



Facultad de Educación
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

¿Entienden los alumnos al hombre del tiempo?

Especialidad Biología y Geología

Trabajo Fin de Máster. Modalidad B

Autor: Beatriz Ranera Beltrán

Director: M^a José Gil Quílez

Curso 2014/2015

ÍNDICE

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y MARCO TEÓRICO	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
MARCO TEÓRICO	3
CIENCIA INTERDISCIPLINAR	5
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	6
DISEÑO METODOLÓGICO	14
ACTIVIDADES	14
MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA	15
MATERIALES, RECURSOS Y TEMPORALIZACIÓN	15
MATERIAL DE ANÁLISIS	16
OBJETIVOS Y COMPETENCIAS	16
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	18
ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS	21
ACTIVIDAD 1	21
ACTIVIDAD 2	24
OTROS ASPECTOS VALORADOS DE LAS ACTIVIDADES	28
CONCLUSIONES, CONSECUENCIAS E IMPLICACIONES	30
REFERENCIAS DOCUMENTALES	33
ANEXO I	36
FICHA QUE SE LES ENTREGÓ A LOS ALUMNOS	36
ANEXO II	37
CASOS PRÁCTICOS PARA RESOLVER DE FORMA INDIVIDUAL	37
ANEXO III	38
MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA	38

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y MARCO TEÓRICO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La meteorología es la ciencia que se ocupa del estudio de los fenómenos que ocurren a corto plazo en las primeras capas de la atmósfera, donde se desarrolla la vida de los seres humanos, plantas y animales. Los fenómenos atmosféricos están presentes en el día a día de todas las personas, condicionando sus actividades socioeconómicas y lúdicas. Por lo tanto, la meteorología es una ciencia en permanente contacto con los alumnos en edades obligatorias de escolarización (Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria).

Consultar el tiempo se han convertido en un aspecto habitual en las vidas de todas las personas. Aunque se requiere especialización en grados o ingenierías para la identificación y comprensión de los fenómenos atmosféricos para la realización de los pronósticos, la cotidianeidad de los mismos justifica la presencia de la meteorología en los distintos currículos de EP y ESO.

Los pronósticos sobre el tiempo se realizan a través de la recogida de datos de distintas variables, como, temperatura, humedad, precipitación y presión atmosférica. De todas ellas, la presión atmosférica es clave para la realización de la previsión, ya que numerosos fenómenos derivarán de ella.

El objetivo que se perseguiría con la inclusión del estudio de la meteorología y elementos relacionados con la misma, como la presión atmosférica, en las distintas etapas, y en concreto en la de secundaria, sería la que los alumnos fueran capaces de comprender cómo y por qué ocurren los fenómenos atmosféricos. En definitivas cuentas, la realización de una alfabetización científica para que los alumnos puedan entender la previsión del tiempo que, por ejemplo, realizan de forma generalizada todos los informativos en los medios de comunicación y puedan actuar de forma consecuente.

A la hora de mostrar los pronósticos meteorológicos, éstos se realizan en base a la representación de la interpretación de los datos recogidos sobre las variables atmosféricas sobre mapas. La presencia de mapas en los libros de secundaria es

habitual, tanto en Ciencias Naturales como en Ciencias Sociales. A pesar de ello, algunos alumnos pueden presentar problemas a la hora entenderlos e interpretarlos debido a una falta de atención a la hora de trabajar las destrezas cartográficas.

Con todo esto, la cuestión que se plantea responder en la presente memoria de trabajo de fin de máster es si se cumple el objetivo de alfabetización científica en el ámbito de la meteorología en alumnos de 2º ESO, en concreto, de la comprensión del concepto presión atmosférica y los fenómenos que derivan de ella interpretando mapas de isóbaras.

MARCO TEÓRICO

La ciencia está presente en todos los ámbitos de nuestra vida aunque no seamos consciente de ello. Un ejemplo muy claro es al que se refiere este trabajo, la meteorología. El tiempo condiciona nuestras actividades diarias:, que ropa ponernos, como desplazarnos, que actividades realizar... pero ¿qué sabemos de él? ¿qué necesitamos saber? ¿por qué necesitamos saber?

Estas cuestiones, no sólo se ciñen a la meteorología, sino que deben plantearse antes de iniciar a impartir cualquier materia relacionada con ciencias. Lo primero que se debería tener presente es que las ciencias que formen parte de la educación obligatoria tienen que ser útiles para la vida cotidiana (Martín-Díaz, 2002).

En este aspecto, volviendo a la meteorología, los fenómenos atmosféricos son un área de saber que debido a la labor divulgadora de los medios de comunicación se ha incorporado al día a día de los alumnos, por lo que se merece una especial atención a la hora de incorporarlos en la enseñanza (Borrut, 1992).

Es importante destacar que los espacios del tiempo en los medios de comunicación son una herramienta muy importante para la divulgación de los contenidos de ciencias. El tiempo destinado a la previsión meteorológica en las parrillas de televisión ha aumentado en los últimos años (de Pro Bueno, 2006). Este hecho debería potenciarse para formar puentes de entendimiento entre la sociedad y la ciencia,

ya que parece existir cierto distanciamiento, reflejado en la disminución de la vocación de carreras científicas. Las causas de este fenómeno parecen estar relacionadas con la falta de atracción a la hora de enseñar las ciencias, la económica y el poco reconocimiento para aquellos que realizan algún tipo de labor científica (de Pro Bueno, 2005). Los últimos dos motivos podrían estar indirectamente relacionadas con la primero, lo que hace plantear si las ciencias se imparten desde un enfoque correcto.

La presencia permanente de servicios de predicción del tiempo en el entorno de los jóvenes, a través de los medios de comunicación o por aplicaciones en móviles y tablets, requiere de una alfabetización científica para la comprensión de los fenómenos atmosféricos y, su actuación en consecuencia. Existen diferentes vertientes de la alfabetización científica, según Marco (2000):

- Científica práctica para la vida diaria.
- Científica cívica para participar con conocimiento de causa en decisiones sociales y políticas.
- Científica y cultural para conocer lo que son la ciencia y la tecnología y su papel en la sociedad.

El estudio e interpretación de los fenómenos meteorológicos quedarían enmarcados en la primera vertiente.

Los fenómenos físicos y químicos que tienen lugar en la atmósfera están constantemente en contacto directo con los alumnos. Las variables meteorológicas temperatura, nubosidad, humedad, viento, precipitaciones y presión atmosférica se que pueden sentir y pueden ser objeto de medida. Es esto último, que sean magnitudes que puedan registrarse, supone un elemento que refuerza la idea de la incorporación de la meteorología al currículo. La observación tiene un lugar destacado en la adquisición de conocimiento científico, ya que a partir de ella se obtiene información relevante (Harlem, 1998), por lo que el desarrollo de esta capacidad ha de ser educado. La observación, registro y valoración del tiempo a través la meteorología permite diferentes grados de profundización, pudiéndose trabajar con actividades sencillas desde primaria (Santano, 2013). Los docentes, además, pueden aprovechar que el registro de variables y comprobación de pronósticos sobre los fenómenos atmosféricos son elementos motivantes para el alumno (Ross, 1991) para fomentar su aprendizaje ya que

pueden ser observados y comprobados por los alumnos sin necesidad de tener conocimientos complejos.

Otra posibilidad que ofrece el trabajo de la meteorología es la de la utilización de mapas para el desarrollo de actividades. La presencia de los mapas en los libros de texto se limita a su utilización como ejemplo en lugar de elemento activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Hernández, 2009). Una de las consecuencias derivadas de este hecho podría ser la falta de dedicación al desarrollo de las destrezas cartográficas de los estudiantes para la lectura, interpretación y construcción de mapas, las cuales contribuirían a una utilización de estos elementos para construir un aprendizaje más profundo basado en aplicación de conocimientos para la resolución de situaciones problema (Orellana y Hernández, 2010).

CIENCIA INTERDISCIPLINAR

La meteorología es una materia interdisciplinar, propuesta que se recogía en los planes de estudio al iniciarse la LOGSE (Caamaño, 1988) para trabajar distintas áreas de forma integrada. Por interdisciplinariedad se entiende “un atributo del método que permite dirigir el proceso de resolución de problemas complejos de la realidad a partir de formas de pensar y actitudes peculiares asociadas a la necesidad de comunicarse y evaluar aportaciones, integrar datos, plantear interrogantes, determinar lo necesario de lo superfluo, buscar marcos integradores, interactuar con hechos, validar supuestos y extraer conclusiones” (Álvarez Pérez, 2010). Es decir, al trabajar varias áreas de conocimiento los alumnos adquieren una cultura integral, una visión científica del mundo que los rodea y aprenden a relacionar aprendizajes y a aplicar conocimientos de unas asignaturas con otras. De esta manera, si los estudiantes utilizan en una asignatura lo que han estudiado en otra, ven la aplicabilidad de lo aprendido, lo cual es fundamental a la hora de realizar un aprendizaje (Izquierdo, 1998).

La interdisciplinariedad de la meteorología permite trabajar diferentes aspectos que aparecen en distintas asignaturas del currículo. Registrar y analizar datos asociados a los fenómenos atmosféricos guardaría relación con conocimientos matemáticos, al utilizar mapas se trabaja la geografía, del estudio de la interacción del ser humano con

la atmósfera se sensibiliza al alumno en temas como la contaminación y el cambio climático (Losada, 2014). Todas estas áreas de saber quedarían reflejadas también en las competencias básicas que la Ley Orgánica de Educación (LOE) incorporó en la definición legal de currículo (Fernandez, 2011): las competencias matemática, de conocimiento e interacción con el mundo físico, social y ciudadana se trabajarían con los temas de estudio anteriormente nombrados.

Sin embargo, el hecho de que los fenómenos atmosféricos se trabajen desde diferentes asignaturas conlleva también matices negativos. En los currículos de Educación Secundaria Obligatoria los contenidos sobre meteorología se encuentran repartidos entre varias asignaturas de una manera fraccionada e incluso incompleta, como se describirá más adelante en este trabajo. A pesar de esto, puede llegarse a observar una simultaneidad de contenidos que lleva a la repetición de conceptos desde distintas asignaturas, pero no a su profundización para su comprensión. Lo cual lleva a pensar en una posible reorganización de contenidos sobre la meteorología en educación secundaria propuestos por la Ley Orgánica de Educación, de 3 de mayo de 2006, para poder aprovechar en mayor medida los recursos didácticos que ofrece.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Debido a la amplitud de los fenómenos físicos y químicos que ocurren en la atmósfera, y que no sólo guardan relación con la meteorología en sí, sino también por ejemplo con el clima, el presente trabajo de fin de máster se va a enfocar únicamente en una de las variables atmosféricas relevantes que es clave para la comprensión de la meteorología, la realización de pronósticos y, que, además es un término que es familiar a los estudiantes por su presencia en los medios de comunicación: la presión atmosférica.

La presión atmosférica es la fuerza que ejerce el aire en un determinado lugar. Este término en apariencia sencillo y habitual en nuestro vocabulario, puede no resultar tan fáciles para alumnos de 12 años que se incorporan a la Educación Secundaria Obligatoria. Éste concepto aparece de formar recurrente en los distintos cursos de ESO

(Yagüe, 2003), como se recoge en la siguiente tabla que muestra en que asignaturas aparece este término en el currículo aragonés de la Orden del 4 de mayo de 2007.

Curso	Asignatura	Bloque	Contenidos
Primero	Ciencias Naturales	Materiales terrestres	La atmósfera. Fenómenos atmosféricos. Variables que condicionan el tiempo atmosférico.
	Ciencias Sociales	La Tierra y los medios naturales	
Segundo	Ciencias Naturales	Materia y energía	La energía de los sistemas materiales.
Tercero	Biología y Geología	Transformaciones geológicas debidas a la energía externa.	La energía solar en la Tierra. La atmósfera y su dinámica. Interpretación de mapas sencillos.
Cuarto	Física y Química	Las fuerzas y movimientos	La presión atmosférica: realización de experiencias para ponerla de manifiesto.

