



A caixa sostible



INTRODUCCIÓN

A Caixa Sostible é un proxecto de divulgación da Ciencia e Tecnoloxía levado a cabo por 12 docentes e investigadores da Escola de Enxeñaría de Minas e Enerxía da Universidade de Vigo e dirixido ao alumnado dos Centros de Ensinanza Secundaria de Galicia. O alumnado do club de ciencia realizou as actividades propostas e o profesorado participou nas diferentes reunións para a coordinación e execución das dinámicas propostas, resultando un proxecto de colaboración entre os investigadores da Escola de Enxeñaría de Minas e Enerxía, o profesorado e o alumnado participante do noso IES.

OBXECTIVOS

O obxectivo principal é fomentar ou despertar vocacións científico-técnicas mediante a implicación do alumnado no desenvolvemento de diferentes actividades guiadas, de tipo experimental, relacionadas con: i) a sostibilidade e eficiencia enerxética do instituto, ii) a eficiencia luminosa do instituto e municipio, iii) a calidade das augas, iv) a xestión sostible dos recursos mineiros da entidade local e v) a posta en valor do patrimonio xeolóxico-arqueolóxico.

Estas temáticas están estreitamente relacionadas cos Obxectivos do Desenvolvemento Sostible (ODS) da Axenda 2030, concretamente cos ODS 4, 6, 7 e 11 e as súas correspondentes metas:

ODS 4. Garantir unha educación inclusiva, equitativa e de calidade e promover oportunidades de aprendizaxe durante toda a vida para todos. Meta 4.7. Asegurar que todos os alumnos adquiren os coñecementos teóricos e prácticos necesarios para promover o desenvolvemento sostible, entre outras cousas mediante a educación para o desenvolvemento sostible e os estilos de vida sostibles, os dereitos humanos, a igualdade de xénero, a promoción dunha cultura de paz e non violencia, a cidadanía mundial e a valoración da diversidade cultural e a contribución da cultura ao desenvolvemento sostible.

ODS 6. Garantir a dispoñibilidade de auga e a súa xestión sostible e o saneamento para todos. Meta 6.3. Mellorar a calidade da auga reducindo a contaminación, eliminando o vertimento e minimizando a emisión de produtos químicos e materiais perigosos, reducindo á metade a porcentaxe de augas residuais sen tratar e aumentando considerablemente a reciclaxe e a reutilización sen riscos a nivel mundial.

ODS 7. Garantir o acceso a unha enerxía alcanzable, segura, sostible e moderna. Meta 7.3. Duplicar a taxa mundial de mellora da eficiencia enerxética.

ODS 11. Lograr que as cidades sexan máis inclusivas, seguras, resilientes e sostibles. Meta 11.4. Redobrar os esforzos para protexer e salvagardar o patrimonio cultural e natural do mundo. Meta

11.6. Reducir o impacto ambiental negativo per cápita das cidades, incluso prestando especial atención á calidade do aire e a xestión dos refugallos municipais e doutro tipo.

ACTIVIDADES

Desenvolvéronse catro actividades guiadas, de tipo experimental, relacionadas con:

1. A pegada de carbono
2. A calidade das súas augas
3. A eficiencia enerxética do instituto
4. A eficiencia luminosa do instituto e municipio

Estas actividades permitiron que alumnado e profesorado coñezan o nivel de sustentabilidade que presentan os seus institutos e municipios e a calidade das súas augas.

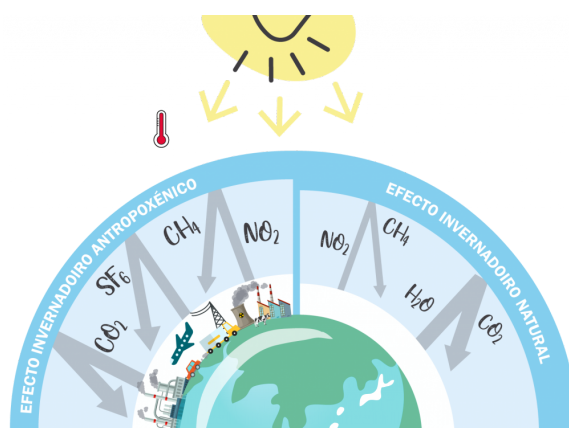
1. A PEGADA DE CARBONO

Introdución:

O efecto invernadoiro é un fenómeno natural mediante o que se consegue reter parte da enerxía solar que incide sobre a Terra entre a súa superficie e a atmosfera, de maneira que é posible manter a temperatura da superficie terrestre ao redor de 15°C (o que fai posible a vida no noso planeta).

Os principais responsables deste efecto son os denominados gases de efecto invernadoiro (GEI), substancias que, en maior parte, se atopan de forma natural na atmosfera.

De entre todos os GEI, o vapor de auga (nubes) é o de maior contribución ao efecto invernadoiro natural, xa que a súa concentración atmosférica está directamente relacionada co clima e co ciclo da auga. Con todo, a presenza do resto de compoñentes queda supeditada a algunhas actividades realizadas polo ser humano. Destacan, entre elas, a queima de combustibles fósiles para producir enerxía e a utilización de certas substancias químicas (fertilizantes, refrixerantes, aerosois etc.).



Como cabe esperar, un aumento da concentración de GEI na atmosfera (especialmente das especies asociadas á actividade humana) induce unha maior retención de enerxía na capa gasosa que envolve a codia terrestre, o que provoca un incremento da temperatura media da súa superficie.

Dende a época da Revolución Industrial (século XVIII), as emisións de GEI de orixe antropoxénica creceron de forma exponencial. Como resultado, a temperatura media da superficie terrestre disparouse ata alcanzar niveis totalmente insustentables para o medio ambiente e trouxo consigo consecuencias devastadoras: cambio climático, destrución de ecosistemas, extinción de especies, desxeo de casquetes polares etc.

Ante esta alarmante situación e a evidencia de tal catástrofe ambiental, algúns dos organismos internacionais de maior entidade (ONU) deciden tomar cartas no asunto. Das iniciativas de maior impacto destaca o [Protocolo de Kioto](#), un acordo asinado por máis de 140 países no que se propón a implantación de políticas ambientais co fin de reducir de forma significativa a emisión de GEI no mundo.

Os GEI para reducir segundo o Protocolo de Kioto son dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), e gases fluorados (hidrofluorocarbonos –HFC–, perfluorocarbonos –PFC– e hexafluoruro de xofre –SF₆).

A partir do Protocolo de Kioto establécense uns niveis máximos de emisións de GEI para cada país participante. Ademais, todos eles están suxeitos a un rigoroso sistema de seguimento e de control para evitar accións que infrinxan as normas establecidas polo protocolo.

Que é a pegada de carbono?

A pegada de carbono (PdC) representa a cantidade de emisións de GEI que son liberadas á atmosfera como consecuencia do desenvolvemento de calquera actividade. Este parámetro permítenos identificar todas as fontes de emisións de GEI e, por tanto, establecer medidas de redución efectivas.

O enfoque do cálculo da PdC varía en función do sistema que se vaia analizar. Por exemplo, pódese aplicar a unha entidade ou organización, ao ciclo de vida dun produto ou á organización dun evento. Neste caso, centrarémonos na PdC dunha organización.

En que unidades se mide a PdC?

A PdC mídese en toneladas de CO₂ equivalentes emitidas. Tómase como referencia o CO₂, xa que é dos GEI que se atopa en maior proporción na atmosfera. Para traducir os valores de emisións doutros GEI a CO₂ emprégase un factor de conversión denominado PCA (potencial de quecemento atmosférico). O PCA describe a contribución ao efecto invernadoiro («grao de dano

á atmosfera») dunha unidade (1 kg) dun determinado GEI en relación cunha unidade (1 kg) de CO₂ durante un período de tempo determinado. Para que vos fagades unha idea, o PCA do metano a 100 anos é de 28, o do óxido nítrico é de 265 e o dalgúns compostos fluorados como o SF₆ ascende a 23 500 (!!).

