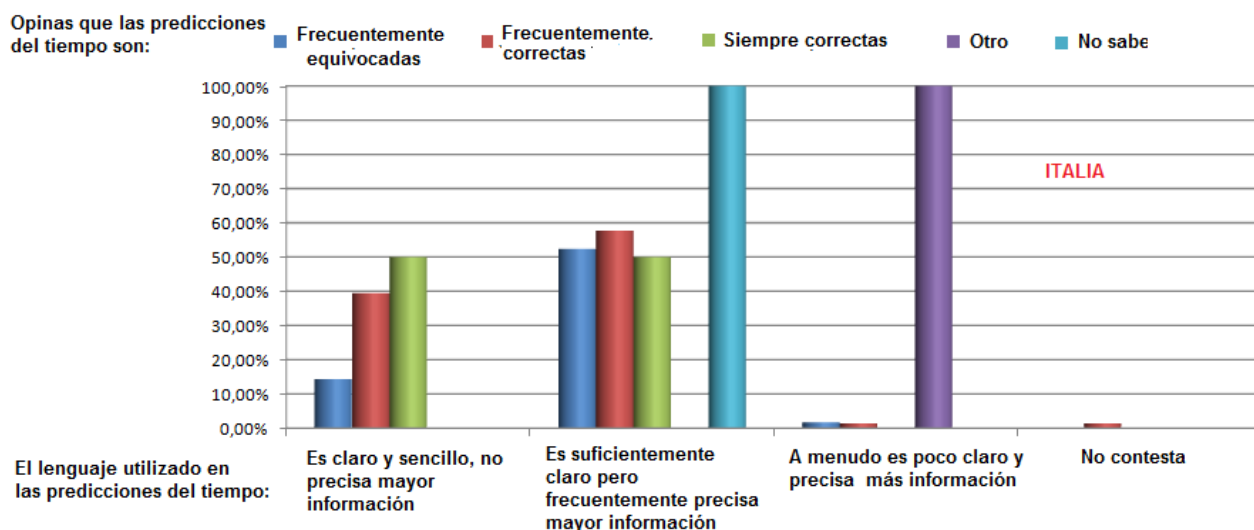


Figura 7: Opinión sobre el lenguaje utilizado en las predicciones clasificado según las respuestas en Figura 5

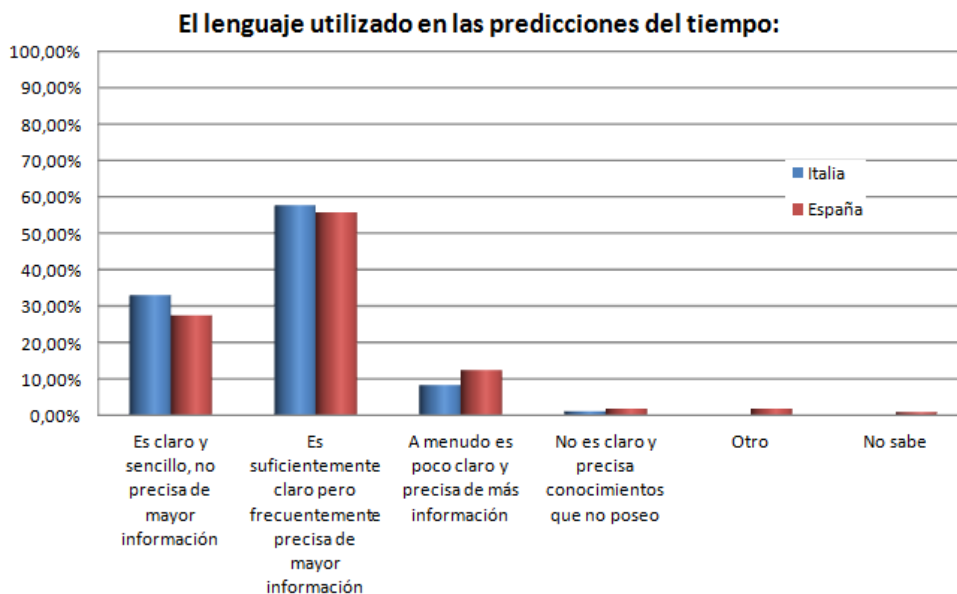


Figura 8: Opinión sobre el lenguaje utilizado en las predicciones meteorológicas

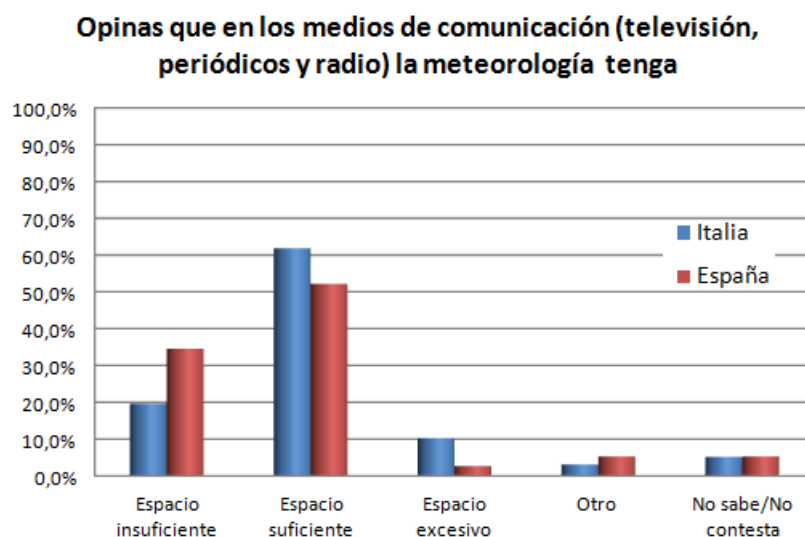


Figura 9: Opinión sobre el espacio que los medios dedican a la meteorología

Terminología

Para analizar las respuestas de los usuarios a las preguntas concernientes a términos y expresiones empleadas en los boletines meteorológicos hemos clasificado términos y expresiones en tres grandes grupos¹⁶. El primer grupo¹⁷ contiene términos muy específicos (por ejemplo “anticiclón”) de los que es difícil que los usuarios entiendan el significado correcto aunque no perciban esta dificultad ya que efectúan inferencias que se fundan sobre la costumbre de oír estas expresiones frecuentemente en la parte de los boletines que analiza la situación de la atmósfera.

El segundo grupo¹⁸ incluye los términos y las expresiones que se emplean también en el lenguaje coloquial con un significado parecido al que tienen en el léxico meteorológico. En este caso, la comprensión, por lo menos intuitiva, es suficiente para permitir la efectucción de inferencias correctas.

El tercer grupo¹⁹, finalmente, contiene términos y expresiones sacados del lenguaje coloquial (por ejemplo “ligero ascenso de la temperatura”) y que los usuarios conocen. Sin embargo estos términos en los boletines asumen un significado muy técnico, específico, a veces dependiente del contexto, causando a menudo inferencias inadecuadas.

De las respuestas podemos deducir que la mayoría de los usuarios no comprenden correctamente la terminología empleada en los boletines aunque hay que notar las diferencias entre las respuestas de los italianos y las de los españoles. Los italianos no parecen conformes en las atribución de los significados y sólo un porcentaje muy reducido contesta correctamente. Los entrevistados, tanto italianos como españoles, son conformes solo por las expresiones que conciernen a la temperatura, magnitud con la que los usuarios tienen familiaridad (Fig. 10). Sin embargo la familiaridad no constituye una garantía de correcta atribución.

Los usuarios italianos no entienden correctamente ninguno de los términos y de las expresiones que hemos incluido en el primer grupo. El hecho que una consistente mayoría de los entrevistados entienda expresiones como “cero térmico” (Fig. 11) constituye la excepción que confirma la regla. Esta expresión, de hecho, no es susceptible de interpretación ambigua como ocurre con, por ejemplo, con las expresiones “frente cálido” (Fig. 12) o “anticiclón” (Fig. 13), que a menudo son considerados sinónimos de “buen tiempo” y “ola de calor”, sin que tampoco estas dos expresiones estén definidas de manera clara.