El currículo aragonés contempla el tratamiento de la presión atmosférica de forma destacada en las asignaturas de Ciencias Naturales de 1º, Biología y Geología de 3º y Física y Química en 4º. Sin embargo, debido a las editoriales manejadas por el centro educativo donde realicé el presente trabajo de investigación (Colegio Cristo Rey, Zaragoza), el tratamiento de la presión atmosférica se realizó en distintos cursos a los que muestra la tabla. Las editoriales manejadas para cada curso fueron Vicens Vives en Ciencias Sociales, en 1º de ESO y Santillana en Ciencias Naturales en 2º ESO y Física y Química en 4º ESO. Por lo que el tópico de la presión atmosférica se estudia en 1º, 2º y 4º de ESO.

A continuación se muestran imágenes de los apartados de los libros mencionados, en los que aparece la presión atmosférica.

4 La presión atmosférica y el viento

4.1. LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El aire, como cualquier otro elemento, pesa. El peso o fuerza que ejerce el aire sobre la superficie terrestre se denomina **presión atmosférica**.

La presión atmosférica depende de la altitud (a mayor altura menor presión), de la temperatura del aire y de fuertes **corrientes de aire** que circulan alrededor de la Tierra a unos 15000 metros de altura, conocidas como **corrientes jet**.

- El **aire cálido** es un aire poco denso y que pesa poco. Por eso tiende a ascender y da lugar a un área de **bajas presiones (BP)**, que se denomina **depresión** o **borrasca**. El aire caliente, al subir, arrastra vapor de agua que, al remontarse, se enfría, se condensa y forma las nubes, por lo que las borrascas acostumbran a ocasionar precipitaciones.
- El **aire frío** es más denso y pesado que el cálido, por lo que tiende a descender. El aire frío origina áreas de **altas presiones (AP)**, que se denominan también **anticiclones**. El aire descendente es más seco, por lo que los anticiclones suelen ocasionar cielos despejados y tiempo seco.

Las **corrientes jet** provocan masas de aire descendente que originan las altas presiones que se registran en las zonas cercanas a los trópicos y que explican la existencia de extensos desiertos. También influyen, aunque en menor medida, en las altas presiones que se registran cerca de los círculos polares.

MOVIMIENTO DEL AIRE

Observa cómo la zona de alta presión (AP) empuja hacia la zona de baja presión (BP), lo que crea el viento.

SABÍAS QUE...

La presión atmosférica se mide con el **barómetro** y se expresa en hectopascas (hPa). La isobara 1 015 hPa es la presión a nivel del mar en la Tierra.

ANTICICLONES Y BORRASCAS

Los anticiclones y las borrascas se dibujan en los mapas mediante **isobaras**, que son líneas que unen puntos de la superficie terrestre con la misma presión.

Los anticiclones dibujan isobaras más o menos concéntricas, con valores máximos en su centro, mientras que en las borrascas las isobaras se disponen con valores mínimos en su centro.

El viento sopla con mayor intensidad allí donde las isobaras están más juntas.

• ¿Cómo se disponen los valores de las isobaras en este mapa?