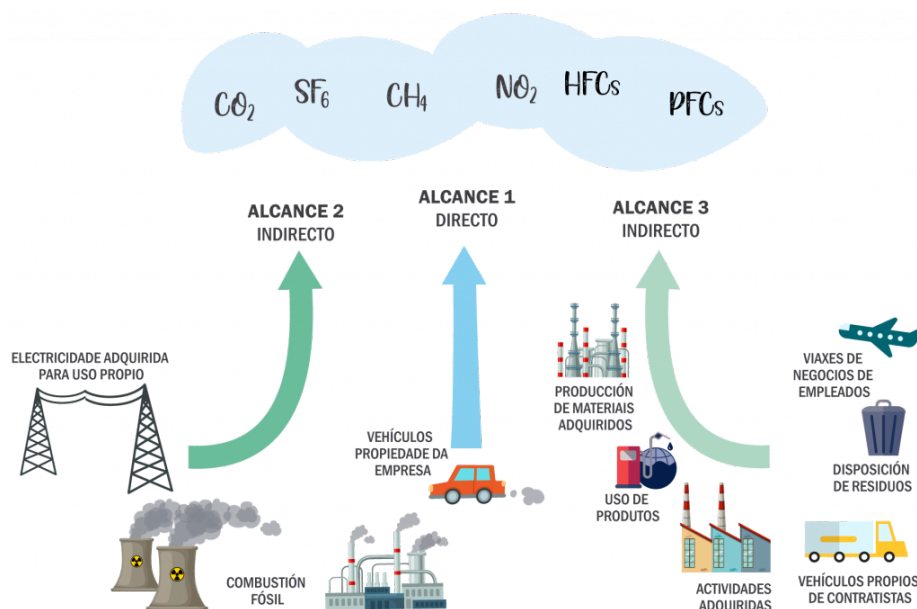
Alcances ou tipo de emisións de GEI

Os «alcances» agrupan as diferentes fontes emisoras de GEI que poden estar asociadas a unha organización. Defínense tres alcances:

Alcance 1: emisións directas de GEI que se orixinan in situ no lugar no que se produce a actividade. Inclúe as emisións asociadas ao uso de combustibles fósiles (caldeiras, fornos, desprazamento en vehículos etc.) en instalacións que son propiedade da entidade. Tamén engloba as chamadas emisións fuxitivas (asociadas a recargas de refrixerantes en sistemas de aire acondicionado, por exemplo).

Alcance 2: emisións indirectas de GEI asociadas á xeración de electricidade que é adquirida (comprada externamente) e consumida pola entidade ou pola empresa.

Alcance 3: outras emisións indirectas. Exemplos deste grupo son a extracción e a produción de materiais que se utilizan, transporte mediante medios externos e outras actividades realizadas por terceiros, pero das que a entidade se beneficia.



Tipos de GEI segundo o seu alcance. Fonte GHG Protocol

Como podemos conseguir unha PdC neutra?

Fase 1. Cálculo: determinación das emisións de GEI e identificación das fontes que máis contribúen á PdC. É indispensable coñecer o nivel de emisións de partida e a súa procedencia para poder atacalas de forma efectiva.

Como se cuantifican as emisións?

É posible determinalas a partir da medición directa con analizadores de gases. Tamén se pode determinar mediante un cálculo indirecto a partir de datos dos consumos (combustibles, electricidade etc.) e un factor de emisión que é característico para cada un deles.

O máis habitual é centrarse nos alcances 1 e 2, dada a complexidade de obtención de datos para calcular o terceiro.

Fase 2. Redución: implementación de solucións que permitan minimizar a emisión de GEI. A maior parte delas pasan pola substitución das fontes de enerxía existentes por renovables, uso de vehículos eléctricos, mellora das envolventes dos edificios etc.

Fase 3. Compensación: se mediante as medidas de redución non somos capaces de neutralizar a emisión de GEI, entón óptase por fomentar actividades cuxo obxectivo sexa absorber ese «excedente» de CO₂ equivalente. E cal é a maneira máis sinxela de volvelo capturar? Plantando árbores! En efecto, as especies vexetais son uns grandes sumidoiros de carbono, que necesitan CO₂ para realizar a fotosíntese. Polo tanto, mediante o apoio a proxectos de reforestación estaríamos a contribuír á redución da PdC.

Material:

- [Guía rápida de uso da folla de cálculo](#)
- [Folla de cálculo da pegada de carbono](#)
- [Exemplo de folla de cálculo cuberta](#)
- [Instruccións calculadora Pegada Carbono](#)
- PC con paquete de software para ofimática (folla de cálculo). Válenos tanto Libre Office coma Microsoft Office (incluiremos as follas de cálculo das dúas).
- Para o cálculo da PdC:
 - Información sobre os sistemas que emprega o centro para cubrir as demandas de calefacción e ACS.
 - Cubertos con sistemas de combustión (caldeira de gasóleo/gas natural ou similar): datos de consumos dos últimos anos. Na súa falta, información sobre o histórico de subministración de combustible para que o alumnado faga unha estimación.

- Cubertos con renovables: enerxía xerada mediante renovables durante os últimos anos. Ano de implantación da medida.
- Cubertos con sistemas eléctricos: non aplica.
- Se os houbera, información sobre consumos de combustible dos vehículos propios do centro. Na súa falta, información que permita realizar unha estimación del (quilometraxe e modelo dos vehículos).
- Datos de consumos eléctricos do último ano (facturas).

Procedemento

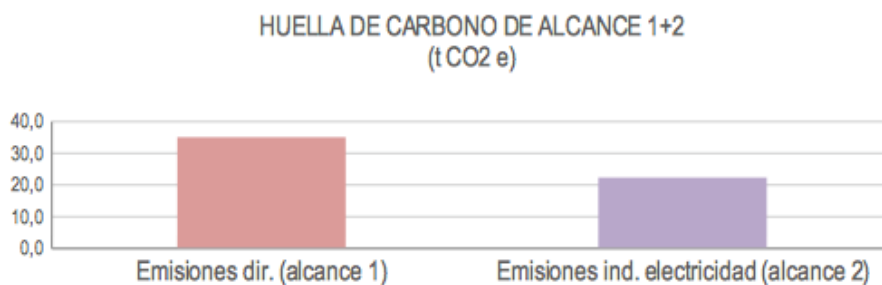
1. Recopilación dos datos de consumos de combustibles e electricidade do último ano.
2. Cubrir os datos requiridos pola folla de cálculo. Inclúese unha guía de uso detallada (ligazón na web e/ou QR na caixa).
3. Análise de resultados.
4. Propostas de mellora e avaliación da súa adecuación.
5. Compensación do excedente de CO₂: selección dun proxecto de absorción.

Resultados

O alumnado, ademais de calcular a PdC do centro para o último ano, foi capaz de propor medidas de mellora que implicarna unha redución dela. Ademáis investigouse sobre os proxectos de compensación de CO₂ e a viabilidade de compensar a nosa PdC para lograr unha PdC neutra.

→ Pegada de carbono do IES para o ano 2022:

	t CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	t CO ₂ e
EMISIÓN DIRECTAS	34.57	4.67	0.28	34.78
EMISIÓN INDIRECTAS	-	-	-	22.06
TOTAL	34.57	4.67	0.28	56.84



→ **Plan de mellora proposto:**

Actuación sobre o consumo en calefacción:

- Melloras na envolvente do edificio que reduzan as infiltracións.
- Reemplazo da caldeira por outra máis eficiente.
- Substitución do gasóleo por biomasa.

Actuación sobre o consumo eléctrico:

- Maior aproveitamento da luz natural.
- Utilización de lámpadas de baixo consumo.
- Instalación de paneis solares térmicos.
- Contratación da Garantía de Orixe da enerxía eléctrica procedente de enerxías renovables.
- Educación e melloras nos hábitos de consumo.

