

PARTÍCULAS, AZUCRE E IMPOSTOS.

A física é útil, quen o dubida? Dende hai séculos leva proporcionando coñecemento e ferramentas que facilitan todo tipo de tarefas. Produción industrial, comunicación a distancia, diagnóstico por imaxe, asasinato en masa e moitas outras actividades do mundo moderno veñen sendo facilitadas grazas á aplicación do coñecemento que nos proporciona a física como disciplina científica. Algunhas destas aplicacións son máis importantes, e éticas, que outras, iso está claro. Neste sentido, a física ten sido utilizada para mellorar a máis importante actividade que ten que realizar calquera ser humano adulto contemporáneo: **pagar impostos**, en concreto, impostos relacionados co azucre.

O azucre no século XIX converteuse nun produto esencial para a alimentación global. O crecemento das poboacións urbanas e o requirimento calórico do traballo industrial fixo que o seu consumo medrase enormemente, especialmente en Europa e Estados Unidos. Un produto noutrora reservado a reis e aristócratas da máis alta clase pasou a ser consumido masivamente polas clases populares. Por outra banda, a dinámica dos imperios coloniais sumado ás políticas económicas proteccionistas provocaron que o azucre, ou mellor dito, a sacarosa, fose un produto altamente gravado con impostos. Introducir sacarosa nun país era ruinoso para o importador e lucrativo para as arcas estatais. Tanto máis ruinoso, ou lucrativo, canta máis sacarosa tivese o produto a importar. Agora ben, como saber a cantidade de sacarosa que ten un certo produto? Como determinar a súa pureza? Évos aquí que un fenómeno físico veu en asistencia do aparato recadador estatal: **a polarización da luz**.

A luz é unha onda electromagnética —tamén é un feixe de partículas, os fotóns, pero esquezamos iso momentaneamente para facilitar a comprensión do fenómeno—, e iso significa, entre outras cousas, que vibra. **A luz vibra**, semellante a como vibra a corda dunha guitarra ou ó mar cando zoa o vento. A luz vibra perpendicularmente á súa dirección de propagación —é unha onda transversal— e pode facelo de moitas formas ou, mellor dito, en moitas direccións. Segundo sexa a vibración da luz falamos dun tipo de polarización ou doutro. Así, a luz pode ter unha polarización lineal, circular, elíptica... A luz polarizada linealmente vibra nunha única dirección, por exemplo de arriba abaixo, ou de esquerda a dereita. Na Figura 1 pódese ver a representación dun feixe de luz que pasa por unha lámina polarizadora, a cal soamente deixa pasar a luz que vibra nunha certa dirección, neste caso a dirección vertical. A luz que viña vibrando en moitas direccións queda polarizada linealmente e soamente vibra de arriba abaixo.

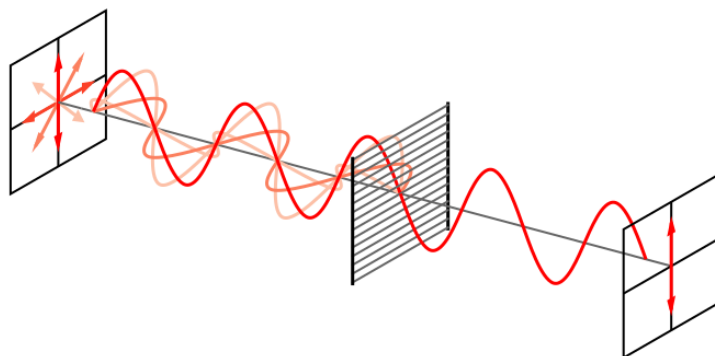


Figura 1. Luz polarizada linealmente. Fonte: wikimedia
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wire-grid-polarizer.svg>.

Por outra banda, a sacarosa é unha substancia opticamente activa: é **capaz de xirar o plano de polarización da luz**. É dicir, se un feixe de luz polarizada que vibra unicamente nunha dirección entra nunha mostra que contén sacarosa, a luz sairá da mostra vibrando nunha dirección diferente á inicial. Por exemplo, se a nosa luz polarizada da Figura 1 entrase nunha mostra de sacarosa, sairía vibrando diagonalmente, xirada pola interacción da luz coas moléculas de sacarosa, que producen este fenómeno pola súa estrutura *quiral*.