Los usuarios italianos interpretan de manera incorrecta también muchos términos que hemos incluido en el segundo grupo. Esto constituye un problema cuando la comprensión de la predicción es fundamental para la gestión del riesgo relacionado con el evento que se prevé. La criticidad del problema se puede entender si pensamos que sólo el 20% de los entrevistados conoce

el significado de una expresión como “vientos moderados” (Fig. 14), cuyo significado por otra parte es claramente definido de la escala Beaufort, y pocos conocen el significado, ni cualitativo²⁰ ni cuantitativo²¹, de los adjetivos que se asocian al término “precipitación” (Fig. 15, 16) o se ponen en relación con los efectos de las lluvias²².

Al contrario los usuarios españoles revelan un mayor conocimiento del significado de términos y expresiones que generalmente se asocian al término precipitación. A este propósito Benito y colaboradores, con referencia a los resultados obtenidos en una investigación desarrollada en España escribían: “Prácticamente la mitad de los encuestados interpreta que es una cantidad de lluvia importante. Un alto porcentaje [...] se aventura a decir que incluso habrá inundaciones, sin tener en cuenta que no es lo mismo que precipiten 50 litros en media hora que a lo largo de todo un día”²³. Hay que subrayar que nuestros resultados confirman, o incluso son mejores, de los resultados presentados por Benito et al.. Única excepción es el significado a la expresión “chubascos dispersos”, donde el adjetivo “dispersos” ha sido entendido como un indicio de discontinuidad no sólo espacial sino también temporal, interpretación que no encuentra justificación en ninguno de los contextos en los que la expresión se utiliza (Fig. 17).

Se destacan las dificultades de todos los usuarios en la comprensión de las expresiones verbales que deberían identificar la parte del día en la que tendría que ocurrir el evento previsto (Fig. 18).

¿Qué se entiende en las predicciones del tiempo con la expresión "ligero ascenso de las temperaturas"?

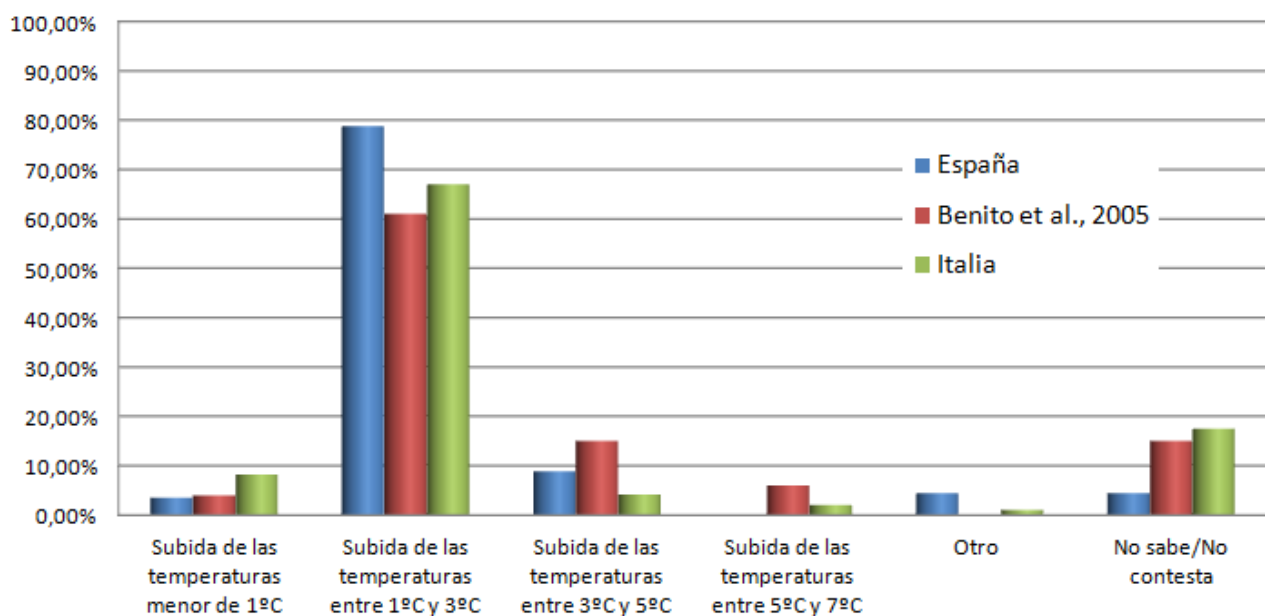


Figura 10: Interpretación de la expresión "ligero ascenso de las temperaturas"

¿Qué se entiende en las predicciones del tiempo con la expresión "lo cero térmico estará en los 1000 m"?

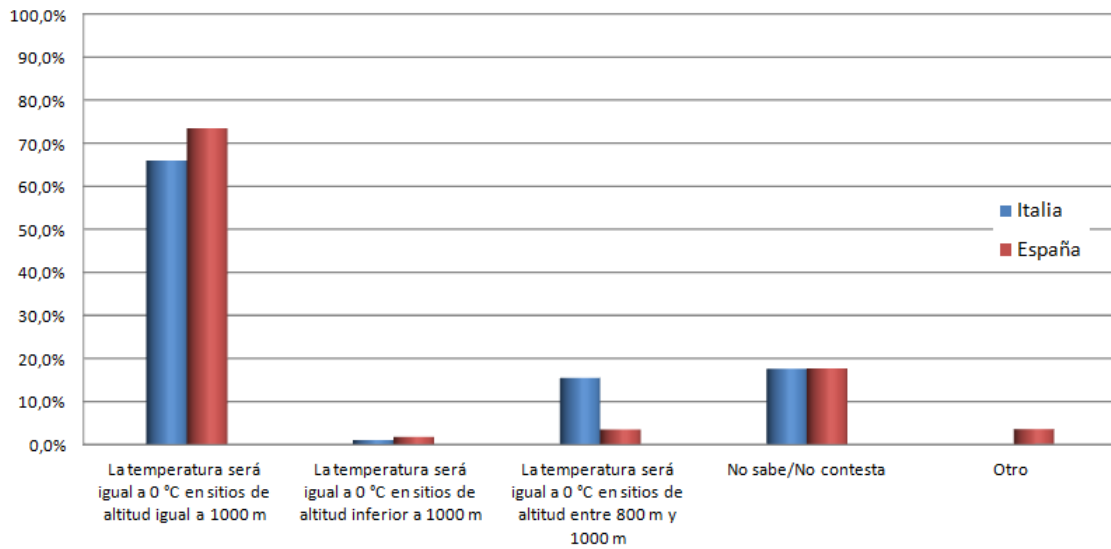


Figura 11: Interpretación de la expresión "cero térmico"

¿Qué se entiende en las predicciones del tiempo con la expresión "frente cálido"?

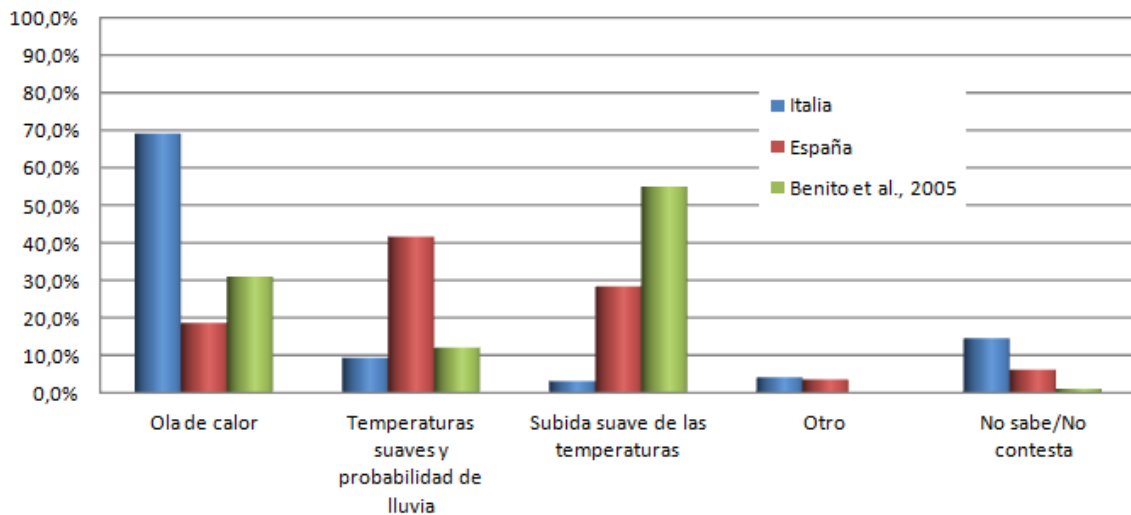


Figura 12: Interpretación de la expresión "frente cálido"