Isobara: 1015 presiones en hectopascas; A: altas presiones (anticiclón); B: bajas presiones (borrasca); C: Isla Peñíscola; 1005; 1010; 1015; 1020; 1025; 1030; 1035; 1040; 1045; 1050; 1055; 1060; 1065; 1070; 1075; 1080; 1085; 1090; 1095; 1100; 1105; 1110; 1115; 1120; 1125; 1130; 1135; 1140; 1145; 1150; 1155; 1160; 1165; 1170; 1175; 1180; 1185; 1190; 1195; 1200; 1205; 1210; 1215; 1220; 1225; 1230; 1235; 1240; 1245; 1250; 1255; 1260; 1265; 1270; 1275; 1280; 1285; 1290; 1295; 1300; 1305; 1310; 1315; 1320; 1325; 1330; 1335; 1340; 1345; 1350; 1355; 1360; 1365; 1370; 1375; 1380; 1385; 1390; 1395; 1400; 1405; 1410; 1415; 1420; 1425; 1430; 1435; 1440; 1445; 1450; 1455; 1460; 1465; 1470; 1475; 1480; 1485; 1490; 1495; 1500; 1505; 1510; 1515; 1520; 1525; 1530; 1535; 1540; 1545; 1550; 1555; 1560; 1565; 1570; 1575; 1580; 1585; 1590; 1595; 1600; 1605; 1610; 1615; 1620; 1625; 1630; 1635; 1640; 1645; 1650; 1655; 1660; 1665; 1670; 1675; 1680; 1685; 1690; 1695; 1700; 1705; 1710; 1715; 1720; 1725; 1730; 1735; 1740; 1745; 1750; 1755; 1760; 1765; 1770; 1775; 1780; 1785; 1790; 1795; 1800; 1805; 1810; 1815; 1820; 1825; 1830; 1835; 1840; 1845; 1850; 1855; 1860; 1865; 1870; 1875; 1880; 1885; 1890; 1895; 1900; 1905; 1910; 1915; 1920; 1925; 1930; 1935; 1940; 1945; 1950; 1955; 1960; 1965; 1970; 1975; 1980; 1985; 1990; 1995; 2000; 2005; 2010; 2015; 2020; 2025; 2030; 2035; 2040; 2045; 2050; 2055; 2060; 2065; 2070; 2075; 2080; 2085; 2090; 2095; 2100; 2105; 2110; 2115; 2120; 2125; 2130; 2135; 2140; 2145; 2150; 2155; 2160; 2165; 2170; 2175; 2180; 2185; 2190; 2195; 2200; 2205; 2210; 2215; 2220; 2225; 2230; 2235; 2240; 2245; 2250; 2255; 2260; 2265; 2270; 2275; 2280; 2285; 2290; 2295; 2300; 2305; 2310; 2315; 2320; 2325; 2330; 2335; 2340; 2345; 2350; 2355; 2360; 2365; 2370; 2375; 2380; 2385; 2390; 2395; 2400; 2405; 2410; 2415; 2420; 2425; 2430; 2435; 2440; 2445; 2450; 2455; 2460; 2465; 2470; 2475; 2480; 2485; 2490; 2495; 2500; 2505; 2510; 2515; 2520; 2525; 2530; 2535; 2540; 2545; 2550; 2555; 2560; 2565; 2570; 2575; 2580; 2585; 2590; 2595; 2600; 2605; 2610; 2615; 2620; 2625; 2630; 2635; 2640; 2645; 2650; 2655; 2660; 2665; 2670; 2675; 2680; 2685; 2690; 2695; 2700; 2705; 2710; 2715; 2720; 2725; 2730; 2735; 2740; 2745; 2750; 2755; 2760; 2765; 2770; 2775; 2780; 2785; 2790; 2795; 2800; 2805; 2810; 2815; 2820; 2825; 2830; 2835; 2840; 2845; 2850; 2855; 2860; 2865; 2870; 2875; 2880; 2885; 2890; 2895; 2900; 2905; 2910; 2915; 2920; 2925; 2930; 2935; 2940; 2945; 2950; 2955; 2960; 2965; 2970; 2975; 2980; 2985; 2990; 2995; 3000; 3005; 3010; 3015; 3020; 3025; 3030; 3035; 3040; 3045; 3050; 3055; 3060; 3065; 3070; 3075; 3080; 3085; 3090; 3095; 3100; 3105; 3110; 3115; 3120; 3125; 3130; 3135; 3140; 3145; 3150; 3155; 3160; 3165; 3170; 3175; 3180; 3185; 3190; 3195; 3200; 3205; 3210; 3215; 3220; 3225; 3230; 3235; 3240; 3245; 3250; 3255; 3260; 3265; 3270; 3275; 3280; 3285; 3290; 3295; 3300; 3305; 3310; 3315; 3320; 3325; 3330; 3335; 3340; 3345; 3350; 3355; 3360; 3365; 3370; 3375; 3380; 3385; 3390; 3395; 3400; 3405; 3410; 3415; 3420; 3425; 3430; 3435; 3440; 3445; 3450; 3455; 3460; 3465; 3470; 3475; 3480; 3485; 3490; 3495; 3500; 3505; 3510; 3515; 3520; 3525; 3530; 3535; 3540; 3545; 3550; 3555; 3560; 3565; 3570; 3575; 3580; 3585; 3590; 3595; 3600; 3605; 3610; 3615; 3620; 3625; 3630; 3635; 3640; 3645; 3650; 3655; 3660; 3665; 3670; 3675; 3680; 3685; 3690; 3695; 3700; 3705; 3710; 3715; 3720; 3725; 3730; 3735; 3740; 3745; 3750; 3755; 3760; 3765; 3770; 3775; 3780; 3785; 3790; 3795; 3800; 3805; 3810; 3815; 3820; 3825; 3830; 3835; 3840; 3845; 3850; 3855; 3860; 3865; 3870; 3875; 3880; 3885; 3890; 3895; 3900; 3905; 3910; 3915; 3920; 3925; 3930; 3935; 3940; 3945; 3950; 3955; 3960; 3965; 3970; 3975; 3980; 3985; 3990; 3995; 4000; 4005; 4010; 4015; 4020; 4025; 4030; 4035; 4040; 4045; 4050; 4055; 4060; 4065; 4070; 4075; 4080; 4085; 4090; 4095; 4100; 4105; 4110; 4115; 4120; 4125; 4130; 4135; 4140; 4145; 4150; 4155; 4160; 4165; 4170; 4175; 4180; 4185; 4190; 4195; 4200; 4205; 4210; 4215; 4220; 4225; 4230; 4235; 4240; 4245; 4250; 4255; 4260; 4265; 4270; 4275; 4280; 4285; 4290; 4295; 4300; 4305; 4310; 4315; 4320; 4325; 4330; 4335; 4340; 4345; 4350; 4355; 4360; 4365; 4370; 4375; 4380; 4385; 4390; 4395; 4400; 4405; 4410; 4415; 4420; 4425; 4430; 4435; 4440; 4445; 4450; 4455; 4460; 4465; 4470; 4475; 4480; 4485; 4490; 4495; 4500; 4505; 4510; 4515; 4520; 4525; 4530; 4535; 4540; 4545; 4550; 4555; 4560; 4565; 4570; 4575; 4580; 4585; 4590; 4595; 4600; 4605; 4610; 4615; 4620; 4625; 4630; 4635; 4640; 4645; 4650; 4655; 4660; 4665; 4670; 4675; 4680; 4685; 4690; 4695; 4700; 4705; 4710; 4715; 4720; 4725; 4730; 4735; 4740; 4745; 4750; 4755; 4760; 4765; 4770; 4775; 4780; 4785; 4790; 4795; 4800; 4805; 4810; 4815; 4820; 4825; 4830; 4835; 4840; 4845; 4850; 4855; 4860; 4865; 4870; 4875; 4880; 4885; 4890; 4895; 4900; 4905; 4910; 4915; 4920; 4925; 4930; 4935; 4940; 4945; 4950; 4955; 4960; 4965; 4970; 4975; 4980; 4985; 4990; 4995; 5000; 5005; 5010; 5015; 5020; 5025; 5030; 5035; 5040; 5045; 5050; 5055; 5060; 5065; 5070; 5075; 5080; 5085; 5090; 5095; 5100; 5105; 5110; 5115; 5120; 5125; 5130; 5135; 5140; 5145; 5150; 5155; 5160; 5165; 5170; 5175; 5180; 5185; 5190; 5195; 5200; 5205; 5210; 5215; 5220; 5225; 5230; 5235; 5240; 5245; 5250; 5255; 5260; 5265; 5270; 5275; 5280; 5285; 5290; 5295; 5300; 5305; 5310; 5315; 5320; 5325; 5330; 5335; 5340; 5345; 5350; 5355; 5360; 5365; 5370; 5375; 5380; 5385; 5390; 5395; 5400; 5405; 5410; 5415; 5420; 5425; 5430; 5435; 5440; 5445; 5450; 5455; 5460; 5465; 5470; 5475; 5480; 5485; 5490; 5495; 5500; 5505; 5510; 5515; 5520; 5525; 5530; 5535; 5540; 5545; 5550; 5555; 5560; 5565; 5570; 5575; 5580; 5585; 5590; 5595; 5600; 5605; 5610; 5615; 5620; 5625; 5630; 5635; 5640; 5645; 5650; 5655; 5660; 5665; 5670; 5675; 5680; 5685; 5690; 5695; 5700; 5705; 5710; 5715; 5720; 5725; 5730; 5735; 5740; 5745; 5750; 5755; 5760; 5765; 5770; 5775; 5780; 5785; 5790; 5795; 5800; 5805; 5810; 5815; 5820; 5825; 5830; 5835; 5840; 5845; 5850; 5855; 5860; 5865; 5870; 5875; 5880; 5885; 5890; 5895; 5900; 5905; 5910; 5915; 5920; 5925; 5930; 5935; 5940; 5945; 5950; 5955; 5960; 5965; 5970; 5975; 5980; 5985; 5990; 5995; 6000; 6005; 6010; 6015; 6020; 6025; 6030; 6035; 6040; 6045; 6050; 6055; 6060; 6065; 6070; 6075; 6080; 6085; 6090; 6095; 6100; 6105; 6110; 6115; 6120; 6125; 6130; 6135; 6140; 6145; 6150; 6155; 6160; 6165; 6170; 6175; 6180; 6185; 6190; 6195; 6200; 6205; 6210; 6215; 6220; 6225; 6230; 6235; 6240; 6245; 6250; 6255; 6260; 6265; 6270; 6275; 6280; 6285; 6290; 6295; 6300; 6305; 6310; 6315; 6320; 6325; 6330; 6335; 6340; 6345; 6350; 6355; 6360; 6365; 6370; 6375; 6380; 6385; 6390; 6395; 6400; 6405; 6410; 6415; 6420; 6425; 6430; 6435; 6440; 6445; 6450; 6455; 6460; 6465; 6470; 6475; 6480; 6485; 6490; 6495; 6500; 6505; 6510; 6515; 6520; 6525; 6530; 6535; 6540; 6545; 6550; 6555; 6560; 6565; 6570; 6575; 6580; 6585; 6590; 6595; 6600; 6605; 6610; 6615; 6620; 6625; 6630; 6635; 6640; 6645; 6650; 6655; 6660; 6665; 6670; 6675; 6680; 6685; 6690; 6695; 6700; 6705; 6710; 6715; 6720; 6725; 6730; 6735; 6740; 6745; 6750; 6755; 6760; 6765; 6770; 6775; 6780; 6785; 6790; 6795; 6800; 6805; 6810; 6815; 6820; 6825; 6830; 6835; 6840; 6845; 6850; 6855; 6860; 6865; 6870; 6875; 6880; 6885; 6890; 6895; 6900; 6905; 6910; 6915; 6920; 6925; 6930; 6935; 6940; 6945; 6950; 6955; 6960; 6965; 6970; 6975; 6980; 6985; 6990; 6995; 7000; 7005; 7010; 7015; 7020; 7025; 7030; 7035; 7040; 7045; 7050; 7055; 7060; 7065; 7070; 7075; 7080; 7085; 7090; 7095; 7100; 7105; 7110; 7115; 7120; 7125; 7130; 7135; 7140; 7145; 7150; 7155; 7160; 7165; 7170; 7175; 7180; 7185; 7190; 7195; 7200; 7205; 7210; 7215; 7220; 7225; 7230; 7235; 7240; 7245; 7250; 7255; 7260; 7265; 7270; 7275; 7280; 7285; 7290; 7295; 7300; 7305; 7310; 7315; 7320; 7325; 7330; 7335; 7340; 7345; 7350; 7355; 7360; 7365; 7370; 7375; 7380; 7385; 7390; 7395; 7400; 7405; 7410; 7415; 7420; 7425; 7430; 7435; 7440; 7445; 7450; 7455; 7460; 7465; 7470; 7475; 7480; 7485; 7490; 7495; 7500; 7505; 7510; 7515; 7520; 7525; 7530; 7535; 7540; 7545; 7550; 7555; 7560; 7565; 7570; 7575; 7580; 7585; 7590; 7595; 7600; 7605; 7610; 7615; 7620; 7625; 7630; 7635; 7640; 7645; 7650; 7655; 7660; 7665; 7670; 7675; 7680; 7685; 7690; 7695; 7700; 7705; 7710; 7715; 7720; 7725; 7730; 7735; 7740; 7745; 7750; 7755; 7760; 7765; 7770; 7775; 7780; 7785; 7790; 7795; 7800; 7805; 7810; 7815; 7820; 7825; 7830; 7835; 7840; 7845; 7850; 7855; 7860; 7865; 7870; 7875; 7880; 7885; 7890; 7895; 7900; 7905; 7910; 7915; 7920; 7925; 7930; 7935; 7940; 7945; 7950; 7955; 7960; 7965; 7970; 7975; 7980; 7985; 7990; 7995; 8000; 8005; 8010; 8015; 8020; 8025; 8030; 8035; 8040; 8045; 8050; 8055; 8060; 8065; 8070; 8075; 8080; 8085; 8090; 8095; 8100; 8105; 8110; 8115; 8120; 8125; 8130; 8135; 8140; 8145; 8150; 8155; 8160; 8165; 8170; 8175; 8180; 8185; 8190; 8195; 8200; 8205; 8210; 8215; 8220; 8225; 8230; 8235; 8240; 8245; 8250; 8255; 8260; 8265; 8270; 8275; 8280; 8285; 8290; 8295; 8300; 8305; 8310; 8315; 8320; 8325; 8330; 8335; 8340; 8345; 8350; 8355; 8360; 8365; 8370; 8375; 8380; 8385; 8390; 8395; 8400; 8405; 8410; 8415; 8420; 8425; 8430; 8435; 8440; 8445; 8450; 8455; 8460; 8465; 8470; 8475; 8480; 8485; 8490; 8495; 8500; 8505; 8510; 8515; 8520; 8525; 8530; 8535; 8540; 8545; 8550; 8555; 8560; 8565; 8570; 8575; 8580; 8585; 8590; 8595; 8600; 8605; 8610; 8615; 8620; 8625; 8630; 8635; 8640; 8645; 8650; 8655; 8660; 8665; 8670; 8675; 8680; 8685; 8690; 8695; 8700; 8705; 8710; 8715; 8720; 8725; 8730; 8735; 8740; 8745; 8750; 8755; 8760; 8765; 8770; 8775; 8780; 8785; 8790; 8795; 8800; 8805; 8810; 8815; 8820; 8825; 8830; 8835; 8840; 8845; 8850; 8855; 8860; 8865; 8870; 8875; 8880; 8885; 8890; 8895; 8900; 8905; 8910; 8915; 8920; 8925; 8930; 8935; 8940; 8945; 8950; 8955; 8960; 8965; 8970; 8975; 8980; 8985; 8990; 8995; 9000; 9005; 9010; 9015; 9020; 9025; 9030; 9035; 9040; 9045; 9050; 9055; 9060; 9065; 9070; 9075; 9080; 9085; 9090; 9095; 9100; 9105; 9110; 9115; 9120; 9125; 9130; 9135; 9140; 9145; 9150; 9155; 9160; 9165; 9170; 9175; 9180; 9185; 9190; 9195; 9200; 9205; 9210; 9215; 9220; 9225; 9230; 9235; 9240; 9245; 9250; 9255; 9260; 9265; 9270; 9275; 9280; 9285; 9290; 9295; 9300; 9305; 9310; 9315; 9320; 9325; 9330; 9335; 9340; 9345; 9350; 9355; 9360; 9365; 9370; 9375; 9380; 9385; 9390; 9395; 9400; 9405; 9410; 9415; 9420; 9425; 9430; 9435; 9440; 9445; 9450; 9455; 9460; 9465; 9470; 9475; 9480; 9485; 9490; 9495; 9500; 9505; 9510; 9515; 9520; 9525; 9530; 9535; 9540; 9545; 9550; 9555; 9560; 9565; 9570; 9575; 9580; 9585; 9590; 9595; 9600; 9605; 9610; 9615; 9620; 9625; 9630; 9635; 9640; 9645; 9650; 9655; 9660; 9665; 9670; 9675; 9680; 9685; 9690; 9695; 9700; 9705; 9710; 9715; 9720; 9725; 9730; 9735; 9740; 9745; 9750; 9755; 9760; 9765; 9770; 9775; 9780; 9785; 9790; 9795; 9800; 9805; 9810; 9815; 9820; 9825; 9830; 9835; 9840; 9845; 9850; 9855; 9860; 9865; 9870; 9875; 9880; 9885; 9890; 9895; 9900; 9905; 9910; 9915; 9920; 9925; 9930; 9935; 9940; 9945; 9950; 9955; 9960; 9965; 9970; 9975; 9980; 9985; 9990; 9995; 10000; 10005; 10010; 10015; 10020; 10025; 10030; 10035; 10040; 10045; 10050; 10055; 10060; 10065; 10070; 10075; 10080; 10085; 10090; 10095; 10100; 10105; 10110; 10115; 10120; 10125; 10130; 10135; 10140; 10145; 10150; 10155; 10160; 10165; 10170; 10175; 10180; 10185; 10190; 10195; 10200; 10205; 10210; 10215; 10220; 10225; 10230; 10235; 10240; 10245; 10250; 10255; 10260; 10265; 10270; 10275; 10280; 10285; 10290; 10295; 10300; 10305; 10310; 10315; 10320; 10325; 10

4 Dinámica atmosférica a gran escala. Meteorología

Los anticiclones se representan con una A, y las borrascas, con una B. Los números indican los valores de la presión atmosférica de cada una de las isobaras. Las flechas azules indican la dirección de los vientos en superficie.

Cuando en el parte meteorológico nos informan de la llegada de una borrasca desde el Atlántico, sabemos que es probable que el cielo se cubra de nubes y se produzcan precipitaciones.

La meteorología estudia y trata de predecir el comportamiento de la atmósfera a una escala de cientos de kilómetros.

Para realizar estas predicciones, los meteorólogos cuentan con las fotografías enviadas por los satélites meteorológicos y con los datos sobre presión atmosférica, temperaturas y precipitaciones que les proporcionan miles de observatorios meteorológicos en todo el mundo.

Con estos datos se realizan los mapas de isobaras, en los que se muestran líneas que unen puntos con la misma presión atmosférica, y que permiten realizar previsiones sobre vientos, nubes y precipitaciones.

Vientos
A diferencia de las brisas, los vientos son movimientos de grandes masas de aire que se desplazan cientos o miles de kilómetros.

Los vientos se forman por la tendencia del aire a moverse desde las zonas de mayor presión atmosférica (anticiclones) hacia las de menor presión atmosférica (borrascas).

Los mapas de isobaras permiten localizar las borrascas y los anticiclones y valorar la diferencia de presión entre ellos. Unas isobaras muy juntas señalan que se producirán fuertes vientos, mientras que las isobaras muy separadas indican vientos flojos.

Los vientos no se dirigen en línea recta desde los anticiclones hacia las borrascas, sino que, debido al giro de la Tierra, son desviados y siguen una trayectoria un poco oblicua a las isobaras.

ACTIVIDADES

- Ordena los pasos que siguen los meteorólogos para informarnos del tiempo que hará en los próximos días.
- ¿En qué zona del mapa de la derecha se pueden esperar vientos más fuertes?
- Busca en los conceptos clave el significado de isobaras.
- Copia el mapa de la derecha en tu cuaderno y añade unos posibles valores de presión

Nubes
El aire que se desplaza en forma de viento puede contener vapor de agua, sobre todo si se trata de aire cálido que ha barrido la superficie del océano. Este vapor puede condensarse en forma de nubes. Esto ocurre en las proximidades de las borrascas, donde el aire que llega por la superficie, desde todas las direcciones, asciende y se enfría.