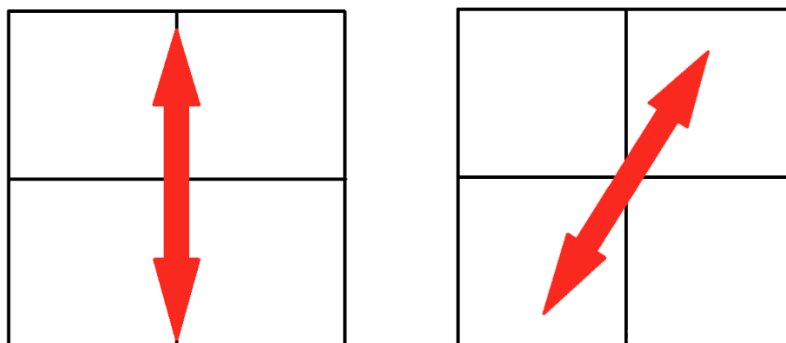


Figura 2. A luz vibra nunha dirección, arriba e abaixo, antes de atravesar a sacarosa, e vibra noutra dirección, diagonalmente, tras atravesala. A sacarosa xirou o plano de polarización da luz.

Canto **maior sexa o xiro** do plano de polarización, **maior é a concentración** de sacarosa que ten a mostra e, seguidamente, **maiores os impostos** a pagar. Así pois, un aparello capaz de medir ese xiro sería útil para determinar a concentración de sacarosa e gravar adecuadamente as importacións de azucre. Ese instrumento existe: o **sacarímetro**, mais a súa consolidación foi complexa e controvertida.

O funcionamento dun sacarímetro é relativamente sinxelo: trátase dun sistema óptico formado por unha fonte de luz, un polarizador, a mostra a medir, un segundo polarizador e un humano que observa a luz que atravesa o sistema. Primeiro calíbrase a posición dos polarizadores ata que o humano consegue ver certa imaxe —a cal dependerá do tipo de sacarímetro, pode ser a igualación de dúas cores, a extinción da luz, ou outras—, logo

colócase a mostra de sacarosa, que modifica a imaxe, e o humano debe daquela xirar o segundo polarizador ata achar de novo a imaxe orixinal. O devandito xiro relaciónase coa rotación da luz provocada pola sacarosa e, polo tanto, coa concentración da mostra.

Dende 1883 os laboratorios de aduanas dos Estados Unidos comezaron a utilizar estes aparellos para dar coa pureza de sacarosa das importacións de azucre. Pero as controversias respecto ao seu uso foron constantes durante varias décadas. A consolidación desta tecnoloxía pasaba pola aceptación por parte de todos os axentes implicados: a facenda pública, os empresarios produtores de azucre, os técnicos das aduanas... Todos eles debían aceptar que o aparello era preciso abondo, fiable e estable. Ese consenso implicaba investigar sobre a calidade do método, mellorar o instrumento, formar aos técnicos... Un erro na medición do xiro de poucos graos podía supoñer millóns de dólares en impostos, polo que era esencial dar cunha tecnoloxía adecuada. Pasenño foise acadando un estándar na medición aceptado por toda a comunidade.

Así, versións deste aparello foron aparecendo durante varias décadas, un proceso de mellora que non foi lineal e constante, senón sinuoso e desigual. Unha das primeiras versión do sacarímetro remóntase á década de 1840, deseñado polo científico francés Biot. Logo viñeron moitas outras versións: Duboscq-Soleil, Jellett, Bates... Diferentes fabricantes e científicos procuraron resolver as dificultades que entrañaba o método: como conseguir fontes de luz monocromáticas, de que forma polarizar a luz, con que prismas, como medir a rotación da luz, que substancias usar para a calibración... Todos estes elementos precisaron un complexo proceso de refinamento, producindo no camiño coñecemento tanto técnico como teórico.

O sacarímetro, por outra banda, non foi utilizado só nos laboratorios aduaneiros, tamén foi un aparello común nos gabinetes de física e química universitarios do século XIX e do XX. Eran utilizados no ámbito educativo e no de investigación. A facultade de física da USC conta cun exemplar temperá desta tecnoloxía, fabricado polo fabricante francés Duboscq-Soleil e parte do gabinete da facultade de ciencias dende finais do XIX.



Figura 3. Sacarímetro da marca Duboscq-Soleil da colección histórica da Facultade de Física da USC. Fonte: Sisto e Losada, 2009, Historia da Física na Universidade de Santiago de Compostela.

A física é útil, quen o dubida? A interacción dunhas partículas luminosas coas partículas da sacarosa adquire unha dimensión transcendente cando se mestura co consumo masivo de azucre e as políticas económicas dos imperios europeos no oitocentos. O coñecemento xurdido na estandarización das medidas de concentración de sacarosa móstranos a integración da investigación científica nos ámbitos económico, social e político así como a complexa relación entre o coñecemento teórico e o tecnolóxico.

A polarización, a birrefrinxencia, os fotóns, as moléculas, a quiralidade, a distancia focal, o campo eléctrico e magnético... A física fundamental ao servizo patriótico da facenda pública. Xa saben o que din: **a física somos todos.**