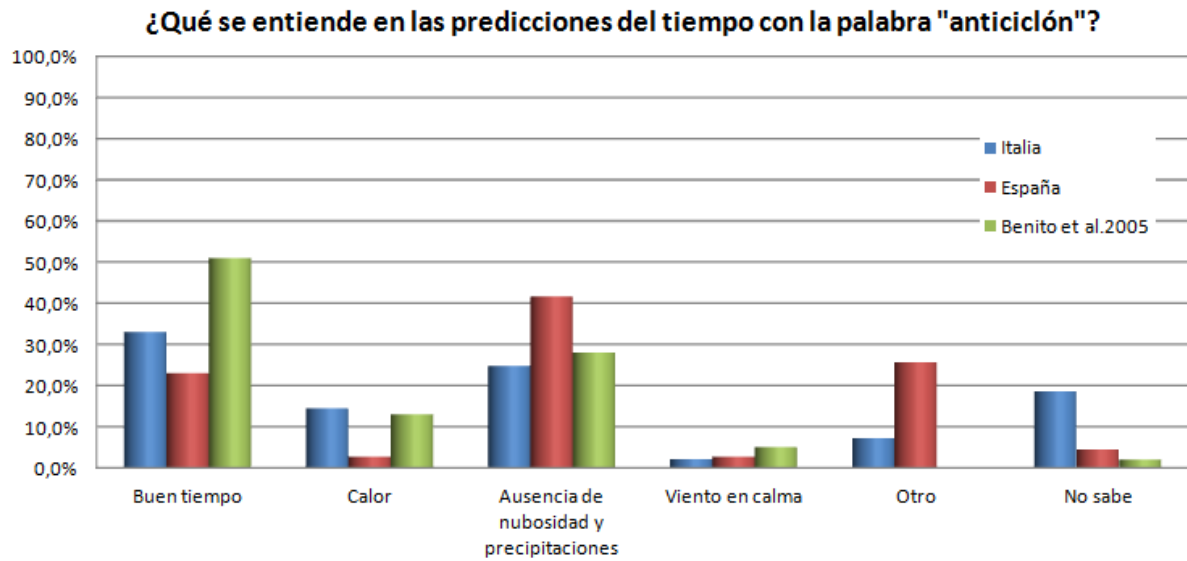


Figura 13: Interpretación de la expresión "anticiclón"

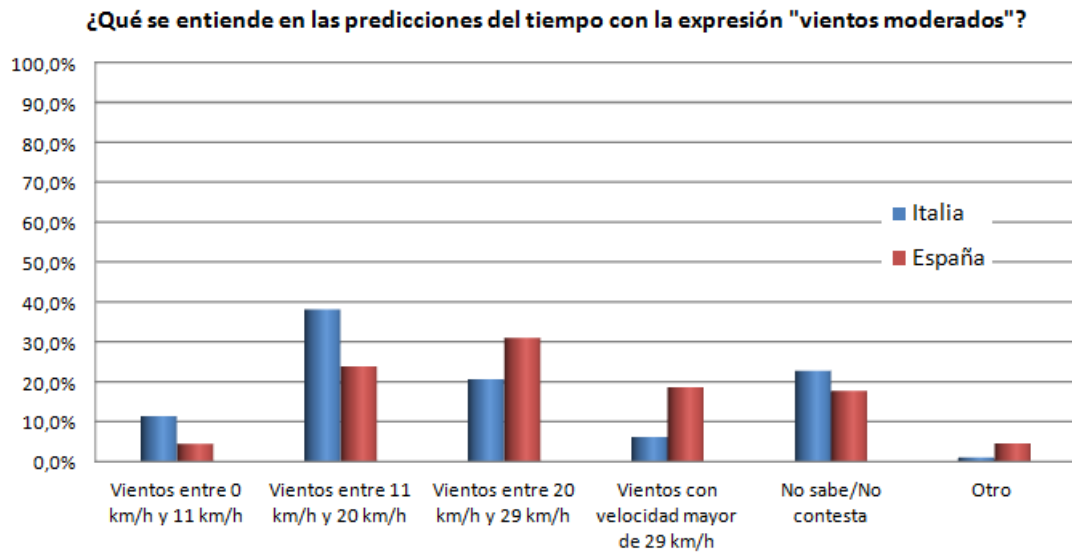


Figura 14: Interpretación de la expresión "vientos moderados"

¿Qué significa en las predicciones del tiempo la expresión "las lluvias alcanzarán los 50 litros por metro cuadrado"?

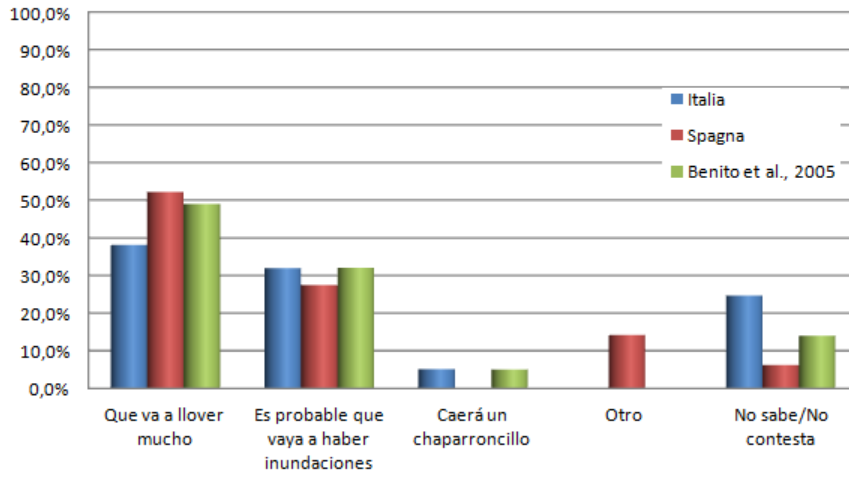


Figura 15: Interpretación de la expresión "50 litros por metro cuadrado"

En las predicciones del tiempo con la expresión "lluvias intensas" se entiende que las precipitaciones alcanzarán:

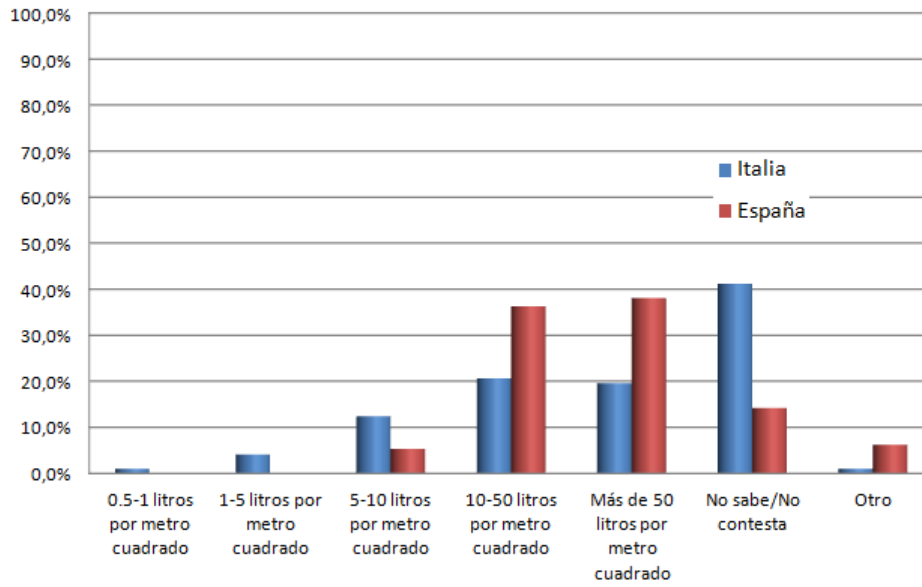


Figura 16: Interpretación de la expresión "lluvias intensas"

¿Qué se entiende en las predicciones del tiempo con la expresión "chubascos dispersos"?