→ **Proxecto de absorción de CO2**

CO2 REVOLUTION. Comunidade de Montes Veciñais en Man Común de Carballedo (Cerdedo – Cotobade). Realiza plantación con *Pinus radiata*, *Cedrus atlantica*, *Salix atrocinerea*, *Betula celtiberica*, *Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Pseudotsuga menziesii* e *Castanea sativa*.

Referencias bibliográficas ou webs de interese para o alumnado:

- [GHG e Protocolo de Kioto](#)
- [Guía para el cálculo de la HdC y para la elaboración de un plan de mejora de una organización](#)
- [Buscador de proxectos de absorción de CO2 \(MITECO\)](#)
- [Proxecto educacional CLIMÁNTICA](#)

2. CALIDADE DAS AUGAS

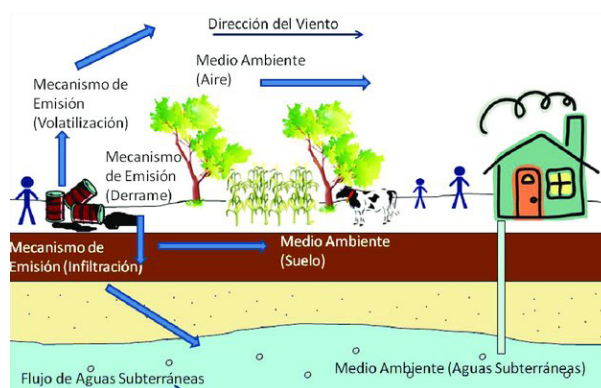
Introdución:

A xestión e a ordenación da auga é un factor primordial á hora de asegurar un desenvolvemento sustentable, polo que a preservación dos recursos hídricos é un desafío transversal que se ten en conta indirectamente nos oito obxectivos de desenvolvemento do milenio das Nacións Unidas. Así, a erradicación da pobreza, a redución da mortalidade infantil ou a conservación do medio ambiente non se entenden sen unha adecuada política de xestión da auga.

Nos últimos anos, a actividade humana estivo asociada a un aumento da contaminación da contorna que incluíu tanto o aire coma o chan e a auga. Aínda que a miúdo o estudo da contaminación se realiza atendendo a esta división, en realidade o habitual é que os contaminantes interactúen entre os tres medios e, finalmente, terminen atopándose nos ecosistemas acuáticos, ben debido a escoamentos ou a deposición atmosférica (Herrygers et al., 2000; González et al., 2002; Sanz, 2005; Arun e Eyini, 2011). A pesar de que recentemente se incrementou a concienciación ambiental da poboación, aínda queda moito camiño por percorrer para chegar a un desenvolvemento sustentable que evite os niveis de contaminación actuais de acuíferos, ríos, lagos, mares e océanos. Por iso, en primeiro lugar, débese definir correctamente o termo contaminación a partir de acepcións ofrecidas por organismos internacionais como a CEE da ONU en 1961: «Unha auga está contaminada cando se ve alterada na súa composición ou estado, directa ou indirectamente, como consecuencia da actividade humana, de tal modo que quede menos apta para un ou todos os usos aos que vai destinada, para os que sería apta na súa calidade natural».

Deste xeito, constátase que a contaminación da auga é unha modificación derivada directa ou indirectamente das actividades do ser humano e que leva unha degradación da contorna e unha alteración do ciclo natural da auga. Neste sentido, o impacto sobre as augas urbanas, agrícolas, comerciais, industriais etc., podería manifestar que:

A contaminación pódese estender desde unhas zonas a outras como desde a superficie terrestre ata os acuíferos ou desde zonas pluviais a mares ou océanos.



Como se pode apreciar na figura 1, a contaminación de augas está intimamente relacionada coa contaminación dos chans e do aire, en liña co explicado previamente.

É innegable que a contaminación sobre o aire e o chan derivará nun impacto negativo sobre as augas, que en último termo afecta á flora, á fauna e ata á saúde humana. De feito, estímase que máis de 10 millóns de persoas falecen cada ano debido a este problema (Fulekar, 2010). Polo tanto, é importante determinar parámetros de calidade das augas que permitan controlar a contaminación e propor estratexias de remediación cando fose necesario. De feito, débese distinguir entre augas gandeiras e agrícolas (contaminadas con excrementos de animais ou residuos procedentes de actividades agrícolas como praguicidas ou fertilizantes), industriais (contaminadas con residuos de industrias moi diversas como a siderúrxica, petroquímica ou téxtil, entre outras) ou domésticas. En xeral, estas actividades demandan gran cantidade de auga, polo

que se necesita implementar sistemas de depuración eficaces que eviten que a contaminación impacte negativamente nos ecosistemas receptores das citadas augas, como as plantas de tratamento de depuración (EDAR) e a potabilidade de augas (ETAP).

Polo tanto, é necesario establecer niveis de referencia e parámetros de control para poder medir a calidade dunha auga que, á súa vez, é a base sobre a que se asenta o marco legal vixente. Neste sentido, a directiva marco da auga (Directiva 2000/60/CE), unha norma básica para a xestión racional da auga na Unión Europea, establece os seguintes obxectivos:

1. Lograr que todas as masas de augas superficiais e subterráneas teñan unha boa calidade.
2. Diminuír os impactos derivados de secas e de riadas.
3. Fomentar a utilización sustentable da auga.
4. Reducir a contaminación das augas subterráneas.
5. Favorecer a protección e a mellora dos ecosistemas acuáticos.
6. Impulsar estratexias para minimizar verteduras.

Deste xeito, para garantir a calidade dunha auga cómpre asegurar que a súa composición se mantén por baixo dos niveis marcados pola lexislación. Así, non deberá presentar substancias químicas, axentes infecciosos ou microorganismos que puidesen dar lugar a efectos nocivos na flora, fauna e saúde humana. Para comprobar a calidade da auga é necesario tomar mostras e realizar diversas análises químicas como son, entre outros, os que se citan a continuación:

- Grao de acidez ou alcalinidade

Mídese mediante a cuantificación do pH, que é un termo acuñado a principios do século xx polo bioquímico danés S. P. L. Sørensen e que se refire ao logaritmo con base 10 da concentración de hidroxenións presentes nunha disolución. Habitualmente, a escala de pH oscila entre 0 e 14; os valores inferiores a 7 son os correspondentes aos ácidos, os superiores a 7 os básicos e os que teñen valor de 7 os neutros (Petrucci et al., 2011). Actualmente, para determinar o pH emprégase habitualmente un eléctrodo sensible aos hidroxenións previamente calibrado con disolucións de referencia cun pH coñecido ou ben mediante indicadores colorimétricos, como o papel indicador proposto no presente traballo.

- Presenza de cloruros

Habitualmente, para eliminar os microorganismos patóxenos dunha auga e evitar a presenza de xermes infecciosos tanto víricos coma bacterianos engádense produtos químicos como os axentes clorados. Habitualmente, utilízase cloro (ou moléculas cloradas como a lixivia) para que reaccione con todos os compostos reductores (materia orgánica, amoníaco etc.) e dea lugar a organoclorados e aminoclorados; continúaase engadindo ata chegar ao momento de ruptura

(break point), onde se consegue un exceso de cloro que asegura a desinfección (Ramírez Quirós, 2005).

- Presenza de microorganismos

Nas augas poden existir diversidade de axentes microbianos que poderían comprometer a súa calidade sanitaria. Así, ademais dos microorganismos habituais presentes en ecosistemas acuáticos (por exemplo, *Pseudomonas*, *Bacillus* etc.), poderían existir certos patóxenos como os procedentes de correntes fecais. Para detectar a súa presenza introdúcese unha mostra da auga nun caldo nutritivo, por exemplo unha placa Petri con peptona de caseína, extracto de fermento, cloruro sódico e un axente solidificante como ágar-ágar.