También pueden formarse nubes si una masa de aire con humedad asciende al llegar a un relieve montañoso. En este caso, las nubes se quedan en la ladera enfrentada al viento, ya que al otro lado el aire desciende de nuevo y vuelve a calentarse, desapareciendo las nubes.

La niebla es un tipo de nubosidad que se forma cerca del suelo, cuando el aire húmedo se enfría. Esto ocurre cuando el suelo ha perdido su calor, ya sea durante la noche, tras una fuerte lluvia o cerca de una fuente de aire frío, como puede ser un glaciar o una cordillera elevada.

Las nubes pueden originarse en las borrascas, en las laderas de las montañas o cerca del suelo, formando la niebla.

Precipitaciones
Las gotas de agua que forman las nubes son microscópicas. Su peso es tan pequeño que la agitación del aire es suficiente para mantenerlas en suspensión impidiéndolas caer.

Pero si la temperatura desciende lo suficiente, sobre estas gotas se condensa cada vez más vapor, aumentando así su tamaño. Si además las gotas se unen entre sí, llegan a alcanzar un peso suficiente para hacerlas caer, produciéndose entonces precipitaciones en forma de lluvia.

Si la temperatura en las nubes está muy por debajo de los 0 °C, el vapor de agua forma directamente cristallitos de hielo, que se adhieren unos a otros dando lugar a copos de nieve.

Los cumulonimbos son nubes con corrientes ascendentes muy fuertes que arrastran hacia arriba gotas de agua aunque sean muy gruesas. Cuando eso ocurre, las gotas se congelan, originando esferas de hielo que constituyen el granizo. En ocasiones, las bolas de granizo empiezan a caer pero son arrastradas de nuevo hacia arriba, recorriendo varias veces el espesor de la nube y aumentando de tamaño en cada ascenso. El resultado son bolas de granizo de gran tamaño que forman el pedrisco.

ACTIVIDADES

- Cuando una nube está muy fría, puede que las gotas de agua que la constituyen se congelen o que el vapor no forme gotas, sino cristallitos de hielo. ¿Cuál es el resultado en cada caso?
- La congelación del vapor formando cristallitos de hielo puede ocurrir también en el suelo. ¿Qué nombre recibe ese fenómeno?
- ¿Qué es el pedrisco? ¿Qué nubes lo originan?

En las borrascas el aire confluye en superficie y tiende a ascender. Esto lo enfría y produce la formación de nubes.

El movimiento de rotación de la Tierra desvía las corrientes ascendentes formando espirales. Las nubes también forman estas espirales, visibles en las fotos de los satélites.

Los cumulonimbos producen fuertes chaparrones de lluvia, ya que en ellos el vapor se condensa rápidamente, formando gotas de gran tamaño. Los chaparrones son visibles como cortinas de lluvia.

Este curso, 2º ESO, es en el que se centra la investigación de la presente memoria. Analizando el libro de texto, el término presión atmosférica no aparece ni definido ni explicado. Se hace referencia él para decir que, son datos que los meteorólogos recogen, que aparecen posteriormente reflejados en los mapas de isobaras y para indicar el movimiento del aire en relación al gradiente de presiones. La representación de puntos de la misma presión, las isobaras, aparece ilustrada en mapas similares a los que se pueden observar en los medios de comunicación durante los pronósticos, y también se indican que la presión más alta se encuentra en los anticiclones y la más baja en las borrascas. La presencia de vientos fuertes, únicamente se señala en relación a la presencia más cercana de las isobaras, sin indicar nada en relación a cambios bruscos en la presión atmosférica. El término borrasca vuelve a aparecer en la formación de nubes indicando que son resultado del movimiento ascendente del aire. Las precipitaciones estarían relacionadas indirectamente con las presiones a través de la formación de nubes, la disminución de temperatura, y el movimiento de aire ascendente o descendente en función si estamos ante la presencia de

una borrasca o un anticiclón. En resumen, los contenidos que aparecen en el libro de texto, son una enumeración de informaciones, que aunque están relacionadas entre ellas en las distintas secciones del apartado, carecen de una explicación inicial sobre la presión atmosférica. Esto puede complicar la comprensión de los fenómenos asociados a anticiclones y borrascas, y su aplicación a la resolución de problemas relacionados con ellos que aparecen en su libro de texto.

En el centro donde se realizó el estudio, durante el curso de 3º ESO no aparecen referencias a la presión atmosférica en ninguna de las materias que se imparten.

3 La presión en los gases

Los gases también son fluidos. Por tanto, todo lo que hemos comentado para los líquidos puede aplicarse también a ellos. Pero al ser fluidos compresibles, su densidad varía mucho con las condiciones y no resulta tan fácil hacer cálculos sobre la fuerza o la presión en el interior de un gas.

Empuje
Peso

El globo **asciende** porque el empuje del aire es mayor que su peso. ¿Qué pasaría si no hubiese aire?

El aire ejerce fuerzas sobre el globo en **todas las direcciones**. ¿Qué pasaría si solo existiesen fuerzas de arriba hacia abajo?

La presión que ejerce la atmósfera sobre nosotros depende de la **altura** en la que nos encontramos. ¿Dónde es mayor?

3.1 La presión atmosférica

El aire que forma la atmósfera es un gas y ejerce presión sobre cualquier cuerpo que se encuentre en él. Aunque no somos conscientes de la presión que ejerce sobre nosotros la columna de aire que hay por encima de nuestras cabezas, hay una serie de hechos que son debidos a la presión atmosférica.

La presión atmosférica impide que se caiga el papel y, en consecuencia, el agua del vaso.

La presión atmosférica impide que el agua del vaso salga de la cubeta.

Al colocar la ventosa hemos sacado todo el aire entre ella y el azulejo. Ahora, la presión atmosférica en la habitación impide que la ventosa se caiga.

Al succionar, desaparece el aire del interior de la pajita y, con ello, la presión que ejerce. La presión atmosférica sobre la superficie del refresco hace que el líquido suba por la pajita y llegue a la boca.

3.2 El valor de la presión atmosférica

El científico italiano **Evangelista Torricelli** (1608-1647) fue el primero que midió el valor de la presión atmosférica al nivel del mar, en 1643. Cogió un tubo de vidrio de 1 m de longitud, cerrado por un extremo y lo llenó de mercurio. Luego le dio la vuelta y lo introdujo en una cubeta que también contenía mercurio. Comprobó que el tubo se vaciaba hasta que el mercurio que quedaba en su interior alcanzaba una altura de 760 mm.

Hizo diversas pruebas utilizando tubos de vidrio de distinto grosor, pero la columna de mercurio que quedaba por encima del nivel del mercurio en la cubeta siempre era de 760 mm. Concluyó que la presión que ejerce la atmósfera al nivel del mar (la presión atmosférica) es la misma que ejerce una columna de mercurio de 760 mm de alto. Esto se utilizó como unidad para la presión:

1 atmósfera (atm) es la presión que ejerce la atmósfera al nivel del mar. Es equivalente a la presión que ejerce una columna de 760 mm de mercurio.

Experiencia de Torricelli. Para medir la presión atmosférica se emplean aparatos llamados **barómetros**.

AMPLIACIÓN

Unidades de presión

Para determinar la equivalencia entre **atmósfera** y **pascal** se calcula la presión hidrostática que ejerce una columna de mercurio de 760 mm de altura:

$$p_{\text{atm}} = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_{\text{Hg}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76 \text{ m} = 101325 \text{ Pa}$$

1 atm = 760 mm de Hg = 101325 Pa

En los mapas del tiempo habrás visto que la presión atmosférica se mide en milibares (mbar). Para medir la presión se utiliza también el **bar** y el **milibar (mibar)**.
 1 Pa = 10⁻⁵ bar = 10⁻² mibar.
 1 atm = 1013 mibar.

3.3 Instrumentos para medir la presión de los gases

Para medir la presión que ejercen los gases se utilizan unos aparatos denominados **manómetros**. Los más sencillos están formados por un tubo en U que tiene un líquido en su interior y puede estar abierto o cerrado. Al conectar el manómetro al recipiente que contiene el gas cuya presión queremos medir, el líquido se desplaza en el interior del tubo a un lado o a otro dependiendo de la presión.

Los manómetros metálicos tienen en su interior un resorte en espiral que se abre más o menos según la presión del gas que tratamos de medir. El resorte desplaza la aguja en la escala y nos permite leer la presión. La mayoría de las gasolineras disponen de manómetros de este tipo para medir la presión de aire en las ruedas.

Para medir la presión atmosférica se utilizan los **barómetros**. Son unos manómetros especialmente calibrados para medir las pequeñas variaciones de presión en torno al valor de la atmósfera; así podemos apreciar si la presión sube o baja unos pocos milímetros de mercurio.

3.4 La presión atmosférica y la altitud

La presión atmosférica varía con la altitud; es mayor al nivel del mar que en lo alto de una montaña porque la columna de aire que hay en cada caso es diferente.

Se puede calcular la presión hidrostática que hay en un determinado punto de un fluido mediante la expresión:

$$p = d \cdot g \cdot h$$

Resulta difícil calcular el valor de la presión atmosférica a una determinada altura porque desconocemos el valor de *h*, la altura de la atmósfera, y porque la densidad del aire disminuye a medida que ascendemos.

Pero si consideramos dos puntos que no estén muy distantes, de manera que la densidad del aire varíe poco, podemos utilizar la diferencia de presiones para medir la diferencia de altura entre esos puntos.

En esto se basan los **altímetros**, aparatos que se emplean para medir la altura de un edificio o la altitud a la que se encuentra una población sobre el nivel del mar.

En la base del edificio (A):
 $p_A = d \cdot g \cdot h_A$

En lo alto del edificio (B):
 $p_B = d \cdot g \cdot h_B$

Por tanto:
 $p_B - p_A = d \cdot g \cdot h_B - d \cdot g \cdot h_A = d \cdot g \cdot (h_B - h_A) \rightarrow p_B - p_A = d \cdot g \cdot h_{\text{altura edificio}}$

ACTIVIDADES

- Demuestra que $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{Pa}$.
- Si Torricelli hubiese hecho su experiencia para medir la presión atmosférica con un tubo lleno de agua, ¿qué altura alcanzaría el agua en el interior del tubo invertido?

Este tópico se vuelve a retomar, finalmente, en 4º ESO. En el libro de texto hay un apartado especial a la presión de los gases donde se desarrolla en profundidad el concepto presión atmosférica desde el punto de vista de la física y se relaciona con la altitud en la unidad didáctica 4 “Fuerzas y presiones en fluidos”. Sin embargo, a pesar de que se explica el fenómeno no aparece ligado a la meteorología: no aparecen los términos isobaras, anticiclón o borrasca.

La tabla que se muestra a continuación muestra un resumen de que contenidos aparecen en estas unidades didácticas.

PRIMERO	SEGUNDO	CUARTO
<ul style="list-style-type: none"> Definición. Relación con la altitud. Definición anticiclón y borrasca. Movimientos de masas de aire. Representación en mapas de isobaras. Formación de vientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Dato que se recoge en observatorios meteorológicos. Representación en mapas de isobaras. Definición anticiclón y borrasca. Movimientos masas de aire. Formación de vientos. Formación nubes en borrascas. 	<ul style="list-style-type: none"> Movimientos masas de aire. Relación con la altitud. Definición. Ejemplos sencillos donde actúa (no aparece la meteorología). Valor de la magnitud e historia. Instrumento para medirla.

La presencia en la bibliografía de estudios sobre la comprensión del fenómeno de la presión atmosférica en la etapa de educación secundaria es limitada. En el trabajo presentado por García-Barros (2007) se plantean distintas situaciones para trabajar el fenómeno de la presión atmosférica durante el primer ciclo de ESO. Estas situaciones son habituales para los alumnos y llevan asociadas una serie de cuestiones que éstos deben de contestar con el objetivo de promover en el alumnado la construcción y utilización de ideas cada vez más complejas y científicamente adecuadas. Sin embargo, en este trabajo no se analizan los resultados obtenidos sobre las respuestas de los estudiantes.