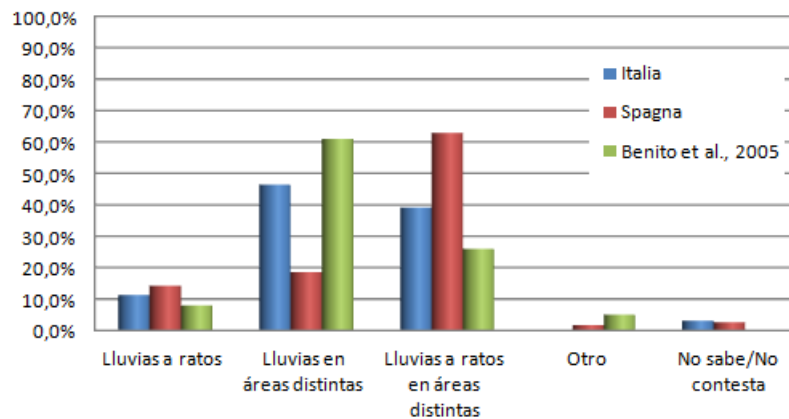


Figura 17: Interpretación de la expresión "chubascos dispersos"

En las predicciones del tiempo con la expresión "en las primeras horas de la tarde se prevé una mejora...", se entiende que se habrá una mejora

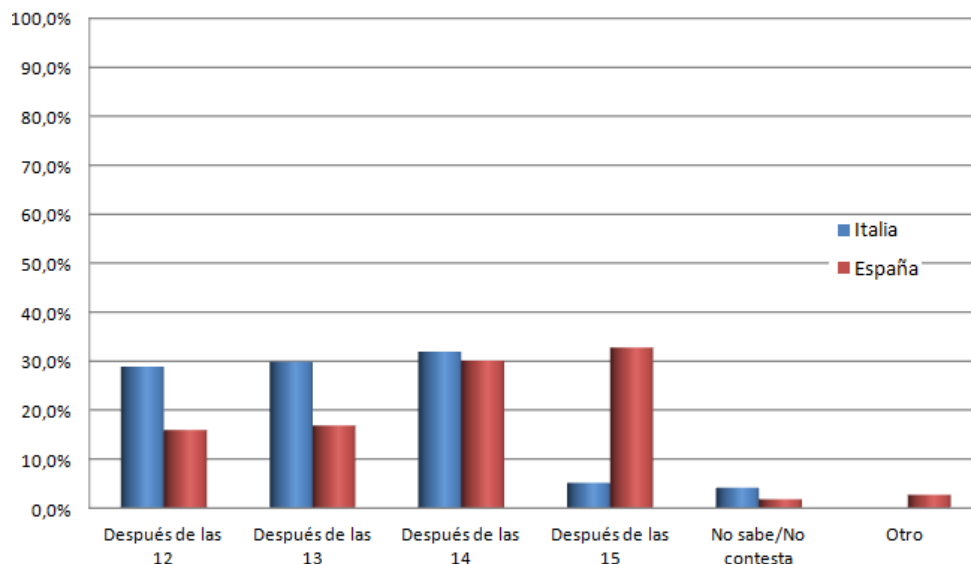


Fig. 18: Interpretación de la expresión "primeras horas de la tarde"

Significado y comprensión de las predicciones probabilísticas

Trataremos el tema ocupándonos ante todo de la conciencia que los usuarios tienen de la incertidumbre asociada a la predicción. Hemos intentado averiguar dicha conciencia con dos preguntas, la primera relacionada con una predicción de precipitación, la segunda concierne a una predicción de temperatura, pregunta que ya pusieron Morris (Fig. 21) y colaboradores²⁴ en una investigación desarrollada en Estados Unidos sobre la comprensión del público de las predicciones meteorológicas. Las respuestas a las dos preguntas son contradictorias ya que, analizando las respuestas a la primera pregunta, parece que los usuarios tienen conciencia de la existencia de la incertidumbre (Fig. 19), sin embargo la incertidumbre

que los usuarios atribuyen a la predicción de la temperatura (Fig. 20) podría ser causada, como observa Morris²⁵, no sólo por la correcta comprensión del carácter probabilístico de las predicciones sino también por una falta de confianza en el meteorólogo y en las predicciones, por el conocimiento de la variabilidad del tiempo en la zona a la que se refieren las predicciones, etc. Este análisis se confirma por la contradicción entre las respuestas de los usuarios italianos y los usuarios españoles a las dos preguntas. Es mayor el porcentaje de españoles que interpretan la predicción de temperatura en forma no categórica. Sin embargo es mayor el porcentaje de italianos que opina que la predicción de precipitación expresada en forma probabilística sea útil para comunicar la incertidumbre asociada a la predicción. Por lo tanto creemos que no

se pueda extrapolar algo de definitivo ni de nuestros resultados ni de lo resultados de Morris, y que el tema merezca ser investigado más.

¿Porqué en las predicciones de precipitaciones es aconsejable utilizar una información probabilística?

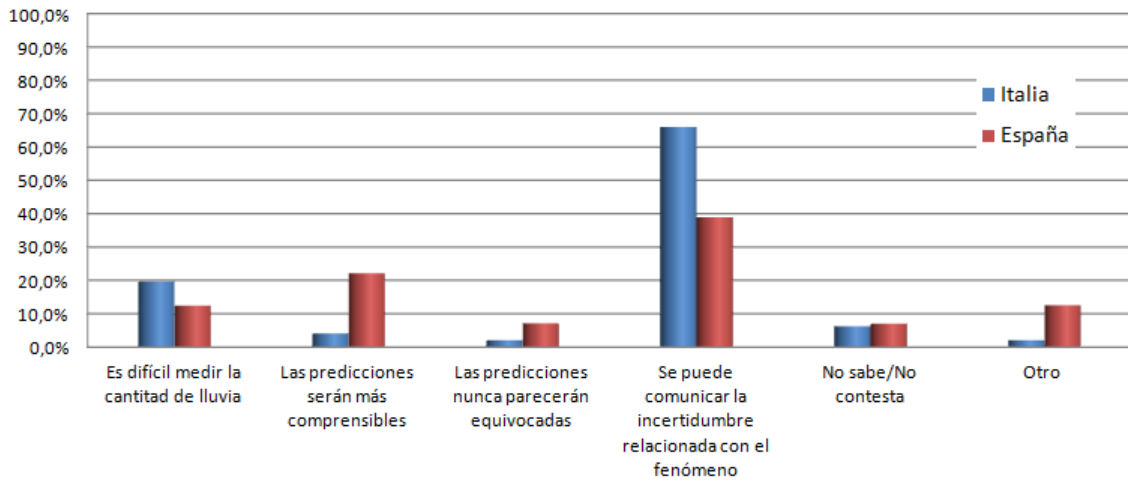


Fig. 19: Interpretación de una predicción probabilística de precipitación

Si las predicciones informan que mañana, en la zona en la que vives, la temperatura máxima alcanzará los 25 °C, opinas que mañana realmente la temperatura máxima será

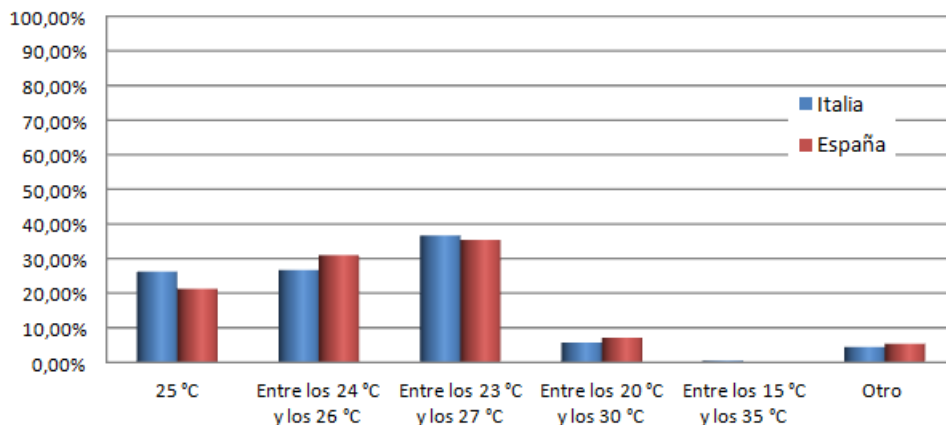


Fig. 20: Interpretación de una predicción probabilística de temperatura

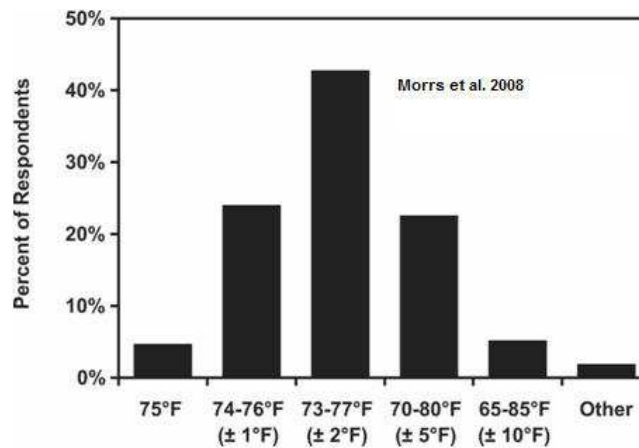


Fig. 21: Interpretación de una predicción probabilística de temperatura

El segundo tema con el que queremos enfrentarnos es la comprensión de las predicciones probabilísticas. Ante todo hay que averiguar si los usuarios entienden de manera correcta el evento que se prevé, ya que muchos investigadores²⁶ opinan que el problema del público no es tanto la comprensión de la información probabilística, cuanto sobre todo la comprensión del evento. Para este propósito hemos utilizado dos preguntas sacadas respectivamente de un artículo de Gigerenzer y de uno de Scoggins²⁷.