Polo tanto, nesta actividade preténdese concienciar o alumnado da necesidade de levar a cabo controis de calidade da auga mediante diferentes parámetros básicos como son o pH, a presenza de cloro ou a existencia de microorganismos. Para iso, exponse que os centros reciban o material necesario para que o alumnado poida determinar a calidade de tres augas representativas: unha dunha gran cidade como Barcelona, outra da cidade de Vigo e outra residual. Ademais, propónse que cada estudante recolla unha mostra de auga da súa vivenda ou centro de estudo para comparar os resultados obtidos cos das mostras modelo.

Materiais:

Cinco microtubos de tipo Eppendorf (tres conteñen diferentes augas de Barcelona, Vigo e residual, un contén nitrato de prata 0,03 M e un baleiro para unha mostra de auga do alumnado)

1. Catro placas Petri con medio de cultivo sólido
2. Cinco pipetas Pasteur estériles
3. Catro asas de semente estériles en L
4. Catro tiras de Parafilm
5. Catro tiras de papel indicador de pH
6. [Táboa de rexistro dos resultados da análise das augas no centro \(word\)](#)
7. Un rotulador permanente de punta fina para identificar as placas Petri.

Procedemento

- Presenza de microorganismos. Cunha pipeta Pasteur tomarase unha mostra dunha das augas contidas nos microtubos de tipo Eppendorf e engadiranse dúas pingas nunha das placas Petri. Cunha asa de semente estéril en L esténdense as pingas coidadosamente sobre a superficie da placa tentando manter a máxima asepsia posible. A continuación, sélase cunha das tiras de Parafilm e rotúlase coa data e co nome da mostra de auga.

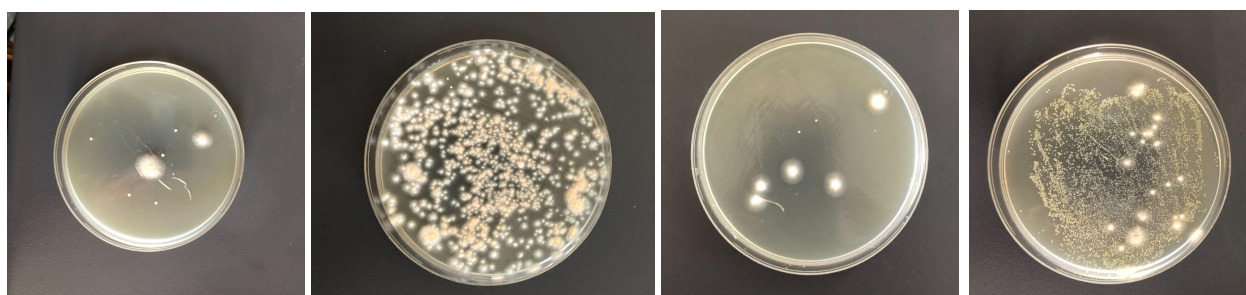
Repítase a operación coas outras mostras de auga e déixanse repousar as placas durante unha semana a temperatura ambiente.

- pH. Introdúcese unha tira de papel indicador de pH nun dos microtubos de tipo Eppendorf ata que se humedeza a metade do papel. Retírase e compárase coa cor modelo para determinar o valor de pH ao que se parece máis (figura 2). Anótase o resultado e repítase a operación co resto das augas.
- Presenza de cloruros. Tómase nitrato de prata 0,03 M do microtubo correspondente cunha pipeta Pasteur e engádenselle unhas pingas a cada microtubo que contén auga. Anotar en cales dos tubos se observa a presenza dun precipitado branco de cloruro de prata, que indicaría cal ou cales das mostras se someteron a un proceso de cloración.

Resultados

O alumnado observou e anotou o aspecto de cada placa e os cambios rexistrados respecto ao momento inicial, ademais de describir a cor e a aparencia tras a observación do anverso e do reverso, e de identificar a natureza dos organismos presentes (fermentos, fungos filamentosos, bacterias). Tomaron fotos de cada placa ao longo do experimento e comparou os microorganismos existentes con fotos de fungos, bacterias e fermentos de xéneros comúns. Por outra banda, compararon o pH de cada unha das augas e discutíuse se estaba no rango permitido pola lexislación. Por último, determinouse que mostras de augas tiñan cloruros como resultado da reacción de precipitación.

Resultados dos ensaios para analizar as mostras de augas no centro			
Mostra	pH	Presencia de cloruros	Microorganismos
Vigo	7	Si	Si (bacterias e fungos)
Barcelona	8	Si	Si (fungos e bacterias)
Instituto	7	Non	Si (fungos e bacterias)
Residual	7	Si	Si (fungos e bacterias)



Referencias bibliográficas que poden resultar interesantes para o alumnado

- Arun, A., Eyini, M. (2011): Comparative studies on lignin and polycyclic aromatic hydrocarbons degradation by basidiomycetes fungi. *Bioresource Technology*, 102: 8063-8070.
- Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeo e do Consello, do 23 de outubro de 2000, pola que se establece un marco comunitario de actuación no ámbito da política da auga.
- Fulekar, M. H. (2010) *Environmental Biotechnology*. CRC Press, Enfield, EUA.
- González, M. N., Orozco, C., Pérez, A., Alfayate, J. M., Rodríguez, F. J. (2002): *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. Editorial Paraninfo, Madrid, España.
- Herrygers, V., Langenhove, H. V., Smet, E. (2000): Environmental Technologies to treat sulphur pollution. En: P. Lens, L. H. Po (eds.) *Principles and engineering*. International Water association, Londres, 281-304.
- Martín-Olmedo, P., Carroquino, M. J., Ordóñez, J. M., Moya, J. (2016): *La salud en la evaluación de impactos ambientales. Guía Metodológica*. Sociedad Española de Sanidad Ambiental, Andalucía, España.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C. (2011): *Química general*, Editorial Prentice-Hall.

-
- Ramírez-Quirós, F. (2005): Desinfección del agua con cloro y cloraminas, Técnica Industrial 260: 54-63.
 - Sanz, J. L. (2005): Control biológico de plantas y enfermedades de los cultivos. En Biotecnología y Medioambiente. Ephemera, Madrid, España.

3. EFICIENCIA ENERXÉTICA

Introdución.

Nesta actividade propónse un método aproximado para estimar a cantidade de infiltracións dun edificio amosando o impacto que estas teñen na demanda de calefacción. As infiltracións son aire exterior que penetra nos edificios de maneira incontrolada, a través de gretas e de aberturas existentes de maneira non intencionada. En época de calefacción supoñen unha demanda térmica para combater, xa que o aire exterior entra a unha temperatura inferior á que temos dentro dos edificios e, por tanto, arrefríanos.

Material

- Un monitorizador de temperatura ambiente e concentración de CO₂. Débese instalar unha aplicación Android no móbil para poder configuralo e acceder aos datos rexistrados.
- Unha conexión USB para alimentar o monitorizador e un teléfono Android onde instalar a aplicación desde a Play Store.
- Material para descargar

[Aplicación XiaoMei Smart](#)

[Folla de cálculo decaemento CO₂](#) (Excel)

[Folla de cálculo decaemento CO₂](#) (Libre Office)

[Exemplo – Folla de cálculo decaemento CO₂](#) (Excel)

[Exemplo – Folla de cálculo decaemento CO₂](#) (Libre Office)

[Manual da actividade Eficiencia Enerxética](#)

Procedemento

O proceso a seguir na realización desta actividade é o seguinte:

1. Descargar a aplicación XiaoMei Smart e sincronizala co sensor.
2. Para realizar as medidas de CO₂, selecciónase unha habitación (aula, despacho, laboratorio, etc.) que posúa unha concentración elevada de CO₂ e que quede sen ocupación ningunha. A habitación pecharase.
3. Apuntarase unha primeira medida de temperatura e CO₂ mediante a aplicación móbil, anotando tamén a hora de inicio do estudo.