El tratamiento que se le da a la presión atmosférica a lo largo de la etapa de secundaria, como se muestra en las explicaciones que aparecen en los libros de texto anteriormente mostrados, puede complicar el entendimiento de este fenómeno por los alumnos. Los libros de texto, elaborados de acuerdo con los currículos autonómicos, muestran un fraccionamiento de la explicación de la magnitud a lo largo de varios cursos, y con poca referencia entre las diferentes materias, lo cual desaprovecha enormemente las posibilidades interdisciplinares que la meteorología presenta.

Las imágenes que aparecen en los libros de 1º y 2º de ESO están destinadas a captar la atención de los alumnos (Palacios, 2006), ya que son familiares para ellos. Tratan de ilustrar las líneas de isobaras, los anticiclones y borrascas, y guardan cierta

relación con el texto. Pero se plantea la cuestión de si los alumnos del inicio de la secundaria son capaces de comprender qué es la presión atmosférica, ya que su explicación, en el caso de que aparezca, es muy escueta. No es hasta el último curso de secundaria cuando aparece una explicación científica sobre la presión atmosférica, aunque paradójicamente no aparezca relacionada con la meteorología.

En los libros de texto de 1º y 2º ESO aparecen ejercicios basados en la presión atmosférica y los mapas de isobaras:

6. Aprende a interpretar un mapa meteorológico

Los mapas meteorológicos son una representación simplificada de la situación de la atmósfera de una determinada zona en un momento concreto.

Para interpretar un mapa meteorológico debes seguir los pasos siguientes:

a) Identificación de los símbolos

- ¿Cómo está representada la borrasca en el mapa? ¿Y el anticiclón?
- ¿Con qué símbolo se representa el frente cálido? ¿Cómo se ha representado el frente frío?
- ¿Qué otros elementos aparecen en el mapa?

b) Localización

- ¿Qué territorio abarca la situación atmosférica representada?

c) Análisis

- ¿Dónde se sitúan los frentes cálidos? ¿Y los fríos?
- ¿Dónde está situado el anticiclón? ¿Y las borrascas?

implícitamente la comprensión del concepto gradiente, que en ningún momento aparece nombrado en la parte teórica del libro de texto, que hace las veces de marco teórico de referencia (Bach i Plaza, 1998). Para poder responder a las cuestiones que se les plantea los alumnos han tenido que comprender el funcionamiento de la dinámica de las masas de aire asociado al movimiento de los centros activos de altas y bajas presiones. Las probabilidades de precipitaciones van asociadas a la temperatura de la atmósfera y a la formación de nubes, que está ligada al movimiento de las masas de aire de lugares de mayor presión a menor presión.

En resumen, los conocimientos que los alumnos necesitan para interpretar un mapa de isobaras, con todos los datos recogidos de un registro, parecen demasiado complejos científicamente para que se impartan en los primeros cursos de la etapa de secundaria con las explicaciones de escasa profundidad que aparecen en sus libros de texto y el poco marco teórico que manejan a esos niveles en secundaria.

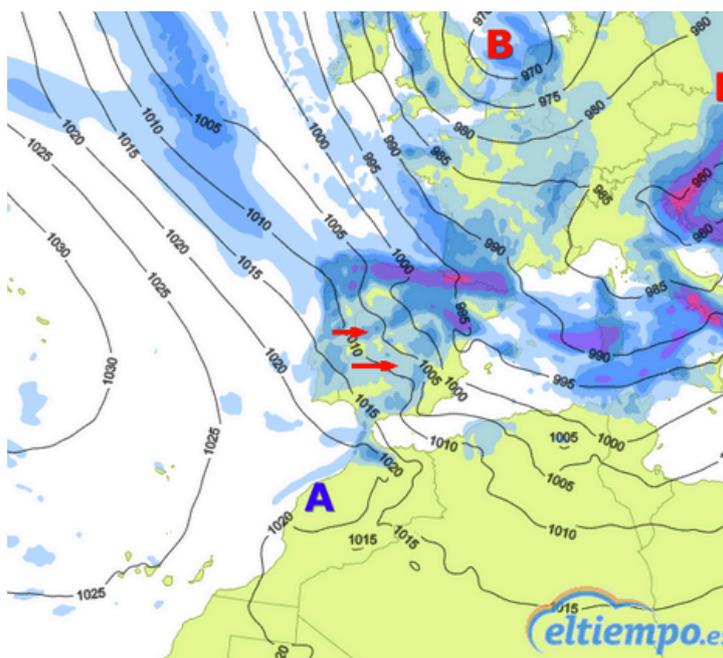
Es este aspecto el que se trabaja en la presente memoria, conocer si alumnos de 2º ESO son capaces de mostrar que han comprendido el término presión atmosférica interpretando mapas de isobaras reales, y relacionando con otros fenómenos que aparecen en sus libros de texto ligados a la presión atmosférica, como son la formación de vientos, nubosidad y precipitación.

DISEÑO METODOLÓGICO

CONTEXTUALIZACIÓN

Para el estudio de la comprensión del concepto presión atmosférica y fenómenos asociados a ella se llevaron a cabo dos experiencias en tres grupos de 2º ESO del Colegio Cristo Rey en Zaragoza. El total alumnos fue de 68.

Se planteó la realización de dos actividades relacionadas con la predicción del tiempo utilizando mapas de isobaras de una página web que muestra la predicción de la evolución de las isobaras para los siguientes cuatro días (www.eltiempo.es/presion). Las actividades se llevaron dentro de la unidad didáctica 7 “La energía que nos llega del sol”, después de que los alumnos hubieran realizado el examen correspondiente a esa misma unidad.



ACTIVIDADES

PRIMERA ACTIVIDAD

Teatralización de un pronóstico del tiempo en grupos heterogéneos de cuatro alumnos utilizando como material de apoyo la página web anteriormente señalada. A los alumnos se les fue entregado el guión de lo que debían realizar durante la exposición

(anexo I). Los alumnos debían de señalar la presencia de borrascas, anticiclones, movimiento del aire asociado a ellos, formación de vientos, nubes y precipitaciones. Todos estos fenómenos tenían que justificarlos por medio de explicaciones.

SEGUNDA ACTIVIDAD

Producción escrita de una resolución de tres casos prácticos (anexo II) que debían de realizar como tarea para casa durante la Semana Santa utilizando la misma página web de el tiempo.es. Al igual que en el caso anterior debían de señalar la presencia de anticiclones, borrascas y justificar la formación o no de vientos, nubes y lluvia.

MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

Para la realización de actividades prácticas se requiere un marco teórico de referencia al que los alumnos pueden acudir para consultar y contrastar información. Este marco teórico fue proporcionado por el libro de texto de Santillana *Ciencias de la naturaleza 2ºESO*. Proyectos Los Caminos del Saber. 2012. Y además, una ficha complementaria de elaboración propia (anexo III) que contenía una síntesis de los aspectos fundamentales para poder interpretar los mapas de isobaras.

MATERIALES, RECURSOS Y TEMPORALIZACIÓN

Los materiales que se utilizaron para el desarrollo de la actividad fueron los siguientes:

- Netbooks para cada grupo para que puedan consultar la página web del tiempo.
- Aula habitual de clase.
- Portátil habitual del profesor
- Proyector y pantalla.
- Libro de texto *Ciencias de la naturaleza 2ºESO*. Proyectos Los Caminos del Saber. Santillana: Madrid.
- <http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/modelosnumericos/hirlam>
- <http://www.eltiempo.es/presion/>

La actividad se llevó a cabo en tres sesiones de una hora cada una, repartidas de la siguiente manera:

- Primera sesión: realización de pronóstico y preparación de la exposición justificando sus elementos.
- Segunda sesión: finalización de la preparación de la exposición si fuera necesario. Presentación por grupos de sus pronósticos.
- Tercera sesión: finalización de las exposiciones.

La resolución de los casos y presentación por escrito de los mismos quedó como tarea para realizar en casa como deberes de Semana Santa.

MATERIAL DE ANÁLISIS

La primera actividad fue grabada en vídeo con una doble finalidad. Primero, hacer más creíble la teatralización de los alumnos como parte de un pronóstico del tiempo de una cadena de televisión, y tener de esta manera un mayor compromiso por parte de los alumnos a la hora de realizar la actividad. Y segundo, utilizar como una herramienta de evaluación y de investigación. Durante el visionado de las grabaciones se analizaron los siguientes parámetros: nombrar los fenómenos de borrasca y anticiclón y señalarlos en el mapa; nombrar la presencia de nubes, vientos y precipitaciones; y, finalmente, la explicación de los fenómenos atmosféricos relacionando con el marco teórico de referencia.

Las producciones escritas fueron recogidas para su evaluación y, posterior análisis. En ellas se cuantificó la presencia, al menos en uno de los casos propuestos, de los términos anticiclón y borrasca, y asociación y explicación de precipitaciones, vientos y nubosidad con la presión.

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

Los objetivos y competencias que se pretendían trabajar con el desarrollo de estas dos actividades fueron:

OBJETIVOS

- Entender los conceptos de anticiclón y borrasca y los fenómenos meteorológicos asociados a ellos. (1)
- Comprender e interpretar mapas de isobaras, y deducir a partir de ellos los posibles fenómenos de viento, nubosidad y lluvia. (2)
- Expresarse para comunicar a los compañeros sus predicciones razonadamente. (3)
- Resolver las cuestiones utilizando los conocimientos construidos. (4)

El objetivo de la actividad de investigación se centró en el aprendizaje y comprensión del concepto presión atmosférica y los fenómenos que se derivan de ello por medio de la interpretación de mapas de isobaras y su aplicación en la resolución de casos, demostrando, de esta manera, una correcta alfabetización científica en el campo de la meteorología.

COMPETENCIAS

- Competencia comunicación lingüística (CCLI): los alumnos deberían redactar correctamente la respuesta a los casos prácticos y expresarse correctamente durante la exposición oral a sus compañeros utilizando el lenguaje científico aprendido durante la unidad didáctica.
- Competencia matemática (CMAT): los alumnos deberían localizar los valores de presión en las isobaras del mapa y asociarlos con borrascas o anticiclones si van disminuyendo o aumentando, respectivamente, a medida que se acercan al centro activo.
- Competencia de interacción con el mundo físico (CIMF): los alumnos deberían saber localizar en el mapa las distintas localizaciones que se les proponen en los casos prácticos y los que ellos mismos decidan.
- Competencia cultura y artística (CCA): los alumnos deberían mostrar originalidad y creatividad a la hora de realizar la teatralización de la predicción del tiempo como si fueran hombres o mujeres del tiempo, de la misma manera que aparecen en televisión.

- Tratamiento de la información y competencia digital (TICD): los alumnos deberían ser capaces de manejar los mapas de isobaras y otros mapas del tiempo complementarios en la página web proporcionada utilizando los netbooks que disponían en las aulas.
- Competencia autonomía e iniciativa personal (CAIP): los alumnos deberían poder trabajar en grupo cooperativo, demostrando que pueden trabajar de forma autónoma en torno a un tema en concreto mostrando cada uno sus propuestas individuales para el desarrollo de la predicción.
- Competencia aprender a aprender (CAAP): los alumnos deberían mostrarse motivados en buscar el tiempo que va a hacer en sus destinos de vacaciones, haciendo que muestren interés en que la actividad se desarrolle correctamente.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de que objetivos y competencias se trabajan con cada una de las actividades propuestas.

ACTIVIDAD	OBJETIVOS	COMPETENCIAS
Actividad 1	(1), (2) y (3).	CCLI, CMAT, CIMF, CCA, TICD, CAIP y CAAP.
Actividad 2	(1), (2) y (4).	CCLI, CMAT, CIMF y TICD.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

A continuación aparece una breve descripción de la actividad propuesta a los alumnos y la organización de los grupos cooperativos heterogéneos.

Para comenzar la actividad se visionaron los siguientes vídeos de predicciones del tiempo presentadas en espacio dedicado para ello de las noticias, en dos situaciones: una de borrasca y otra de anticiclón. Están seleccionados los fragmentos que muestran los mapas de isobaras.