Gigerenzer dirigió al público de cinco ciudades (Nueva York, Amsterdam, Berlín, París y Milán) una pregunta sobre el significado de una predicción de lluvia con una probabilidad del 30%, observando que las respuestas más correctas procedían de los usuarios de Nueva York que están más acostumbrados a recibir las predicciones meteorológicas en forma probabilística. Nuestros resultados (Fig. 22) destacan una mayor comprensión del significado de la predicción ya que un porcentaje casi doble responde correctamente²⁸, entre los usuarios italianos, y hemos obtenido un mayor porcentaje de respuestas correctas de los usuarios españoles²⁹.

Por lo que concierne la pregunta sacada del artículo de Scoggins sobre el significado de la probabilidad de precipitación con referencia a un lugar determinado³⁰, las respuestas de los usuarios italianos parecen más correctas que las respuestas de los usuarios españoles (Fig. 23). Sin embargo hay que destacar que, un porcentaje importante de usuarios españoles interpreta el valor de la probabilidad como valor de la fiabilidad de la predicción.

Para analizar las dificultades de los usuarios en manejar las probabilidades hemos utilizado dos preguntas, convenientemente modificadas, sacadas de una investigación desarrollada por Murphy³¹. De las respuestas emerge claramente la dificultad de la mayoría de los usuarios en el manejar la información probabilística en formato numérico (Fig. 24).

Finalmente hemos analizado la propuesta de la WMO³² de obviar a las dificultades del público en manejar la información probabilística numérica utilizando expresiones verbales asociadas a intervalos de probabilidad (Fig. 25) según la tabla empleada por IPPC en su informes sobre el cambio climático. Las preguntas han sido elaboradas con referencia a una pregunta sacada de una investigación desarrollada por Patt e Schragg³³. Hemos modificado la pregunta intentando contextualizarla para poner en relación la predicción con una determinada zona geográfica³⁴ para evitar los problemas señalados por Patt que las respuestas podían verse afectadas por el contexto. Además las preguntas se refieren a tres eventos diferentes para que fueran independientes de las tipología del evento y de los efectos que el mismo evento puede producir³⁵. En otras palabras una probabilidad del 20% de nevadas se interpreta, por ejemplo, de manera diferente en Helsinki y en Alger³⁶ e igualmente se interpreta de manera diferente una probabilidad de alta temperatura. Finalmente Patt nota una asimetría en la evaluación que el público hace de la probabilidad correspondiente a una determinada expresión verbal en las respuestas³⁷, asimetría que hemos notado sólo en las respuestas de los usuarios españoles por lo que concierne al evento nieve. Es claro que aunque existan muchos trabajos sobre la expresión verbal de la información probabilística casi nada existe aplicado a la meteorología.

Si el boletín meteorológico prevé una probabilidad de lluvia del 30% se entiende que:

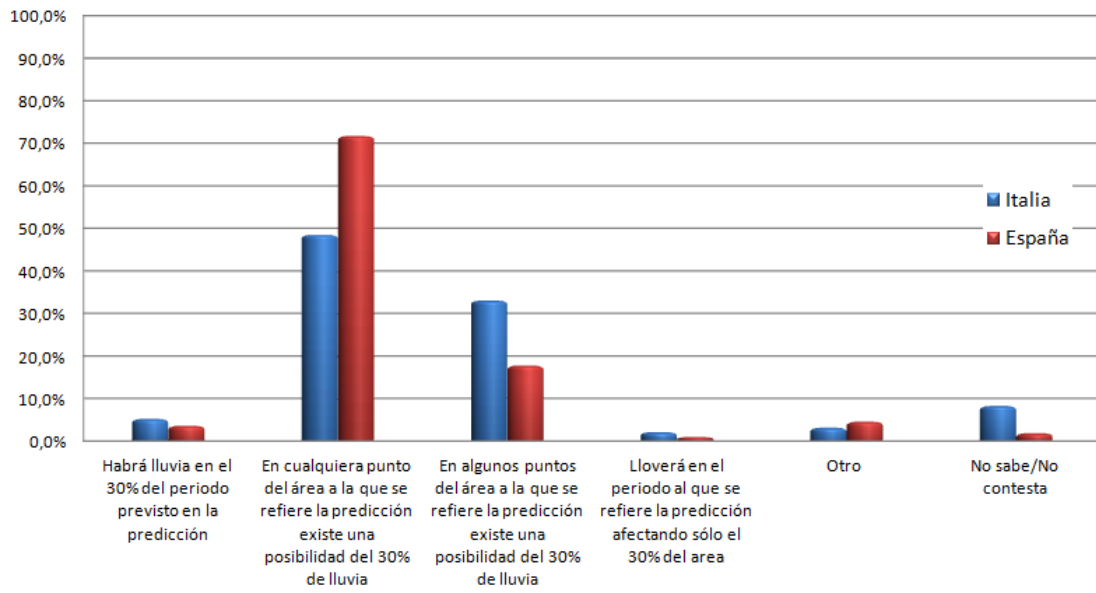


Fig. 22: Interpretaci3n de una predicci3n probabilística de lluvia

Si en el boletín meteorol3gico se prevé una probabilidad de lluvia del 20 %, en una determinada ciudad, se entiende que:

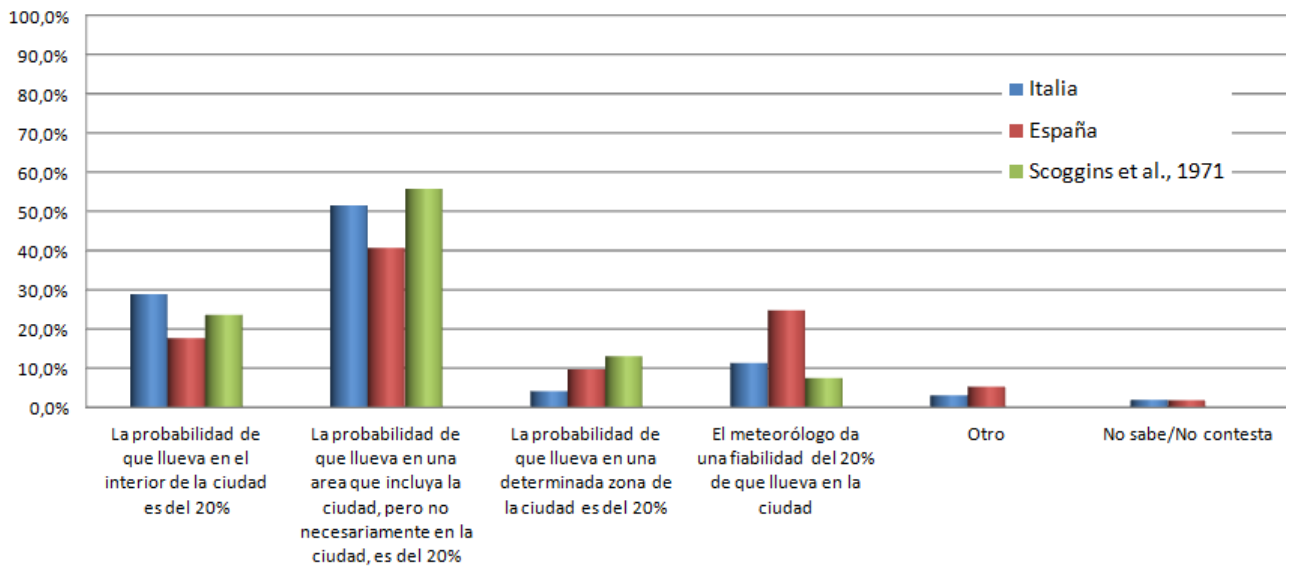


Fig. 23: Interpretaci3n de una predicci3n probabilística de lluvia

Si el boletín meteorológico prevé lluvia con probabilidad del 20%, significa que:

