

Patróns de interferencia visual: O efecto Moiré

1. Obxectivo da actividade

Coñecer e comprender o **efecto Moiré**, un fenómeno visual que aparece cando se superpoñen dous patróns repetitivos (normalmente liñas ou puntos) cunha leve diferenza de ángulo ou separación, xerando patróns secundarios ou aparentes que non existen fisicamente. Relacionar este efecto con conceptos ópticos como interferencia, difracción e percepción visual.

2. Contexto e relación coa óptica

O efecto Moiré non é unha interferencia da luz como a que se produce con láseres ou fendas, pero comparte unha base conceptual importante: a combinación de patróns repetitivos que se superpoñen, e que xeran figuras novas e complexas debido ás súas diferenzas.

Na óptica:

- A **difracción** ocorre cando a luz pasa por obstáculos moi pequenos e repetitivos (como fendas moi xuntas). A luz desvíase e forma patróns que dependen da separación e do tamaño das fendas.
- O **efecto Moiré** pode entenderse como unha “interferencia visual” entre dúas mallas ou reixas: aínda que non se trata de ondas de luz, a nosa visión interpreta a súa combinación como se fose un novo patrón flotante ou cambiante.
- Tamén está relacionado co fenómeno de **aliasing**, que ocorre cando intentamos representar un patrón moi fino nunha pantalla ou nunha cámara cunha resolución insuficiente: aparecen formas falsas que non están realmente no obxecto.

O **patrón Moiré aparece cando dúas series de liñas (ou puntos) están case iguais pero non exactamente**. Pequenas diferenzas entre elas (na separación ou no ángulo) fan que a vista perciba franxas novas, máis grandes, que se moven ou deforman.

Analoxía visual: É coma se tiveramos dúas cortinas de tea fina con raias, unha diante doutra. Ao movelas lixeiramente, vemos que aparecen formas que non están nin na primeira nin na segunda cortina. A combinación das dúas crea un debuxo novo que parece flotar por riba.

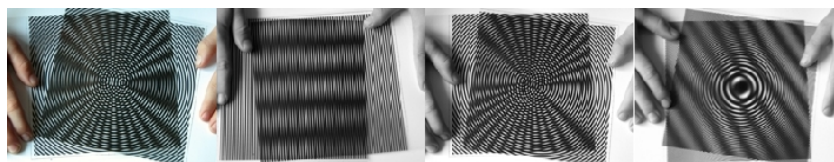


Figura 1: Patrón Moiré ao superpoñer dúas redes lixeiramente desfasadas.

3. Explicación do fenómeno

Cando se colocan dúas follas con liñas ou puntos repetitivos unha sobre outra, e hai unha lixeira diferenza na separación ou na orientación, aparecen novas formas: franxas curvas, ondas ou zonas que cambian ao moverse.

Estas figuras non existen realmente: son unha ilusión óptica producida pola combinación dos dous patróns. A vista non consegue distinguir as liñas individualmente e interpreta o conxunto como un novo patrón.

As características do patrón Moiré dependen de:

- **A separación das liñas** (canto máis xuntas, máis fino será o patrón visual).
- **A diferenza entre as dúas separacións** (canto máis pequenas sexan as diferenzas, máis grandes serán as formas que aparecen).
- **O ángulo entre os dous patróns** (a rotación crea espirais ou curvas).
- **O movemento relativo** (se unha folla se move, as figuras parecen moverse máis rápido ou deformarse).

Resumo simple para explicar a nenos/as ou en infantil

Se poñemos dúas follas con liñas negras moi parecidas unha sobre a outra, e as movemos ou xiramos un pouco, aparecen debuxos novos que se moven, coma ondas ou sombras. Estes debuxos non están nas follas, senón que os fai o noso ollo ao mirar as dúas xuntas.

4. Aplicacións e importancia

O efecto Moiré, aínda que poida parecer só unha curiosidade visual, ten moitas aplicacións prácticas en distintos campos da ciencia e a tecnoloxía:

- **En enxeñaría óptica e mecánica:** Úsase para medir pequenas deformacións ou vibracións en estruturas. Colócase un patrón regular (como unha reixa ou malla) sobre a superficie dun obxecto. Se este se deforma ou vibra, o patrón cambia e aparecen franxas Moiré que indican onde e canto se deformou. É unha técnica non invasiva e moi precisa, utilizada en control de calidade, análise de materiais e enxeñaría civil.
- **En impresión e pantallas:** Ao imprimir imaxes a cor, faise mediante puntos de tinta moi pequenos organizados en tramas de diferentes ángulos (CMYK). Se esas tramas se sobrepoñen mal, fórmanse patróns Moiré indeseados, que afean a imaxe. Por iso, na impresión profesional, os ángulos das tramas están coidadosamente deseñados para evitar este efecto. En pantallas dixitais ou ao facer fotos de pantallas con cámaras, tamén pode aparecer aliasing tipo Moiré se a resolución da cámara e da pantalla entran en conflito.
- **Na arte e no deseño gráfico:** O efecto Moiré úsase de forma creativa para xerar sensación de movemento, volume ou profundidade visual. Os artistas poden superpoñer liñas ou puntos con variacións pequenas para crear ilusións ópticas que cambian segundo o ángulo de visión ou o movemento da obra. Tamén se emprega en libros interactivos, xogos ópticos ou animacións manuais (por exemplo, con acetatos que se desprazan sobre debuxos).
- **Na seguridade e autenticación:** Algúns documentos oficiais ou billetes inclúen patróns Moiré ou microestruturas que cambian ao mover o papel. Isto dificulta a falsificación e permite comprobar a autenticidade cun simple movemento da man.

5. Relación con difracción e interferencia

Aínda que o efecto Moiré non implica a interferencia directa de ondas de luz, como ocorre na difracción, é un fenómeno visual moi parecido que nos axuda a entender eses conceptos.

- Na **difracción**, a luz pasa por fendas ou reixas moi finas, e as ondas que saen interfíren entre si: nalgúns puntos súmanse (máximos de luz) e noutros anúlanse (mínimos de luz).

- Nos **patróns Moiré**, en vez de ondas, o que interactúan son liñas ou puntos impresos. Segundo coincidan ou se desfasen, vense zonas máis claras ou máis escuras, creando un patrón novo.

Este paralelismo pódese usar como ponte para introducir conceptos ópticos:

- A idea de **frecuencia espacial**: canto máis xuntas están as liñas, máis detalles pode ter o patrón.
- A **resolución visual**, tanto dos ollos como das cámaras ou pantallas: cando non podemos distinguir todos os detalles, aparecen efectos como o Moiré.
- A idea de **batido** ou “*beating*”, que ocorre cando dúas frecuencias parecidas se combinan (como cando dous sons próximos crean un pulso). No Moiré, pasa algo similar con liñas ou reixas.

Analoxía sinxela

É coma se tiveramos dúas cancións moi parecidas soando ao tempo. Se son case iguais pero non exactamente, ás veces soan máis fortes, outras máis suaves. Coas liñas pasa algo parecido: xéranse franxas novas onde “se solapan ben” ou “non se atopan”.