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/el-tiempo/lluvias-fuertes-andalucia-occidental-estrecho/3049182/> (A partir del minuto 4:55 hasta el 6:24)

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/el-tiempo/manana-empiezan-entrar-nubes-lluvias-norte-peninsular/3038113/> (A partir del 5:50 hasta el 6:43)

Después del visionado de los videos, se expuso la actividad a los alumnos: realizar la predicción del tiempo en los lugares donde van a estar en Semana Santa mostrando en la pantalla la imagen del mapa de isobaras de Europa occidental (<http://www.eltiempo.es/presion/>).

A continuación, los alumnos fueron organizados en grupos cooperativos heterogéneos de tres o cuatro alumnos. Los grupos fueron hechos por mi tutora, que al conocer mejor a los alumnos los seleccionó de forma que estuvieran compensados, con personas que trabajan de forma habitual con los que no (Johnson, D.W, 1999). Se les repartió un guión de trabajo (anexo I), que contenía lo que se esperaba que desarrollaran en la exposición y también las ideas clave que tendrían que tener en cuenta para predecir el tiempo (anexo III). Brevemente, en el grupo tendrían que realizar una predicción a partir de la presencia de un anticiclón o borrasca si se originarían vientos, nubosidad o posibilidad de precipitaciones, en los lugares donde tienen previsto estar en Semana Santa y justificar por qué iban a suceder esos fenómenos utilizando el marco teórico de referencia.

Una vez pronosticado el tiempo, los alumnos debían planear cómo comunicar a sus compañeros su predicción y razonar como habían llegado a ella, además de plantearles actividades que hacer en función de la predicción del tiempo. Se les comunicó que podían utilizar sus propios recursos para hacer más amena y original la exposición.

La siguiente sesión consistió en terminar de preparar los pronósticos y preparación de la exposición a sus compañeros de sus predicciones utilizando el mapa de isobaras.

La última sesión correspondió a terminar de oír las exposiciones de los restantes grupos. Después de escuchar a todos los grupos, se les entregó tres supuestos (anexo II).

Los casos consistían en situaciones imaginarias de viajes en España y Europa, y se les planteaban preguntas que tenían que responder basándose en predicciones meteorológicas sobre las zonas que se les indicaba. Tendrían que resolver las cuestiones, de forma razonada, de forma individual y entregarlas por escrito como tarea a realizar en Semana Santa.

Al finalizar las sesiones se les pidió a los alumnos que realizaran una autoevaluación y una coevaluación del trabajo en grupo.

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

ACTIVIDAD 1

A lo largo del desarrollo de la primera actividad fueron detectadas diversas dificultades que tenían los alumnos a la hora de preparar el pronóstico del tiempo. Las principales cuestiones en torno al tema fueron: ¿Cómo sé si hay viento? ¿Puedo mirar otras partes de la página del tiempo? ¿Qué son estas líneas? ¿Cómo tenemos que presentarlo? ¿Qué tenemos que decir en la exposición?

Estas preguntas se pueden clasificar en dos tipos: las referentes a la teatralización y las que pueden ser resultado de la falta de comprensión del tema, y por tanto, que los alumnos tuvieran problemas a la hora de interpretar el mapa de isobaras.

En el conjunto de todas las clases de segundo se formaron 21 grupos, con un número de integrantes de entre tres y cuatro.

Respecto a la teatralización, a los estudiantes se les comunicó que sería valorado de forma positiva la creatividad y originalidad de la puesta en escena. Por lo que en los vídeos que se grabaron se puede apreciar la diversidad de representaciones, desde simulaciones de un plató de televisión a encuentros fortuitos de amigos integrando el tema del tiempo en sus planes vacacionales.

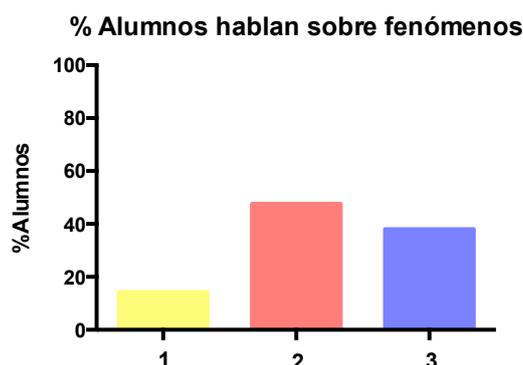
La actividad planteaba utilizar como apoyo el mapa de isobaras desde un ordenador utilizando un proyector y una pantalla. Sin embargo, un gran número de grupos utilizó, además de ese mapa, otros de los mapas que proporcionaba la página web para completar la previsión del tiempo sobre los lugares a los que se iban a desplazar de vacaciones. Por ejemplo, utilizaban mapas de España donde aparecía el icono de sol o lluvia con una estimación de las temperaturas. Sólo uno de los grupos no utilizó el mapa de isobaras que se les indicaba. 5 de los 21 grupos además de utilizar la página web utilizaron otro recurso TIC (el software powerpoint) para ampliar la información e incluso justificar la explicación.

El lenguaje científico relacionado con la meteorología fue utilizado por todos los estudiantes, si bien, la desenvoltura a la hora de expresarse fue muy distinta entre unos alumnos y otros.

En el análisis de las grabaciones se clasificaron las exposiciones en tres grupos según lo siguientes criterios:

1. No se mencionan o sólo se nombran los términos anticiclón o borrasca y se señalan en el mapa.
2. Además de lo anterior, se habla también sobre la nubosidad, precipitaciones y vientos.
3. Se relacionan y explican los conceptos de nubosidad, precipitaciones y vientos con el movimiento del aire en los anticiclones y borrascas.

Los resultados obtenidos del análisis de los videos fueron los siguientes:



La mitad de los alumnos (47,6%), de acuerdo con lo que se les pedía en el guión, nombran anticiclón o borrasca según el caso, y además comentan el pronóstico que se espera sobre vientos, precipitaciones y nubes (Rojo). Un 38,1% (azul), además de nombrar los fenómenos y saber señalarlos en el mapa explicaron como las nubes, vientos y precipitaciones se relacionaban con los anticiclones y borrascas comentando como el aire se desplaza de lugares de mayor a menor presión, como al ascender el aire condensa el vapor de agua formando nubes o como al enfriarse ese vapor genera precipitaciones. Finalmente un bajo porcentaje de grupos (14,3%) (barra amarilla) sólo nombran los anticiclones y borrascas de pasada y se centran en otros aspectos como la temperatura o velocidad de los vientos, datos que aparecen ni pueden inferirse del mapa de isobaras, y que por tanto habrían copiado de otra fuente. Habría que matizar que se

han incluido en el punto tres los intentos de explicación de los fenómenos atmosféricos en relación con las presiones aunque no estuvieran del todo correctos o acertados.

Algunas de las transcripciones que ejemplifican cada uno de los casos se recogen a continuación:

Ejemplo 1: El viernes sobre la madrugada, habrá un cielo despejado y conforme se desarrollen los días seguirá estando despejado. En cuanto a las temperaturas, mañana hará un máximo de 13 °C a la una de la tarde, y el mínimo será a las siete que serán 8 °C.

Ejemplo 2: Una semana tranquila y soleada y las temperaturas subirán. Habrá precipitaciones, lluvias producidas por una borrasca situada en Gran Bretaña que enviará precipitaciones al norte de España y parte del Mediterráneo. También habrá un anticiclón en España y entonces tendremos cielos despejados.

Ejemplo 3-explicación: Las borrascas son las zonas de menor presión atmosférica, el viento va de fuera de la borrasca hacia dentro, y así el viento va hacia el centro de la borrasca. Y en el anticiclón es al revés va del centro de la "borrasca" hacia fuera.

Ejemplo 3-intento de explicación: porque ya sabéis que el anticiclón tiene mucha presión en la tierra y hace que haya vientos, huracanes y demás.



Este resultado puede parecer que un alto porcentaje de alumnos comprendían como se producían los fenómenos atmosféricos como resultado del cambio de

presiones. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se clasificó en un grupo u otro si alguno de los miembros del grupo cumplía el requisito de explicación (o intentos). Esto no pondría de manifiesto que todos los integrantes del grupo hubieran comprendido como ocurrían los fenómenos. Por ese motivo se llevó a cabo la actividad dos, que requería una producción por escrito de cada alumno de forma individual para poder analizar con más detalle el aprendizaje y contrastar con resultados de las exposiciones grupales.

Una recopilación de las teatralizaciones llevadas a cabo fue colgada en el canal de youtube del colegio donde se realizó el estudio.

<https://www.youtube.com/watch?v=PJd2OXtbvv0>

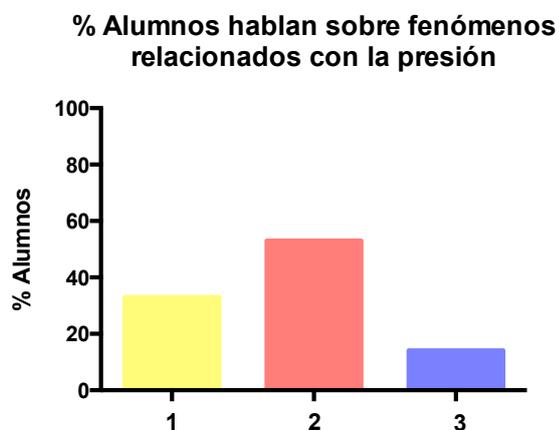
ACTIVIDAD 2

La segunda actividad consistía en la resolución de tres casos prácticos en los que los alumnos debían de realizar una predicción del tiempo localizando Sevilla, Viena y París, utilizando el mismo mapa de isobaras y resolviendo cuestiones sencillas de tipo lógico relacionadas con el tiempo que ellos pronosticaran que fuera a hacer. Los estudiantes debían de realizar este ejercicio como tarea durante la Semana Santa y de forma individual.

De la misma manera que se analizaron las grabaciones, las producciones escritas de los alumnos fueron clasificadas según los siguientes criterios:

1. No nombra anticiclón o borrasca. La resolución de los casos está basada en algún pronóstico sacado, seguramente, de internet.
2. Se nombran anticiclón o borrasca en alguno de los tres casos.
3. Se relacionan y explican los fenómenos atmosféricos con los centros activos de presiones.

Los resultados obtenidos del análisis mostraron la siguiente clasificación de las producciones escritas:



Los resultados muestran que más de la mitad de los alumnos (53%) nombraban los fenómenos pero no profundizaban en explicarlos, posiblemente por la falta de comprensión de los conceptos, teniendo, pues, dificultad para expresarlos. Mientras que un 33% de los estudiantes ni siquiera nombraron anticiclón o borrasca. Sólo un 14% de los alumnos fueron capaces de asociar y explicar vientos, nubes y precipitaciones con la presión atmosférica.

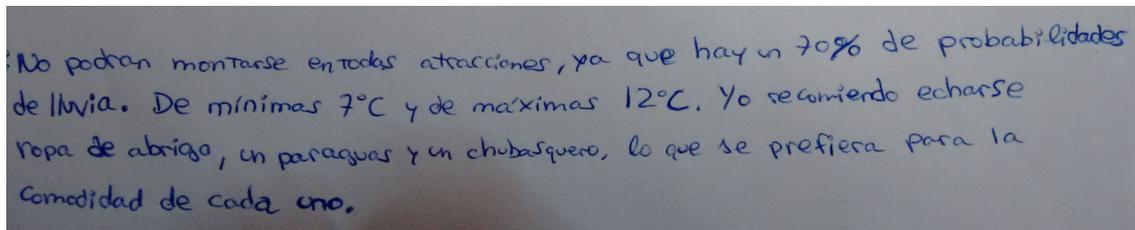
Al comparar estos resultados con los anteriormente obtenidos a partir de las teatralizaciones se puede observar que se mantiene a la mitad el porcentaje de alumnos que utilizan correctamente el lenguaje relacionado con meteorología y que son capaces de comprender que fenómenos atmosféricos van asociados a una borrasca o anticiclón, pero que muestran dificultades a la hora de justificarlos. Sin embargo, se aprecia una disminución (de un 38% a un 14%) del alumnado que demuestra que capacidad de explicar los fenómenos atmosféricos utilizando mapas de isobaras. Este resultado contrasta con el aumento de alumnos que ni siquiera nombran anticiclón o borrasca (de un 14,3% a un 33%) que podría interpretarse como una falta total de comprensión de la presión atmosférica.