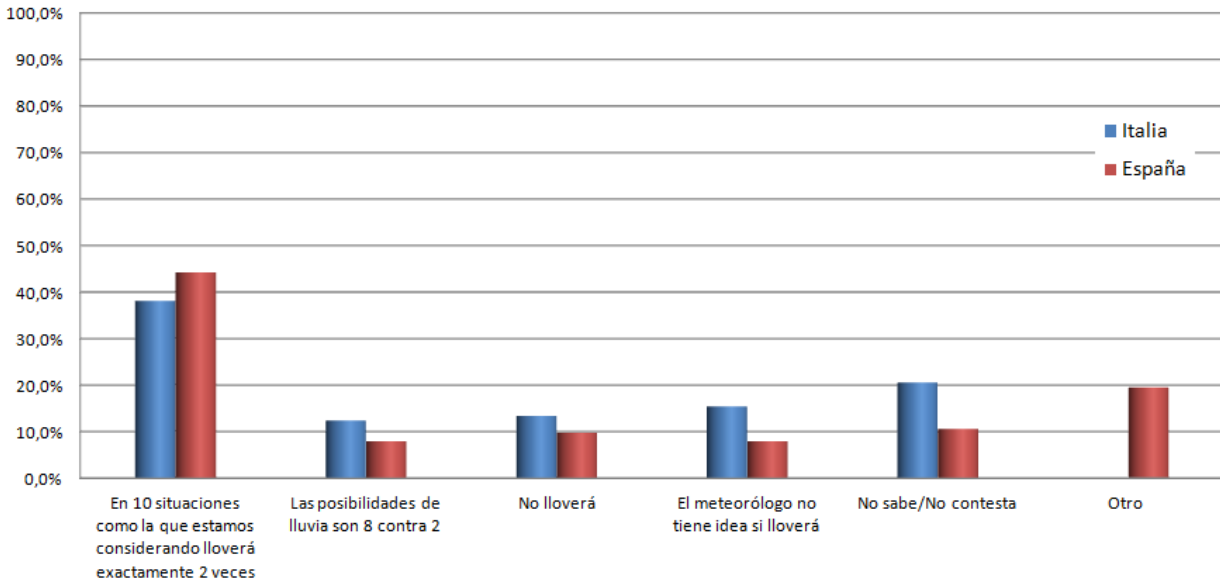


Fig. 24: Interpretación de una predicción probabilística de lluvia

El boletín meteorológico emitido por los medios de información comunica que son probables lluvias en la zona donde vives. ¿Cómo evalúas la probabilidad de lluvia?

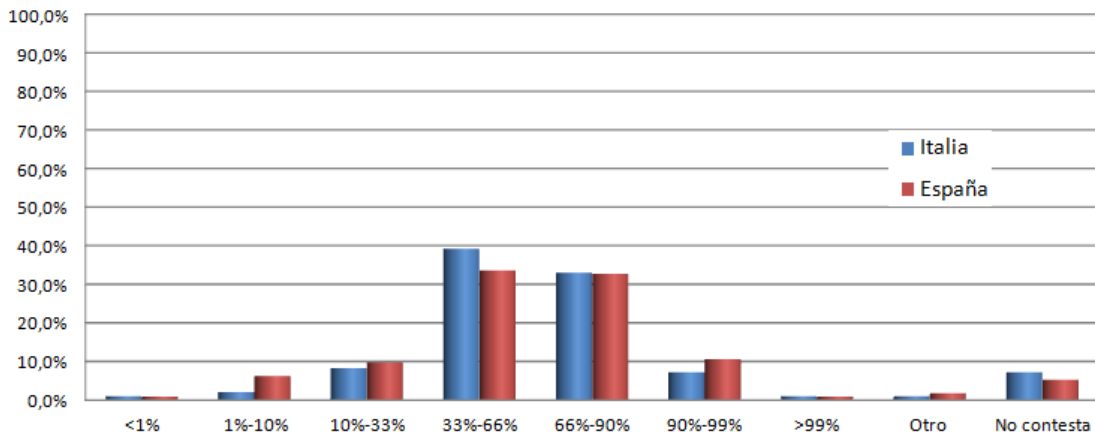


Fig. 25: Interpretación de una expresión verbal que expresa una predicción probabilística de lluvia

Conclusiones

No es sencillo sacar conclusiones ya que la situación del proceso comunicativo de las predicciones meteorológicas está en continua evolución y cuando se termina un trabajo puede ser que se revelen ideas, pensamientos, prácticas que se enfrentan y contestan de manera absolutamente nueva a los problemas de los que hemos hablado, o al contrario en un periodo de crisis económica como el que estamos cruzando, se corten de manera dramática subvenciones para la investigación sobre todo en los sectores más nuevos y que no producen una renta inmediata³⁸. Sin embargo los problemas causados por eventos meteo cuya gravedad no haya sido prevista confirman que la meteorología está tan relacionada con las actividades

humanas que no tenerla en cuenta puede costar extremadamente caro³⁹.

De nuestra investigación se pueden destacar unas cuestiones que pueden parecer de facil solución. Sin embargo también los problemas al parecer sencillos pueden ser relacionados con cuestiones mucho más complejas. Para enfrentarse globalmente al problema es necesario por lo tanto un enfoque sistémico al que tendrían que contribuir ante todo los meteorólogos, aunque merezca la pena recordar que estos tema conciernen a toda la humanidad ya que cualquier persona en el curso de su existencia debe tener en cuenta el “tiempo que hará”.

Nos parece que la investigación ponga en evidencia principalmente dos problemas: el primero concierne a

la falta de condisión de la terminología empleada en los boletines no sólo entre meteorólogos y usuarios sino también en la mismísima comunidad de meteorólogos; el segundo concierne a las dificultades de los usuarios con el intrínseco probabilismo de las predicciones.

Para solucionar el primer problema sería suficiente elaborar un estandard comunicativo por lo menos a nivel europeo, sobrepasando la oposición de los medios de comunicación finalizada a la defensa de su especificidad en la oferta de las informaciones meteorológicas. Se podrían eliminar algunas ambigüedades explicitando el significado de términos técnicos particulares o coloquiales que sean ya bien definidos o relacionados con escalas conocidas. Es evidente que para alcanzar este objetivo los meteorólogos⁴⁰ deben estar flanqueados por psicólogos, sociólogos, y lingüistas al fin de conseguir la máxima eficacia comunicativa en relación a la severidad de los eventos previstos, intentando eliminar, o por lo menos reducir, las “implicaturas conversacionales” de Grice⁴¹. En otras palabras hay que reducir la distancia entre lo “dicho” y lo “no dicho”, distancia que va creciendo en particular cuando se prevén eventos severos ya que las solicitudes hacia meteorólogos y usuarios son tales que podrían condicionar, e incluso alterar, elaboración y comprensión de las predicciones. Podría necesitar una contribución de antropólogos que, colaborando con los lingüistas, tengan en cuenta la interpretación semántica y semiótica de las predicciones en el ámbito de las diferentes culturas locales, interpretación que, a menudo, influye de manera decisiva, no sólo en la comprensión de las predicciones sino también en su redacción.

Una cuestión más compleja es la que concierne las información en forma no categórica. Los resultados de la investigación demuestran que la mayoría de los entrevistados, tanto entre los usuarios como entre los meteorólogos, no dan una interpretación unívoca de las informaciones probabilísticas. Sin embargo, aunque la muestra de meteorólogos que hemos entrevistado fuera representativa de los meteorólogos italianos, sería deseable la realización de una investigación más articulada extendida a nivel europeo incluso para averiguar la solidez del estatuto epistemológico de la meteorología. La solidez es imprescindible para que una eventual enseñanza de la meteorología pueda ser eficaz.

Prigogine y Stengers⁴² en “La nueva Alianza” invitan a pensar en un marco en que la dos culturas (humanística y científica) estén estrechamente interconectadas y por lo tanto se puedan establecer nuevos canales de comunicación y nuevas ideas, conceptos y prácticas.