-
4. Cando diminúa considerablemente o valor de concentración de CO₂ a partir da visualización dos valores en tempo real recompilados polo sensor e enviados á aplicación móbil, volverase tomar outra medida. Se este valor baixa lentamente, pódese deixar o sensor rexistrando (por exemplo, toda unha noite ou o fin de semana) e, despois, apuntar as medidas de temperatura e CO₂ finais, apuntando tamén a hora de recollida destes datos.
 5. Débese ter tamén a temperatura exterior. A falta de medidas directas, pódese consultar en MeteoGalicia para ter unha boa aproximación.
 6. Introdúciense a continuación os valores obtidos na folla de cálculo descargable na web de A Caixa Sostible e calcularanse os valores de infiltracións e demandas enerxéticas asociadas ás devanditas infiltracións. A folla de cálculo deberase descargar como arquivo Microsoft Excel (.xlsx).
 7. Repetirase o proceso noutras estancias (que teñan contacto coa fachada exterior) e nas mesmas estancias, pero noutros momentos (xa que as infiltracións dependen das condicións exteriores e estas son cambiantes). Coas diferentes estimacións poderase obter unha media realista das infiltracións e do consumo en calefacción asociado a estas. Ademais de establecer o aforro que pode xerar a presenza dun sistema de ventilación mecánico no edificio de estudo.

Resultados

Baseándonos no método científico, realizamos a toma de datos nun único espazo coa intención de controlar certas variables coma o número de estudantes na aula (sempre o mesmo) e a ventilación (deixáronse avisos para non abrir as ventás). Posteriormente, tomáronse medidas noutra aula pero elimináronse xa que, sendo máis numerosa, os niveis de CO₂ descendieron rapidamente o que indica que houbo ventilación na mesma.

No centro desenvólvense actividades lectivas tanto pola mañá como pola tarde-noite. Estas actividades así como o traballo do persoal de limpeza polas tardes dificultou a realización de medidas nun dos edificios.

As infiltracións supoñen unha perda de 1,97 kW aportados pola calefacción, o que significa que nos catro meses de uso de calefacción, 1514,30 kWh son perdidos polas infiltracións. O intercambio de aire supón practicamente un 3% dos custos de calefacción anuais, o que podería considerarse como un dato bastante bo.



Espazo	Volume espazo (m ³)	Concentración CO2 inicial (ppm)	Concentración CO2 final (ppm)	Tempo transcorrido (h)	Temperatura media interior (degC)	Temperatura media exterior (degC)
Aula A22	110,20	500	494	3,00	16,60	6,70
"Aula A22"	110,20	500	495	7,00	19,10	7,00
"Aula A22"	110,20	500	452	6,00	19,00	7,30
"Aula A22"	110,20	500	474	7,00	18,30	7,30
"Aula A22"	110,20	574	482	6,00	18,70	7,00

Resultados medios no edificio	
Caudal de infiltracións (m³/h)	526,81
Carga por infiltracións (kW)	1,97
Energía perdida por infiltracións (kWh/ano)	1514,30
Aforro enerxético medio co sistema recuperación de calor (kW)	1362,87
Aforro medio costes sistema de recuperación de calor (€/ano)	292,88
Custo medio por infiltracións no edificio (%)	2,77%
Custo medio quentar o edificio sen infiltracións (%)	97,23%

Proposta de mellora

- Realización de medidas noutras aulas: sería un dato importante por estar formado, o noso centro, por dous edificios construídos/reformados en épocas distintas. A aula seleccionada está na parte máis nova do centro aínda que conta con fiestras máis antigas que a parte máis vella.
- Consecuencias da pandemia COVID: a raíz da pandemia vivida, a ventilación das aulas pasou a ser unha das recomendacións máis importantes nos centros educativos. Hoxe en día, seguimos ventilando con frecuencia, abrindo as ventás ou deixando a porta da aula aberta polo que resulta complicado relacionar o decaemento de CO2 coas infiltracións.
- Reducir o impacto das infiltracións: a pesar do expresado anteriormente, grazas a este traballo fixámonos en características do centro que ata agora pasaban desapercibidas como as diferenzas entre os volumes das distintas aulas (teitos altos na parte máis vella do IES), no tipo e tamaño das fiestras ou na idade da caldeira, entre outras, valorando a importancia dun bo illamento nos edificios e a relación directa que este ten no aforro enerxético e económico.

Referencias bibliográficas

[Determining Infiltration Rates and Predicting Building Occupancy Using CO₂ Concentration Curves. P. Pearson \(2014\) *Journal of Energy*](#)

4. EFICIENCIA LUMINOSA

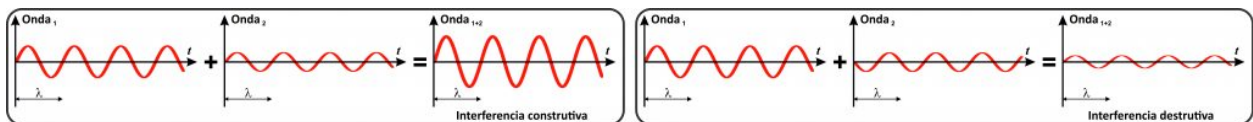
Estamos rodeados de sistemas de iluminación que replican a luz natural empregando tecnoloxías con distinto grao de eficiencia e de impacto ambiental. As directivas da UE van retirando do mercado ordinario diferentes fontes de iluminación (incandescentes –2012–, halóxenas –2018–, vapor de mercurio –2015–, tubos fluorescentes T5/T8 –2023– etc.), pero quedan aínda algunhas destas nas nosas tendas, casas e rúas e que, por normativa, foron relegadas a certas aplicacións concretas na industria e nos centros de investigación.

Outras tecnoloxías aínda empregadas poden ser potencialmente perigosas, como as lámpadas fluorescentes compactas que empregan mercurio ou, como certos led, que emiten unha porcentaxe alta de luz azul. Esta luz azul pode ser daniña en ambientes domésticos, xa que impide xerar a melatonina que necesitamos e provoca problemas de saúde. Tamén incrementa a contaminación luminosa en exteriores ao dispersarse de noite máis a luz azul e crear, por tanto, máis resplandor no ceo, ao mesmo tempo que impacta con risco na fauna nocturna.

Cando, por exemplo, observamos unha luz fluorescente ou unha luz led, a sensación visual pode ser similar á luz solar, que presenta un espectro continuo con todas as cores visibles presentes; con todo, os seus espectros, as lonxitudes de onda emitidas, son totalmente diferentes. Podemos ver o contido espectral da radiación emitida por unha fonte luminosa utilizando o fenómeno da difracción da luz, converténdonos en cazadores de espectros (*spectrumbusters*). Desta forma, coñecendo as características da luz habitual que nos rodea poderemos expor solucións de iluminación máis eficientes e respectuosas co medio ambiente e coa saúde das persoas.

O fenómeno coñecido como difracción prodúcese cando a luz, ou outra onda (onda, radio AM, radio FM, son etc.), atopa na súa propagación obstáculos cuxas dimensións son comparables ou da orde da súa lonxitude de onda λ . Pódese interpretar como unha desviación da súa traxectoria rectilínea que non se debe á reflexión ou á refracción. Ocorre tamén cando incide sobre unha pantalla cunha abertura de similar tamaño a λ . En ambos os casos xérase un gran número de ondas secundarias na abertura ou no obstáculo que se superpoñen para redistribuír a súa enerxía e xerar unha nova onda cuxa intensidade observada moi lonxe presenta, no caso da luz, zonas máis iluminadas e zonas menos iluminadas alternas en sitios e con tamaños inesperados,

segundo a traxectoria rectilínea da luz, e que poden ser explicadas considerando a suma ponderada dependente da súa posición desas ondas secundarias. As zonas máis iluminadas, por exemplo, correspóndense coas rexións onde múltiples ondas secundarias interfírense construtivamente e súmanse en fase para proporcionar unha onda resultante de maior intensidade. As zonas menos iluminadas serán aquelas onde moitas ondas secundarias interfírense destrutivamente e se suman en oposición para proporcionar unha onda resultante de menor intensidade (figura 1).