La disminución de alumnos que demuestran cierta comprensión del concepto presión atmosférica cuando la tarea se presenta de forma individual pone de manifiesto que el resultado de comprensión obtenido del trabajo en grupo es parcialmente incorrecto, ya que indicaba mayor porcentaje. Esto puede deberse a que en esa categoría

se incluyeron aquellos grupos en los que al menos un miembro justificaba los fenómenos atmosféricos, lo cual podía no indicar que se hubiera conseguido un aprendizaje en todos los miembros. A pesar de que el trabajo cooperativo en grupos heterogéneos busca que los alumnos se ayuden entre ellos para aprender, estos resultados parecen indicar que, en este caso en concreto, no se haya producido tal situación.

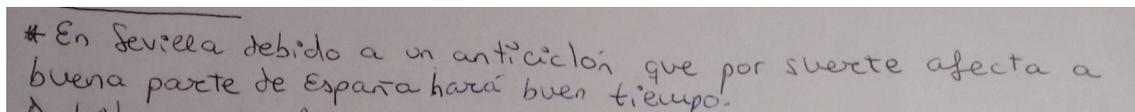
A continuación se muestran algunos ejemplos de producciones escritas para cada uno de los casos:

Ejemplo 1:



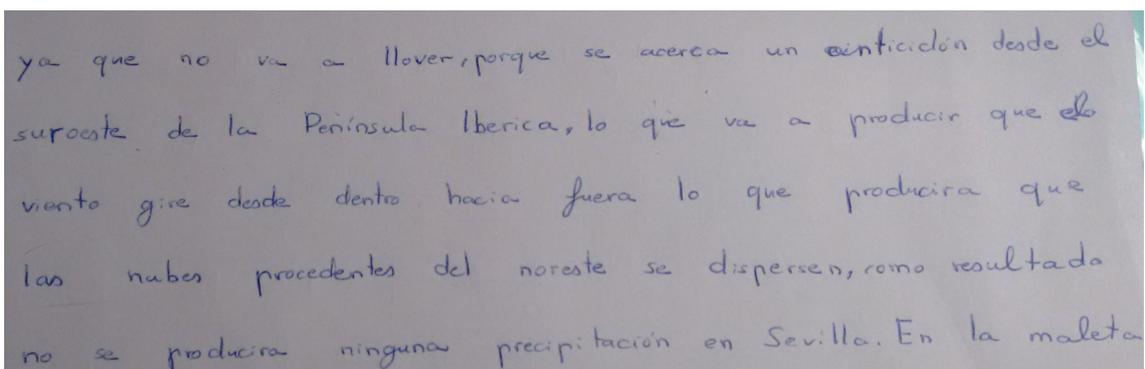
No podrán montarse en todas atracciones, ya que hay un 70% de probabilidades de lluvia. De mínimas 7°C y de máximas 12°C. Yo recomiendo echarse ropa de abrigo, un paraguas y un chubasquero, lo que se prefiera para la comodidad de cada uno.

Ejemplo 2:



* En Sevilla debido a un anticiclón que por suerte afecta a buena parte de España hará buen tiempo.

Ejemplo 3:



ya que no va a llover, porque se acerca un anticiclón desde el suroeste de la Península Ibérica, lo que va a producir que el viento gire desde dentro hacia fuera lo que producirá que las nubes procedentes del noroeste se dispersen, como resultado no se producirá ninguna precipitación en Sevilla. En la maleta

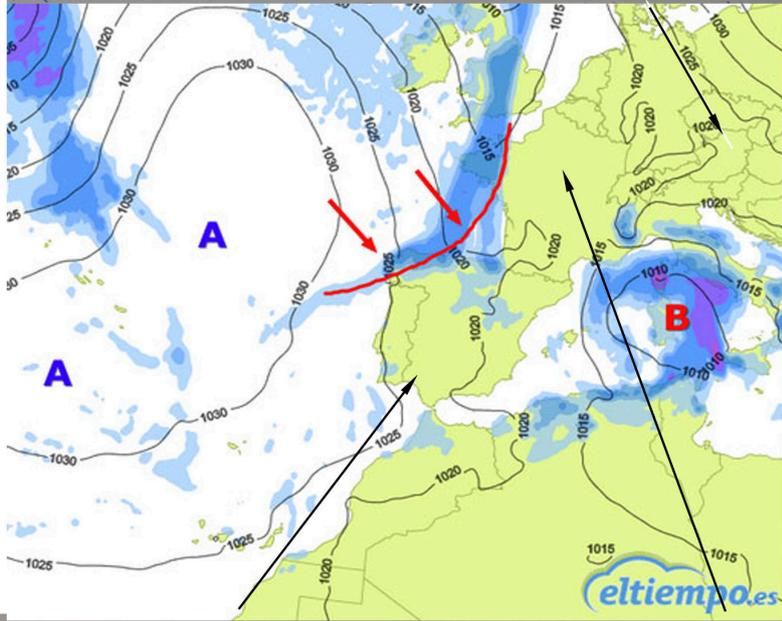
Las respuestas de aquellos alumnos que realizaron una explicación y relación de los fenómenos meteorológicos con los cambios de presión atmosférica estaban acertadas con la previsión real del tiempo para esos días. Demostrando de esta manera la aplicación los conocimientos construidos en torno a la presión atmosférica.

2

En Austria durante toda la Semana Santa no va a haber cambios de temperaturas ni de precipitaciones considerables, los cielos permanecerán nubosos (como corresponde a esta época del año) y las temperaturas más bien frías, las rachas de viento serán moderadas, con lo cual aconsejaría que fuera a esquiar a los Alpes Austriacos.

Podría ir a esquiar ya que hay vientos flojos, debido a que no hay cambios bruscos de presión que son los que provocan los fuertes vientos.

En este caso deberían llevarse ropa de abrigo, ya que va a esquiar y las temperaturas son bajas, si fueran a esquiar irían a esquiar y ropa de abrigo, pero no tanto como la de esquiar y chubasquero.



1

• María debería decirle a sus tíos que no estén preocupados ya que no va a llover, porque se acerca un anticiclón desde el suroeste de la Península Ibérica, lo que va a producir que el viento gire desde dentro hacia fuera lo que producirá que las nubes procedentes del noroeste se dispersen, como resultado no se producirá ninguna precipitación en Sevilla. En la maleta deberían meter ropa de abrigo pero ligera: chaquetas, pantalones no muy gruesos...

3

En París, a lo largo de la Semana Santa va a haber buen tiempo sin frío ni nubes, salvo el día 6 (se mantiene el buen tiempo) pero con áreas de nubosidad.

Las temperaturas oscilarán entre un máximo de 12° y un mínimo de 2°.

La nubosidad se debe a que cuando el aire asciende y se enfría, el vapor de agua se condensa y se forman nubes, también precipitaciones (en este caso no).

La ropa que deberían llevarse tendría que ser ropa de primavera, jersey y cazadora también, porque por la noche refresca, y por si acaso un chubasquero.

1. María debería decirle a sus tíos que no estén preocupados ya que no va a llover, porque se acerca un anticiclón desde el suroeste de la Península Ibérica, lo que va a producir que el viento que gira desde dentro hacia fuera lo que producirá que las nubes procedentes del noroeste se dispersen, como resultado no se producirá ninguna precipitación en Sevilla. En la maleta deberían meter ropa de abrigo pero una gorra, chaquetas, pantalones no muy gruesos.

2. En Austria durante toda la Semana Santa no va a haber cambios de temperatura ni precipitaciones considerables. Los cielos permanecerán nubosos (como corresponde a esta época del año) y las temperaturas más bien frías. Las rachas de viento serán moderadas, con lo cual aconsejaría que fuera a esquiar a los Alpes

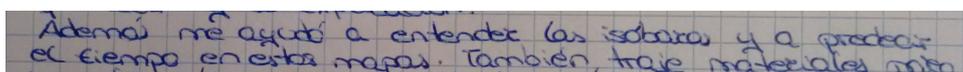
Austriacos. Podrían ir a esquiar, ya que hay vientos flojos, debido a que no hay cambios bruscos de presión, que son los que provocan los fuertes vientos. En este caso deberían llevarse ropa de abrigo, ya que van a esquiar y las temperaturas son frías, si fueran a visitar Viena también ropa de abrigo, pero no tanto como la de esquiar y chubasquero).

3. En París, a lo largo de la Semana Santa va a haber buen tiempo sin frío, sin nubes, salvo el día 6 (se mantiene el buen tiempo) pero con nubosidad. Las temperaturas oscilarán entre un máximo de 12° y un mínimo de 2°. La nubosidad se debe a que cuando el aire asciende y se enfría el vapor de agua se condensa y se forman nubes, también precipitaciones (en este caso no). La ropa que deberían llevarse tendría que ser ropa de primavera, jersey y cazadora también porque por la noche refrescará, y por si acaso un chubasquero.

OTROS ASPECTOS VALORADOS DE LAS ACTIVIDADES

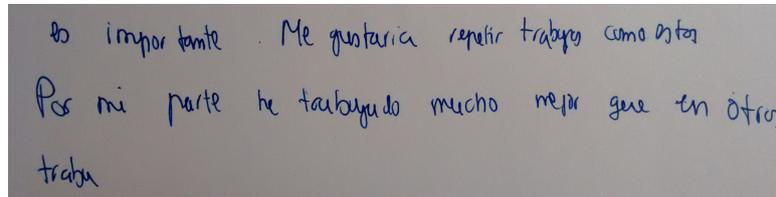
Según Tapia (1998) si los alumnos trabajan con motivación la probabilidad de que aprendan es mayor. La realización de estas dos actividades, además de tener como objetivo que los alumnos trabajaran el concepto presión atmosférica y fueran capaces de demostrar que lo comprendían, también pretendía romper con la rutina habitual de los alumnos al trabajar en grupo y a dejarles expresar su creatividad a la hora de representar el pronóstico.

La práctica totalidad de los alumnos mostraron una elevada motivación a la hora de teatralizar la escena. Muchos de ellos trajeron ropa para cambiarse y aparecer más elegantes, elaboraron carteles complementarios, utilizaron recursos como abrigos, paraguas o abanicos o realizaron entradillas como en los espacios televisivos. Además, se les preguntó a posteriori en clase cual era la opinión que tenían sobre la actividad preparado, a lo que la mayoría respondió que les había gustado mucho haberla realizado y que se habían divertido. Algunos estudiantes plasmaron en sus autoevaluaciones que la actividad les había ayudado a comprender mejor la materia, de la que ya se habían examinado.



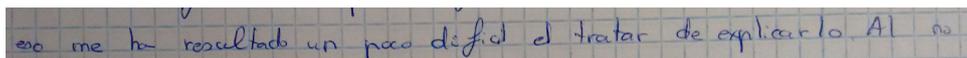
Además me ayudó a entender las isobaras y a predecir el tiempo en esta mapas. También traje materiales para

Este aumento de interés también se vio reflejado en algunos comentarios de la autoevaluación. Por ejemplo, un alumno que presentaba ciertos problemas de disciplina mostró una actitud positiva durante la actividad y trabajó bien con sus compañeros.



Es importante. Me gustaría repetir trabajos como estos.
Por mi parte he trabajado mucho mejor que en otros
trabajos.