Con este fin el meteorólogo estadounidense Jeff Lazo⁴³ concluye que la meteorología no puede limitarse a utilizar las ciencias sociales como herramienta en el interior de un sistema de pensamiento a estas ajeno sino que debe considerarlas con plena dignidad asumiendo, cuando es necesario, sus enfoques epistemológicos y métodos. En otras palabras sería deseable actuar en un marco en que meteorología y ciencias sociales se intersecan. La meteorología ofrece la oportunidad de construir un enlace, en el sentido de Prigogine, entre las dos culturas y sus enfoques sobrepasando la separación nacida con el newtonianesimo fortalecida antes por el determinismo⁴⁴ y luego por el positivismo contra la que nada pudieron las ideas aportadas por Boltzmann y por la mecánica cuántica.

Muchas cuestiones quedan abiertas y unas cuantas se quedarán abiertas sin un programa de investigaciones de aliento internacional. Sin embargo, aunque el interés para estos temas fuera extendiéndose de Estados Unidos a los países del Norte de Europa la crisis económica y el consiguiente corte de subvenciones puede bloquear la proyección de dichos programas.

Un fortalecimiento del sistema escolar para lo que concierne inicialmente estadística y probabilidad y sucesivamente la meteorología, en un marco inter y transdisciplinar, puede ser útil no sólo para eliminar las eventuales criticidades en el estatuto epistemológico de la meteorología sino también para todas las ciencias de la complejidad. La actividad de formación debe concerner a toda la población ya que el repetirse de eventos severos, a veces con características extraordinarias para los sitios en los que ocurren, destaca la falta de preparación de los usuarios, y algunas veces incluso de los meteorólogos, para afrontarlos.

Internet y los social network ofrecen extraordinarias oportunidades para acercar la meteorología a los usuarios, permitiendo una comunicación en tiempo real entre profesionales y usuarios. De esta manera las modalidades de comunicación podrían ser moduladas en base a las exigencias de los usuarios y a la complejidad de la información. Además necesitaría proyectar sistemas de integración entre meteorología y ciencias sociales en el ámbito del desarrollo de las nuevas tecnologías, que serían muy útiles en el contexto de un nuevo y más eficaz uso de las redes globales.

Las ideas de Edward Lorenz ha llegado con antelación ya que su trabajo y la revisión de ideas y prácticas que causó han pasado casi desapercibidos incluso entre los investigadores más cercanos al mismo Lorenz, excepto para su utilidad estrechamente técnica. Existe la

tendencia a reducir la meteorología a la física clásica aunque la mayoría de métodos, ideas y conceptos de la meteorología no le pertenezcan y la meteorología nos proponga el panorama de una naturaleza en evolución continua que no puede ser enredada y gobernada por leyes determinísticas, una naturaleza en que incluso el aleteo de las alas de una mariposa puede ser importante⁴⁵. Lorenz murió hace cuatro años y aunque la metáfora de la mariposa haya entrado en el sentido común todavía no ha sido completamente entendido su significado. Un significado que el demonio⁴⁶ de Laplace que puede prever el futuro con certidumbre satisfaciendo nuestra necesidad de controlar el futuro, oscurece. Pero la mariposa podrá derrotar el demonio si los meteorólogos, y por consiguiente los usuarios, repensaran no sólo las predicciones y la modalidades de comunicación de las mismas sino también todo el enfoque del conocimiento científico.

¹ A menudo las víctimas forman parte de los grupos más débiles. Ver por ejemplo: **Fernandez et al., 2002:** *Prehospital and disaster medicine*, 17, 2, pp.67-74.

² La prensa italiana ha destacado, por ejemplo, las dudas expresadas por el alcalde de Roma sobre la capacidad de los meteorólogos italianos de predecir las nevadas intensas del 2 de febrero.

³ Ver **Gillers et al.**, en *Indianapolis Star*, 2011 Aug 17.

⁴ Sobre todo en ocasión de alertas por fenómenos severos o extremos. Ver **Schultz et al., 2010:** *Weather, Climate and Society*, 2, pp. 249-254.

Además fenómenos de este tipo pueden ser causa de traumas psicológicos con importantes secuelas que se repercuten en el comportamiento cuando se vive una experiencia semejante a la que produjo el trauma.

Ver **Westefeld et al., 2006:** *Bulletin of American Meteorological Society*, 87, 6, pp. 747-749.

⁵ Ver **Wolton, 2011:** *De la vulgarization à la communication*. In Science et medias, CNRS editions, Paris, pp. 39-50.

⁶ Ver **Silver, 2011**, en

<http://fivethirtyeight.blogs.nytimes.com/2011/08/29/how-irene-lived-up-to-the-hype/> y el artículo de la reconocida escuela estadounidense de periodismo Poynter Institute: Moos J., 2011: En <http://www.poynter.org/latest-news/top-stories/144310/the-6-criteria-for-hype-why-hurricane-irene-coverage-does-not-meet-them/>

⁷ Ver **Visconti et al., 2008:** *Bulletin of American Meteorological Society*, 89, 9, pp. 1279-1284.

⁸ En Italia un servicio meteo privado desde el pasado julio tiene la costumbre de atribuir un nombre de pila mitológico a cada perturbación que llega a Italia o cada vez que el anticiclón de las Azores produce altas temperaturas en Italia. Lo que extraña es el silencio con el que el servicio meteo nacional ha acogido este hábito, utilizado por los medios de comunicación para

aumentar la audiencia, dañino desde el punto de vista comunicativo y para la imagen de la meteorología.

⁹ La *Protezione Civile* es la sede responsable de la divulgación de alertas meteorológicas. Aún así, algunos servicios meteorológicos, como por ejemplo el servicio de la Región de Emilia Romagna, emiten comunicados sobre eventos críticos en curso.

¹⁰ Es claro que es una investigación exploratoria.

¹¹ Han sido entrevistados 94 meteorólogos italianos de 19 servicios regionales y de 5 servicios privados.

¹² Los usuarios "expertos" son los que utilizan diariamente las previsiones en el desempeño de sus actividades. Por ejemplo profesionales de los servicios agrometeorológicos, protección civil, etc.. Han sido entrevistados 85 usuarios de 12 servicios públicos entre ellos Protección Civil de Cerdeña, Emilia Romagna y Liguria, el Departamento de defensa del suelo y recursos hídricos, el Departamento avalanchas y las compañías de las aguas de Val d'Aosta.

¹³ El cuestionario ha sido difundido a través de la página web www.encuestafacil.com.

¹⁴ La recodificación fue necesaria sobre todo para efectuar el análisis bivariada y fue ejecutada agrupando bajo la voz "otro" las celdas en las que la frecuencia era menos de 5. En la presentación de los datos, por supuesto, la agrupación no se ha efectuado.

¹⁵ En Italia no existen canales de televisión dedicados a la meteorología. El único canal de este tipo Sky Meteo 24 (<http://meteo.sky.it/meteo/previsioni/>) no tiene una verdadera especialización limitándose a transmitir las predicciones tres veces por día.

¹⁶ Es claro que los límites de estos grupos no son definidos de manera clara y, de todas formas, son arbitrarios.

El lingüista italiano Tullio De Mauro definió el vocabulario básico de la lengua italiana, o sea la parte del léxico compartido entre todos los hablantes italiano. Dicho vocabulario es dividido en tres niveles. El primer nivel (vocabulario fundamental), el más bajo, contiene alrededor de 2000 lexemas. El segundo nivel (vocabulario de alto uso), contiene 2500 lexemas. Los dos primeros niveles constituye el léxico que conoce un hablante italiano escolarizado. El tercer nivel (vocabulario de alta disponibilidad), el más alto, contiene 2300 lexemas utilizados en la lengua hablada pero no en la escrita.

Creo que una clasificación parecida pueda efectuarse con los lexemas castellanos.

¹⁷ Los términos incluidos en este grupo tampoco forman parte del vocabulario básico (vease la nota 16). Creo que un vocabulario parecido pueda construirse con los lexemas castellanos.

¹⁸ Forman parte del segundo grupo términos que sí se encuentran en el vocabulario fundamental (o en el vocabulario de alto uso) pero son utilizados con un significado específico, y asociados a adjetivos específicos, en el ámbito de la meteorología (vease la nota 16).

¹⁹ En el tercer grupo son incluidos términos que forman parte del vocabulario fundamental (o del vocabulario de alto uso), vease la nota 16.