Esta suma ponderada de múltiples ondas é complicada de realizar se non se consideran certas aproximacións como que as dimensións de abertura do obstáculo sexan moito menor ca distancia entre estas e a zona de observación, e que a fonte se atope moi afastada de abertura do obstáculo, a denominada aproximación de Fraunhofer. Ao máximo de intensidade central denomínaselle orde de difracción cero, os dous máximos máis próximos ao central serán as ordes +1 e -1 e estarán distanciados cunha separación entre os máximos de intensidade de Δ , e así sucesivamente. Os máximos das distintas ordes son semellantes, pero cunha anchura que aumenta e unha intensidade que diminúe segundo a orde aumenta.

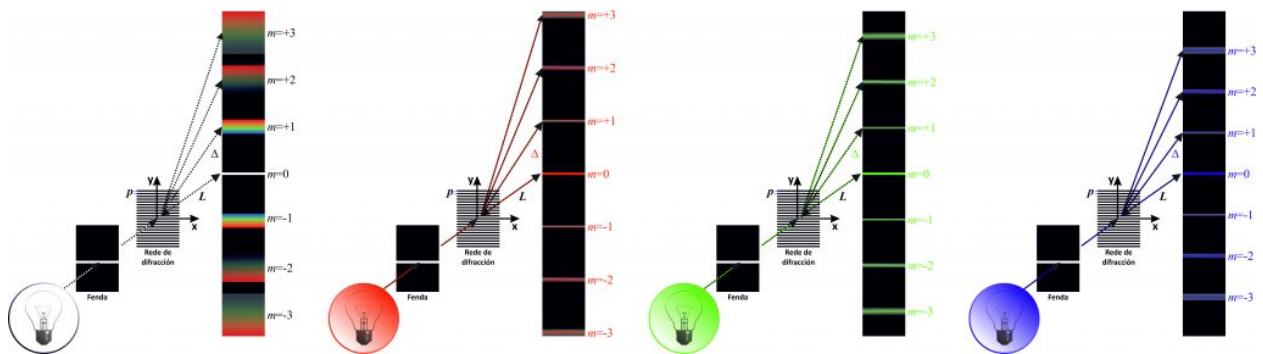
Na nosa vida cotiá a difracción é a responsable de múltiples situacións que observamos a diario como que a) unha onda na auga rodee unha roca; b) unha emisión de radio AM rodee un edificio ou un outeiro ou se é de FM rodee un viaduto, túnel ou ponte; ou c) un son se escoite, por exemplo, detrás dunha porta fóra da liña recta de escoita. Como a lonxitude de onda λ da luz visible é próxima ás décimas de micrómetro, a súa difracción será evidente en principio para obxectos que como moito teñan dimensións entre cen e mil veces maiores, ou se estas son máis grandes en certos casos analizando entón a luz difractada polos bordos do obxecto. Así ocorre cando observamos a) estrelas ou lámpadas a distancia e apreciamos escintileos estrelados debido á difracción nas irregularidades da nosa pupila ou á pequena apertura da cámara que empregamos; b) halos coloreados nos farois, os faros dun coche ou a Lúa ao ser observados a través da néboa onde hai pequenas microgotiñas de auga; ou c) a descomposición da luz en vistosas cores ao ser reflectida por un CD ou DVD debido a sucros microscópicos, separados en xeral respectivamente $1,6 \cdot 10^{-6}$ m e $0,8 \cdot 10^{-6}$ m, empregados para o almacenamento e codificación da información.

Unha das aplicacións máis empregadas da difracción é a análise da composición da luz nun dispositivo denominado espectroscopio, cuxos elementos básicos son unha estreita fenda que

selecciona unha parte da luz e unha rede de difracción na que a luz que a atravesa se desvía un ángulo diferente dependendo da súa lonxitude de onda, a luz azul se difracta menos e a luz vermella se difracta máis. Unha rede de difracción, na súa configuración máis simple, é unha lámina de cristal ou plástico que contén un conxunto de liñas, raias ou fendas moi xuntas que son rectas, opacas, equiespaciadas e alternas con obstáculos semellantes transparentes. O período p dunha rede, tamén denominada constante da rede, é a distancia entre liñas opacas e transparentes moi xuntas e está relacionado coa separación Δ entre os máximos de difracción, a distancia da rede á pantalla de observación $L \gg p$ e a lonxitude de onda λ , na aproximación de Fraunhofer, mediante a seguinte relación:

$$\Delta = \lambda L/p$$

Cando a fonte é policromática temos na orde cero un máximo da mesma cor ca fonte e para ordes de difracción superiores teremos máximos de diferente lonxitude de onda separados espacialmente cunha separación Δ maior canto menor sexa o período da rede p . A separación entre os máximos non depende do tamaño da rede, pero canto máis grande sexa, máis nítidos e intensos serán. O ancho espectral das ordes de difracción depende do contido espectral da fonte e aumenta coa propia orde (figura 2).



Podemos así observar directamente co ollo ou, por exemplo, cunha cámara do móbil axustada ao espectroscopio os compoñentes de iluminación do alumbeamento artificial público e privado, así como calquera luz natural ou artificial, e determinar o seu espectro, unha especie de NIF único e exclusivo do emisor (figura 3). No noso caso a montaxe realízase sobre un recortable/pregable de papel ao que se lle engade un pequeno anaco de rede de difracción lineal de plástico de baixo custo. Isto permitiranos identificar a tecnoloxía da lámpada e relacionala coa súa eficacia luminosa (táboa 1), razón entre o fluxo luminoso emitido ou cantidade de luz que emiten (lm) e a potencia eléctrica consumida (W). Nunha lámpada doméstica pode calcularse tomando directamente os valores da súa etiqueta informativa: eficacia luminosa = $xxx \text{ lm/yyy W}$.

A eficiencia luminosa ten en conta que non toda a cantidade de luz que é capaz de producir unha fonte de luz logo se emite realmente, xa que depende en cada fonte de luz da súa temperatura de funcionamento, os seus compoñentes ópticos e difusores, etc. A eficiencia luminosa, ao ser un parámetro máis complexo, permítenos facer unha primeira clasificación das fontes e pode calcularse como a súa eficacia luminosa dividida polo seu valor máximo posible, por exemplo, 683 lm/W para unha fonte ideal monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz, de acordo coa definición reformulada da candea no sistema internacional.

Táboa 1. Algúns valores medios de eficacia e eficiencia luminosa

Como consumidor, desde setembro de 2021, a nova etiquetaxe enerxética de fontes de iluminación que funcionan coa rede eléctrica presenta unha escala de clasificación intuitiva para a eficiencia enerxética que vai do A, produtos de menor consumo e maior eficiencia enerxética, ao G, maior consumo e menor eficiencia enerxética (táboa 2). Nesta clasificación a eficiencia enerxética coincide directamente coa eficacia luminosa (táboa 2) ou esta multiplicada por 1,176, se polo menos o 80 % do fluxo luminoso total está dentro dun cono cun ángulo de 120° , as chamadas fontes direccionais.

Táboa 2. Clases de eficiencia enerxética na etiquetaxe de fontes de iluminación

Clase	G	F	E	D	C	B	A
Eficiencia enerxética	[... , 85)	[85, 110)	[110, 135)	[135, 160)	[160, 185)	[185, 210)	[210, ...)