Aunque se ha demostrado que la motivación juega un papel importante a la hora de aprender (Tapia, 1998), la dificultad de los conceptos que se trabajan pueden suponer una barrera para la construcción del aprendizaje en el alumno. Esto se reflejó también en las autoevaluaciones donde algunos estudiantes pusieron de manifiesto este hecho.



eso me ha resultado un poco difícil el tratar de explicarlo. Al no

CONCLUSIONES, CONSECUENCIAS E IMPLICACIONES

La meteorología, a pesar de ser un tema cotidiano y aparecer en los currículos de primaria y secundaria, se trata de un tópico complejo que requiere conocer en profundidad diversos conceptos para poder realizar una interpretación.

En los libros de texto donde se habla sobre meteorología aparecen ejercicios relacionados con la interpretación de mapas de isobaras. Sin embargo, hasta 4º ESO, en la asignatura de Física y Química, no se explica el concepto de presión atmosférica desde un punto de vista científico, pero no se relaciona con la meteorología e interpretación de mapas de isobaras para realizar pronósticos.

Esta actividad demuestra que los alumnos de 2º ESO presentan importantes dificultades para explicar los fenómenos atmosféricos que derivan de los cambios de presión atmosférica, tanto de forma cooperativa como individual. En consecuencia, el aprendizaje de estos alumnos sobre meteorología se ve comprometido por la falta de comprensión del concepto presión atmosférica a nivel de 2º de ESO, seguramente por la complejidad del tópico y la falta de conocimientos científicos en ese nivel.

A pesar de ser una ciencia interdisciplinar, existe una falta de conexión entre las distintas asignaturas en las que se estudia durante la etapa de secundaria, resultando en el fraccionamiento de los contenidos y dificultando, en consecuencia, la comprensión de los conceptos como ha podido detectarse durante el desarrollo de esta actividad.

Debido a que la presente memoria se trata de un trabajo de fin de máster presenta una serie de limitaciones, como centrarse en el estudio de sólo un curso de educación secundaria y considerar sólo una de las magnitudes relativas a los fenómenos atmosféricos. A continuación se van a proponer una serie de mejoras con las que el estudio sobre la comprensión de los fenómenos atmosféricos quedaría más completo.

- El marco teórico de referencia para los alumnos fue el de su libro de texto. Por tanto, se analizaron las explicaciones relativas a la presión atmosférica únicamente los libros de texto que el centro educativo utiliza

a lo largo de la etapa. Un estudio en mayor profundidad requeriría la comparación del tema entre libros de texto de distintas editoriales para analizar el tratamiento que le dan a este fenómeno.

- Análisis más exhaustivo de las grabaciones, como transcripciones completas, para analizar con mayor detalle la utilización del lenguaje y las explicaciones de los estudiantes. Y que estudiantes, por grupo, realizaban una mejor explicación de los fenómenos.
- Realización de esta actividad en todos aquellos cursos donde se imparta el tópico de la presión atmosférica para poder estudiar si a medida que los estudiantes adquieren más conocimientos, como por ejemplo los relativos a la física sobre la presión atmosférica, son capaces de comprender mejor los fenómenos y, por tanto, explicarlos correctamente.

Aunque se trate de un estudio preliminar sobre el tratamiento de la meteorología en la educación secundaria obligatoria, queda patente el desaprovechamiento que esta disciplina ofrece. Como alternativa al tratamiento que se le da desde currículos y libros de texto podría plantearse la realización de una actividad transversal que englobara diversas asignaturas. De esta manera se trabajarían múltiples competencias y se observaría la aplicabilidad de lo aprendido en distintas asignaturas, lo cual podría suponer un elemento de motivación para los alumnos, facilitando de esta manera su aprendizaje.

Esta actividad transversal podría consistir en la descripción detallada a lo largo de distintas estaciones la meteorología en determinados puntos geográficos. Podría alargarse durante todo el curso, dedicando algún tiempo de cada semana, convirtiéndose en un proyecto anual. Desde la asignatura de Lengua Castellana y Literatura se podría trabajar la redacción, expresión y comunicación para hablar en público y la correcta utilización del lenguaje científico a la hora de exponer. En Ciencias Sociales se podría centrar la atención en el desarrollo de la destreza cartográfica a través de la utilización de mapas: topografía, significado de isolíneas, etc. En Matemáticas podría trabajarse la estadística, los porcentajes, el registro de datos. En Ciencias Naturales la explicación y razonamiento de los fenómenos haciendo mayor hincapié en más variables a parte de la presión atmosférica, y realizando por ejemplo, un registro de datos, fomentando también la observación. En Tecnología, podría realizarse el estudio de los diversos

instrumentos que se utilizan para medir las variables atmosféricas y aprender como utilizarlos para el registro de datos, y a analizarlos. Desde Educación Plástica y Visual se podrían realizar decorados para la representación del pronóstico del tiempo.

La realización de esta actividad no se ceñiría sólo a un curso determinado. La meteorología permite la adecuación a distintos niveles, teniendo siempre en cuenta la complejidad de los conceptos. Como se ha puesto de manifiesto en este trabajo, la incorporación de conceptos de difícil comprensión y que además requieren de otros conocimientos previos, como la presión atmosférica, deben tenerse en cuenta a la hora de plantear la actividad. Una elevada complejidad podría tener un efecto desmotivador (Tapia, 1998) y además no cumplir el objetivo de un aprendizaje integrando distintas asignaturas.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

Martín-Díaz, M. J. (2002). “El papel de las ciencias de la en la educación a debate”. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653).

Borru, J. M., Camps, J., & Maixé, J. M. (1992). La meteorología en la enseñanza de las ciencias experimentales: una propuesta interdisciplinar e integradora. *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 10, pp. 201-205).

de Pro Bueno, A. J., & Martínez, Á. E. (2006). Posibles usos didácticos de los espacios meteorológicos de la televisión. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 5(1), 7.

Pro, A y Ezquerro, A. (2005). ¿Qué ciencia ve nuestra sociedad? *Alambique*, 43, 37-48

Marco B., (2000), “La alfabetización científica” en Perales Palacios y Cañal de León (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales*, Alcoy, Marfil.

Harlem, W. (1998). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Morata*. Madrid

Santano, P. P., & Perruca, H. A. (2013). La meteorología en la escuela: una propuesta para educar la observación. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, (13), 68-75.

Ross, S., (1991). Physics in the global greenhouse, *Phys. Educ.* Vol. 26, pp. 175-181.

Hernández, M. A. S. (2009). Actividades cartográficas en libros de texto de secundaria. In *Anales de geografía de la Universidad Complutense* (Vol. 29, No. 2, pp. 173-203). Servicio de Publicaciones.

Orellana, M. F. A., & Hernández, M. A. S. (2010). Destrezas cartográficas e inteligencias múltiples. *Geografía, educación y formación del profesorado en el marco del espacio europeo de educación superior*, 119.

Caamaño, A., (1988). Tendencias actuales en el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6 (3), pp. 265-277

Álvarez Pérez, Marta. (2001). La interdisciplinariedad en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias exactas en la escuela media. En: *Resúmenes del Congreso Pedagogía*, La Habana, Cuba.

Izquierdo, M (1998).

Losada, C. M., & Barros, S. G. (2014). El aprendizaje de la meteorología y la astronomía en la educación primaria. *Aula de innovación educativa*, (233), 12-17.

Fernández, P. V., Osuna, J. L. O., González, G. I., & Velasco, F. S. (2011). Competencias básicas: desarrollo y evaluación en educación secundaria obligatoria: Proyecto Azahara. Wolters Kluwer.

Yagüe, C., Serrano, E., & Zurita, E. (2003). Meteorología y climatología en la ESO (Educación Secundaria Obligatoria).

Escaño, J., & Gil de la Serna, M. (2001). Motivación en el aula. Cinco hilos para tirar. *Aula de innovación educativa*, (101), 25-27.

García Barros, S., & Martínez Losada, C. (2007). Interpretando fenómenos relativos a la presión atmosférica mediante ideas y modelos progresivamente más complejos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 13(54), 72-80.

Palacios, F. J. P. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), 13-30.

Bach i Plaza, J., Correig, T. M., De Manuel Barrabín, J., Grau, R., & Tejero, F. (1998). Propuesta de actividades en Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. In *Enseñanza de las ciencias de la tierra* (Vol. 6, pp. 0079-88).

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona: Paidós.

Tapia, J. A. (1998). *Motivar para el aprendizaje*. Edebé.

ANEXO I

FICHA QUE SE LES ENTREGÓ A LOS ALUMNOS

WEATHER PERMITTING

¡¡¡Por fin llegan las vacaciones de Semana Santa!!! Después de los exámenes y trabajos de esta evaluación ya está aquí vuestro merecido descanso.

Tanto si te vas a alguna parte, como si te quedas en Zaragoza seguramente querrás disfrutar de tu tiempo de libertad. Pero seguro que no es la primera vez que escuchas “en Semana Santa siempre se estropea el tiempo”. Con esta actividad vosotros mismos vais a predecir el tiempo que va a hacer, y por supuesto, organizar vuestras actividades en consecuencia.

Para ello, tendréis que completar, por grupos, la predicción del tiempo que va a hacer en vuestros destinos de vacaciones a partir de un mapa de isobaras con datos sobre el tiempo de los próximos días.

Tendréis que señalar:

- La presencia de borrascas y anticiclones.
- Identificar las isobaras correspondientes a ambos, y localizarlas sobre vuestros destinos.
- Predecir la posible formación de: vientos, nubes y la posibilidad de precipitaciones. Razonar como habéis deducido estos fenómenos.
- Mostrar la evolución de estos fenómenos para los 3 siguientes días que se indican en el mapa.
- Realizar una breve exposición (5 minutos) a vuestros compañeros sobre vuestras predicciones y llevarlo a cabo delante del mapa como si fuerais auténticos hombres o mujeres del tiempo, para ello podéis utilizar todos los recursos que creáis necesarios. ¡Ah! También podéis contarnos que vais actividades pensáis realizar durante esos días.

ANEXO II**CASOS PRÁCTICOS PARA RESOLVER DE FORMA INDIVIDUAL**

María va a ir a visitar a su tía a Sevilla esta Semana Santa. Su tía está casada con un sevillano que pertenece a la cofradía Jesús del Gran Poder. En casa de sus tíos están muy preocupados porque otros años la lluvia ha impedido que saliera la procesión. ¿Qué podrías decirle a María para que le contara a sus tíos? ¿Cuál sería el razonamiento para ello? ¿Qué debería meter en la maleta?

Juan y su familia van a ir de tour por Austria. No están muy seguros de que es lo que van a hacer esos días, depende del tiempo. Les gusta mucho esquiar, pero si hace viento las pistas de los Alpes austríacos estarán cerradas, en cuyo caso optarán por visitar Viena. ¿Qué les recomendarías que reservaran? ¿Cuál sería el razonamiento para ello? ¿Qué ropa deberían llevarse para cada caso?

Pedro y Laura van a hacer un viaje a Eurodisney por la comunión de su hermano pequeño. Les gustaría saber si van a poder disfrutar por completo de todas las atracciones del parque. ¿Qué les podrías decir? ¿Cuál sería el razonamiento para ello? ¿Qué ropa deberían llevarse?

ANEXO III

MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

Las líneas de isobaras unen puntos que tienen la misma presión.

Las borrascas son zonas de la atmósfera de baja presión. Las líneas de isobaras son cada vez de más alta presión a medida que te alejas del centro.

Los anticiclones son zonas de la atmósfera de alta presión. Las líneas de isobaras son cada vez de más baja presión a medida que te alejas del centro.

El aire de las borrascas gira en el sentido contrario de las agujas del reloj y de abajo hacia arriba en forma de espiral. Mientras que en los anticiclones lo hace en el mismo sentido de las agujas y arriba hacia abajo en forma de espiral. De esta forma, el aire va desde zonas de alta presión a zonas de baja presión.

Las isobaras que están más cerca unas de otras indican un cambio brusco de presiones, y suelen estar asociadas a fuertes vientos.

El aire de las borrascas suele recoger gran cantidad de vapor de agua cuando están cerca del suelo.

Cuando la temperatura de la atmósfera se enfría el vapor de agua condensa formando gotas microscópicas. Si se siguen enfriando puede dar lugar a precipitaciones.