²⁰ Por ejemplo el significado de la expresión “*lluvias intensas*”

²¹ Por ejemplo los posibles efectos de una precipitación de “50 litros por m²”.

²² Aunque los efectos dependan de la duración del evento y del contexto hidrogeológico en lo que se desarrolla

²³ **Benito et al., 2003:** *Adaptación de las previsiones meteorológicas de la televisión a los conocimientos del público*. VI International Conference on school and popular meteorological and oceanographic education, 7-11 julio 2003, Madrid.

²⁴ **Morris et al., 2008:** *Communicating uncertainty in weather forecasts: a survey of the U.S. public*. Bulletin of American Meteorological Society, 89, 12, pp. 974-991.

²⁵ “Other factors [...] likely also play a role. Exploring relationships between such potential explanatory factors and people’s perceptions of forecasts is a topic for future research. Another possible research area is exploring people’s conceptions of weather forecast accuracy, variability, and uncertainty in greater detail and how these relate to people’s perceptions and interpretations of forecasts” e “[...] given this single-valued forecast, the vast majority of people inferred a range of possible values, that is, inferred uncertainty. Note that people’s multivalued perceptions of a single-valued forecast could arise for a variety of (perhaps interrelated) reasons, including an expectation of forecast inaccuracy, experience with spatial variations in temperature over a forecast region, perceptions of forecaster uncertainty, or an understanding that the future state of the atmosphere is uncertain” (**Morris et al., 2008**), pag.978.

²⁶ Ver entre otros: **Scoggins et al., 1971:** *How some nonmeteorological professionals view meteorology and weather forecasting*. Bulletin of American Meteorological Society, 52, 10, pp. 974-979; **Murphy et al., 1980:** *Misinterpretations of precipitation probability forecasts*. Bulletin of American Meteorological Society, 61, 7, pp. 695-701; **Fischhoff, 1994:** *What forecasts (seem to) mean*. International Journal of Forecasting, 10, pp. 387-403; **Pielke Jr., 2001:** *The Role of Models in Prediction for Decision*. Cary Conference IX, 1-3 Maggio, Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, NY USA; **Pielke, Jr., 2003:** *The role of models in prediction for decision*. in C. D. Canham, J. J. Cole, and W. K. Lauenroth, editors. *Models in ecosystem science*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, pp. 111-135; **Gigerenzer et al., 2005:** *A 30% chance of rain tomorrow: how does the public understand probabilistic weather forecast?*. Risk Analysis, 25, 3, pp. 623-629; **Roulston et al., 2006:** *A laboratory study of the benefits of including uncertainty information in weather forecasts*. Weather and Forecasting, 21, 2, pp. 116-122; **Morss et al., 2008**.

²⁷ Ver nota precedente

²⁸ “Thus, a 30% chance of rain [...] means that when the weather conditions are like today, at least a minimum amount of rain [...] will fall the next day in 3 out of 10 cases. We refer to this as the “days” definition of rain probability “ (**Gigerenzer et al., 2005**) pag. 624.

²⁹ En las muestras entrevistadas por Gigerenzer no fueron incluidos usuarios españoles.

³⁰ “the **Probability of Precipitation (PoP)** is defined as the likelihood of occurrence [...] during a specified period of time at any given point in the forecast area” En **NWS, 1998:** *General Forecast Terminology and Tables*. In <http://www.crh.noaa.gov/arx/?n=fcst1#pcpn>.

³¹ **Murphy et al., 1980**.

³² **WMO, 2008:** *Guidelines on communicating forecast uncertainty*. PWS-18, WMO/TD No. 1422.

³³ **Patt et al., 2003:** *Using specific language to describe risk and probability*. Climatic change, 61, pp. 17-30.

³⁴ Una zona de Cerdeña para los usuarios italianos y Madrid para los usuarios españoles.

³⁵ *What would happen if forecasters were to use a single phrase, such as **unlikely**, to describe both the hurricane and snowfall? Attempting to correct for the assumed exaggeration, the viewers would understand the single word **unlikely** as implying a smaller chance for the hurricane than for the snow flurries*, (**Patt et al., 2003**), pag. 26.

³⁶ “people’s interpretation of probability descriptors depends on the background frequency of an event. Hence, people interpret a ‘slight chance’ of rain in London as meaning a higher numeric probability than a ‘slight chance’ of rain in Madrid”, (**Patt et al., 2003**), pag. 19. Ya que llueve más en Londres que en Madrid es claro que un usuario inglés tenga una diferente sensibilidad en respecto a un usuario español. El mismo problema podría existir para las evaluaciones de probabilidad que efectúan los meteorólogos.

³⁷ “In response to the fixed probability scale, people will have a tendency to overestimate the likelihood of low-magnitude events, and under-estimate the likelihood of high-magnitude events. Importantly, the two errors do not balance each other out, but introduce a bias in people’s aggregate responses to the two events”, (**Patt et al., 2003**), pag. 27.

³⁸ La falta de subvenciones es causa, por ejemplo, del cierre del proyecto “*Weather and society watch*”, en cuya página web (<http://www.sip.ucar.edu/news/>) se podía leer: “*Due to the tough budget times and NOAA’s choices about the allocation of their funds, we regret to say that external funding of the Collaborative Program on the Societal and Economic Benefits of Weather Information (aka the Societal Impacts Program) has been discontinued.*

*We have thus discontinued or suspended non-research related activities including WAS*IS, the Societal Impacts Discussion Board, the Weather and Society Watch, the Extreme Weather Sourcebook, and other*

information resources. As such we will be “taking down” these webpages as we will not be able to maintain them”.

Afortunadamente el grupo de Boulder que investiga sobre estos problemas ha expresado su voluntad de seguir en la investigación a pesar de las dificultades. De hecho el 28 de junio del 2012 en la página web <http://www.sip.ucar.edu/wasis/news.php>, Jeff Lazo: escribió: “*Given significant budget challenges in FY12 the Collaborative Program on the Societal and Economic Benefits of Weather Information (aka the Societal Impacts Program) has been undergoing significant reorganization.*

*We have recently been able to reinstate some of our Community Resources including the WAS*IS webpages, the Economics Primer and the discussion board.*

The Societal Impacts Program Discussion Board has been reinvented as the “Weather-Society Community Discussion Board” as a community service supported [...] here at NCAR. See <http://www.rap.ucar.edu/forums/phpBB2>.

Over time we hope to continue or reinstate efforts and resources in support of the integration of social sciences throughout the weather community”

³⁹ Se lean, por ejemplo, los debates en las versiones online del francés *Le Monde* del 10/12/2010 (http://www.lemonde.fr/politique/article/2010/12/10/la-polemique-continue-apres-la-tempete-de-neige-sur-l-ile-de-france_1451668_823448.html), del estadounidense *New York Times* del 30/12/2010 (<http://www.nytimes.com/2010/12/30/nyregion/30response.html?hp>) y del italiano *La Repubblica* del 3/02/12 http://roma.repubblica.it/cronaca/2012/02/03/news/mal-tempo_primi_fiocchi_in_periferia_nevica_sulla_roma_cassino-29243850/.

⁴⁰ Esta solución, sin embargo, no gusta tampoco a muchos meteorólogos. Vease **Fine, 2007: *Authors of the Storm: Meteorologists and the Culture of Prediction***. University of Chicago Press, Chicago, pp. 626

⁴¹ Paul Grice (1913-1988) fue un filósofo del lenguaje, “*Logic and conversation*” ha sido una de sus obras más importantes.

⁴² **Prigogine et al., 1999: *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza***. 3. Ed., Einaudi, Torino, pp.297.

⁴³ “*we need to use appropriate theories and methods from all of the social sciences and not necessarily ‘accepted’ versions of social sciences from the physical sciences perspective*”, **Lazo, 2010: *The costs and losses of integrating social sciences and meteorology***. *Weather, Climate and Society*, 2, 3, pp. 71-73.

⁴⁴ Vease por ejemplo **Raimondi, 2010: *Il contributo di Lamarck alla fondazione della meteorologia moderna***. *Nuncius*, 25, II, pp.299-316

⁴⁵ “*a chaotic system is one in which small differences in the present state will lead in due time to the largest differences that can occur*”, **Lorenz, 1993: *The essence***

of chaos. University of Washington Press, Seattle, pp. 162-163.

⁴⁶ **Smith, 2008: *Caos***. Codice Edizioni, Torino, pp. 193.