Material

1. Recortable para contruir un espectroscopio xunto coas súas instrucións e una rede de difracción de 1000 liñas/mm, é dicir, $p=1\mu\text{m}$.
2. Proporciónase dúas láminas de 15 cm x 20 cm que se deben recortar en 60 tiras iguais (de dimensións aproximadas 2cm x 5cm) para a posible construción de 60 espectroscopios. A rede de difracción proporcionada pode ser substituída por un cachiño de DVD, $p = 0,80 \mu\text{m}$.
3. Cinta adhesiva translúcida.
4. Outros: cartolina negra, coitela (cutter), tesoiras, ferramenta con cabeza chá ou redonda, pegamento, regra, goma e móbil.
5. Material para descargar

[Recortable para facer o espectroscopio](#)

[Instrucións para montar o recortable](#)

[Plantilla de recorte de rede](#)

Procedemento

1. Pega o recortable do espectroscopio nunha cartolina negra e monta o semiparalelepípedo segundo as instrucións impresas. Canto máis estreita sexa a fenda pola que lle entra a luz á caixa, máis definido será o espectro que será seleccionado, tipicamente a orde -1, pero tamén será menos intenso.
2. A orientación da rede de difracción no espectroscopio debe coincidir coa orientación da fenda pola que entra a luz. Cun láser pódese comprobar esa coincidencia que se corresponde, para a posición requirida, cun patrón vertical. Rota a rede e observa os cambios, pois o patrón de difracción depende da orientación da rede.
3. Comproba con diferentes láseres que cores se difractan máis/menos, sabendo que as lonxitudes de onda longas (vermello) se difractan máis ca as lonxitudes de onda curtas (azul) (figura 2).
4. Sitúa a xanela do espectroscopio na cámara do teléfono móbil, dirixe a fenda cara a unha fonte de luz e axusta ata que vexas na zona máis ou menos central unha distribución horizontal de liñas coloreadas, o seu espectro; se é necesario, fixa o espectroscopio ao teléfono móbil cunha cinta aillante ou una goma.
5. Fai unha fotografía do espectro obtido, xogando co aumento si é necesario

O espectroscopio pode montarse tamén na cámara dun PC ou nunha cámara web (webcam). Non dirixas o espectroscopio directamente ao Sol xa que isto podería danar o sensor. Para observar o espectro do Sol abonda con orientar o espectroscopio a calquera outra parte do ceo. O resultado será máis selectivo nun ambiente non contaminado por outras fontes de luz, polo que, por exemplo, busca unha lámpada illada para non contaminar o seu espectro. Afastate da lámpada para considerala puntual, evitando a saturación nas zonas con moita luz. Utiliza en principio o modo automático da cámara. Tamén se pode facer unha fotografía da lámpada sen espectroscopio para rexistrar a sensación luminosa de cor emitida no seu conxunto (laranxa, amarelada, branca, azulada).

Resultados

Examinando os espectros obtidos, podemos entender o fundamento básico de técnicas de análises espectroscópicas que se empregan actualmente en múltiples campos científico-tecnolóxicos que van desde a investigación básica en Bioloxía, Xeoloxía Química ou Física ata a industria, a enxeñería de materiais ou a medicina. Ademais, as características espectrales obtidas pódennos axudar a distinguir entre varios tipos de lámpadas e valorar o seu impacto. Débese obter un espectro continuo para a luz solar, unha lámpada incandescente, a chama dunhas velas ou duns mistos, ...; mentres que se observan liñas espectrales para unha

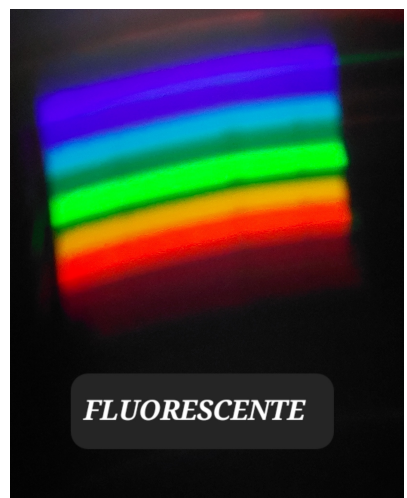
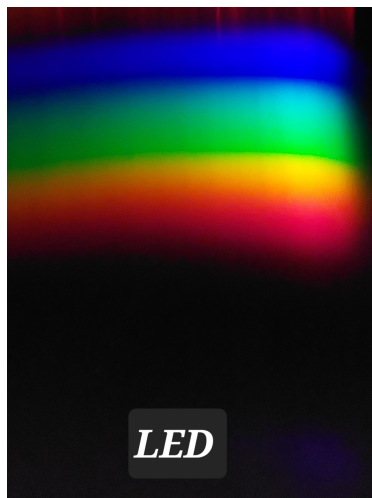
lámpada compacta fluorescente (contén certas lonxitudes de onda emitidas polo mercurio e outros elementos do seu interior), algunha iluminación pública (mercurio-azuladas; sodio-amareladas), etc. Loxicamente as lámpadas do mesmo tipo teñen as mesmas características, pero presentan algunhas diferenzas dependendo do fabricante. As fotografías realizadas cambiarán dependendo do sensor da cámara utilizada. Pódense comparar os espectros obtidos cos da Figura 3 ou con algún Atlas en liña para ser capaz de determinar o tipo de tecnoloxía instalada. Unha vez identificada a tecnoloxía da fonte luminosa pode facerse unha estimación da súa Eficiencia de acordo con a Táboa 1 e unha análise do seu impacto enerxético e ambiental. Os espectros poden compartirse e compararse no propio centro ou con outros centros. Usando o [software Tracker](#) e o espectro coñecido dunha lámpada fluorescente compacta tomada como referencia, pódese facer unha análise da fotografía obtida para ter valores numéricos do seu [espectro de luz](#). Esta análise pode completarse coa información comercial da lámpada de embalaxe individual que desde o 2021 require que figure: a clase de eficiencia enerxética, o consumo de enerxía expresado en kWh de consumo de electricidade por 1 000 horas e un código QR que unha vez escaneado proporciona os datos sobre o produto que figuran no Rexistro europeo de produtos para a etiquetaxe enerxética. Algunhas lámpadas fabricadas con anterioridade poden presentar información noutro formato.

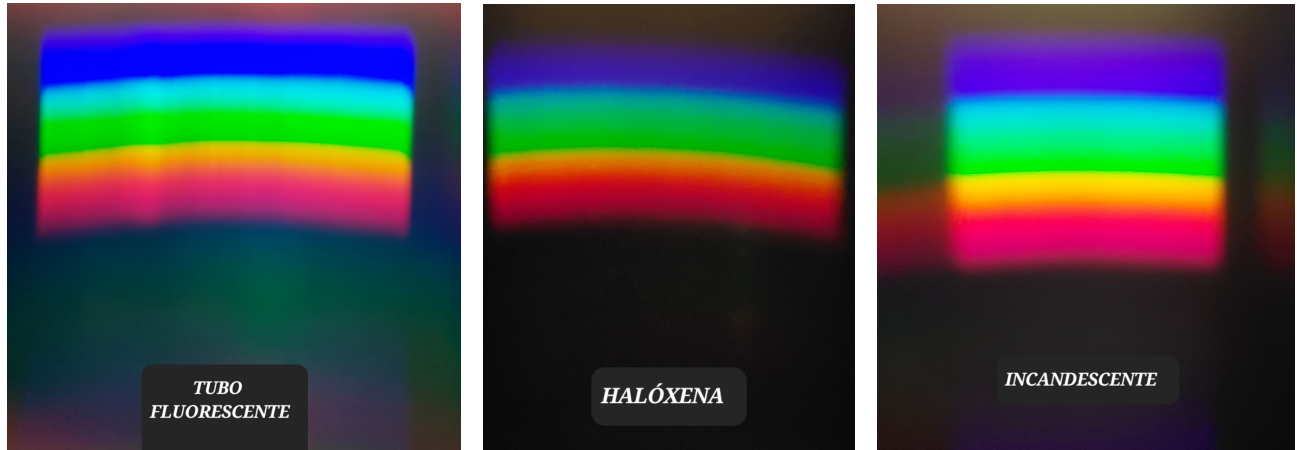
→ **Construción dos espectroscopios:**





→ Observación dos espectros:





→ Porcentaxe de lámpadas de diferente tecnoloxía na casa e no IES, asignándolle a súa posible máxima eficiencia enerxética segundo o fabricante.


Eficiencia	G	F	E	D	C	B	A
IES		20 %	80%				
Casa			40%			60 %	

Propostas de mellora:

- Realización de estudo do tipo de luminarias no centro educativo: no IES temos un porcentaxe (20%) de lámpadas fluorescentes que empregan mercurio e que deberían ser substituídas por outras de mellor eficiencia. Foron substituídas as lámpadas fluorescentes das aulas por lámpadas LED de máis alto rendemento.
- Realización de estudo do tipo de luminarias nas vivendas: os datos recollidos son dun 40 % uso de luz led, que sendo eficiente, pode impedir xerar a melatonina que necesitamos e provocar problemas de saúde. Proponse o emprego de luz led cálida nos ambientes de descanso. Nas vivendas estudadas, o 60 % das lámpadas era halóxenas, con eficiencia enerxética E, según o fabricante.

5. PÓSTER RESUMO COS RESULTADOS DAS DIFERENTES ACTIVIDADES

No seguinte [póster resumo](#) poden consultarse os resultados das diferentes actividades.



Resultados das actividades



IES Laxeiro - Lalín



Pequena de carbono



Eficiencia enerxética



Eficiencia luminosa




Calidade das augas

Datos recollidos

IES Laxeiro

Consumo ano 2022



Electricidade: **86.180 kWh**
 Calefacción (gasóleo): **25.000 l**




Resultados obtidos

Pequena de carbono ano 2022

INDICADOR	UNID.	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
EMISIÓN CO2 EQUIV. (kg)	kg	10.100	10.100	10.100	10.100
EMISIÓN CO2 EQUIV. (t)	t	10.100	10.100	10.100	10.100

Balancedeada 10,10 t/año de CO₂



As infiltracións supoñen unha perda de 1,97 MWh aportados pola calefacción, o que significa que nos catro meses de uso de calefacción, 19,30 kWh son perdidos pola infiltración. O interese de que usades predominantemente un 7% dos cubos de calefacción anual, o que podería considerarse como un dato bastante bo.

Resultados medios no edificio	
Cantid. de infiltración (m³/h)	0,08 01
Carga por infiltración (W/m²)	1,97
Enerxía perdida por infiltración (kWh/año)	18.14 20
Índice enerxético medio do sistema resuspiración de aire (ERA)	0,02 27
Índice medio deste sistema de resuspiración de aire (ERA)	0,02 80
Coste medio por infiltración no edificio (%)	2,77%
Coste medio gaseoso e eficiente por infiltración (%)	27,22%

As infiltracións supoñen unha perda de 1,97 MWh aportados pola calefacción, o que significa que nos catro meses de uso de calefacción, 19,30 kWh son perdidos pola infiltración. O interese de que usades predominantemente un 7% dos cubos de calefacción anual, o que podería considerarse como un dato bastante bo.

Conclusións/Meilloras

Actualización sobre o consumo en calefacción:

- Meillora no envolvente do edificio que reduza as infiltracións.
- Reorientación do cadastro por outro máis eficiente.
- Substitución do gasóleo por biomasa.
- Actualización sobre os sistemas eléctricos.
- Maior aproveitamento da luz natural.
- Utilización de lámpadas de baixo consumo.
- Instalación de paneis solares térmicos.
- Contribución do Corantín de Oive do convenio eléctrico procedente de enerxías renovables.
- Educación e mellora nos hábitos de consumo.

Compensación - Proxecto de absorción de CO₂

- CO2 REVOLUTION.
- Comunidade de Monte Vesulán en Man Común de Carballedo (Bosque - Cabado).
- Plantación con Pinus radiata, Citrus atlantica, Salix atrocinerea, Salix caprea, Salix purpurea, Pinus sylvestris, Pinus pinaster, Pinus maderae e Castanea sativa.

Conclusións/Meilloras

Realización de medidas nos cubos sería un dato importante por estar formado o novo centro, por dous edificios construídos/reformados en épocas distintas. A aula seleccionada está no parte máis novo do centro alínda que conta con factores máis antigos que o parte máis vello.

Consecuencias da pandemia COVID o día do pandemia vivida, a ventilación dos cubos novos, a ser unhas das recomendacións máis importantes nos centros educativos. Hoxe en día, seguimos ventilando con frecuencia, abríndo as ventás ou deixando a porta do cubo aberta polo que resulta compensada relación o decaemento de CO₂ coas infiltracións.

Reforzo o impacto das infiltracións o pesar do esforzo realizado anteriormente, grazas a este traballo evidenciamos en características do centro que cita agora posúen descubertas como as diferenzas entre o volume dos distintos cubos (difer. cubos no parte máis vello do IES), no tipo e tamaño dos fiestros ou no estado do cadastro, entre outras, valorando a importancia dun bo illamento no edificio e a relación directa que este ten no último enerxético e económico.

Conclusións/Meilloras

Realización de estudos do tipo de lámpadas nos centros educativos no IES temos un porcentaje (20%) de lámpadas fluorescentes que emiten mercurio e que deberían ser substituídas por outras de maior eficiencia. Foron substituídas as lámpadas fluorescentes dos cubos por lámpadas LED de máis alto rendemento.

Realización de estudos do tipo de lámpadas nos centros educativos os datos recollidos son dun 40% uso de luz led, que sendo eficiente, pode impedir estar o mercurio que necesitan e provocar problemas de saúde. Propoñe o emprego de luz led alínda nos ambientes de descanso.

Nos vivendos estudados, o 40% das lámpadas era halóxenos, con eficiencia enerxética E, según o fabricante.

Conclusións/Meilloras

Calidade das augas

	Vigo	Borxetón	IES Laxeiro
pH	7	7	6
Cloruro	SI	SI	NON
Microorganismos			

pH
O pH das augas do IES Laxeiro é lixeiramente ácido, o que podería indicar que a auga procede dun lugar con minerais duros. No caso do mostro de Borxetón e Vigo o pH é neutro. Todos os augas se atopan nun pH óptimo para o seu consumo.

Cloruro
A existencia de cloruro nos mostros de Vigo e Borxetón indican que formon sometidos a un proceso de desinfección con cloro. Polo contra, no auga do IES non se detectan cloruro polo que ou ben son sometidos a outro proceso de desinfección (con ozono ou luz ultravioleta) ou ben procede dun río sen tratamento de potabilización.

Microorganismos
En todos os mostros detectámonos crecemento de microorganismos (bacterias e fungos). No caso de Vigo e Borxetón indícase que o tratamento con cloruro non foi suficiente para eliminar a actividade microbiana. Tamén podería explicarse por unha contaminación das mostros durante o proceso. Nos mostros do IES detectámonos principalmente fungos. Para descartar a presenza de Coliformes realizamos outro proba de detección específica, sendo o resultado negativo.

Os resultados obtidos non son concluíntes para afirmar que o auga do IES seia apto para o consumo. O pH atópase dentro dun rango permitido pero o feito de non ter sido dosado implica que pode haber carentes potenciales no perigo que suporía no caso de ser ingerido. O recomendable sería realizar outros probas de detección de carga microbiana para descartar a presenza de bacterias nocivas para a saúde, así como a análise de outros parámetros físico-químicos establecidos na legislación vixente.

En canto ás augas de Vigo e Borxetón, a existencia de microorganismos revela que a cantidade de cloro desinfectante non foi suficiente para provocar un efecto antimicrobiano pleno, polo que a priori, e se descartamos unha contaminación das mostros, non deberían ser destinados ao consumo humano.



