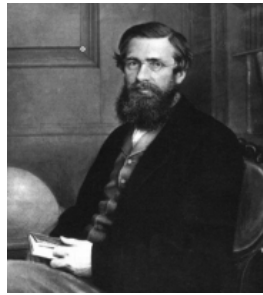


# ESPECIACIÓN



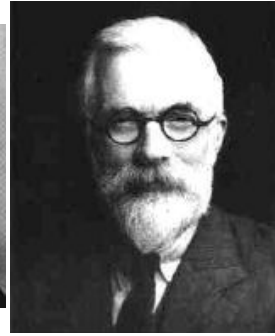
C. DARWIN



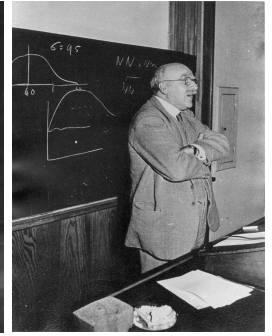
A. WALLACE



G. MENDEL



R. A. FISHER



J. B. S. HALDANE



S. WRIGHT



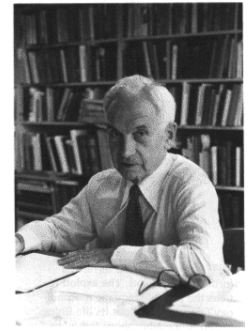
S. J. GOULD



T. DOBZHANSKY



G. G. SIMPSON



E. MAYR

- [CONCEPTO DE ESPECIACIÓN](#)
- [LA HIPÓTESIS NEODARWINISTA](#)
- [TIPOS DE ESPECIACIÓN](#)
  - [Especiación alopátrida](#)
  - [Mecanismos de aislamiento reproductivo](#)
  - [Especiación simpátrida](#)
  - [Especiación instantánea o cuántica](#)
- [TIPOS DE ACCIÓN DE LA SELECCIÓN NATURAL SOBRE LAS POBLACIONES](#)

## CONCEPTO DE ESPECIACIÓN.

Desde un punto de vista biológico, una especie es un grupo de poblaciones naturales cuyos miembros pueden cruzarse entre sí y producir descendencia fértil, pero no pueden hacerlo (o no lo hacen en circunstancias normales) con los integrantes de poblaciones pertenecientes a otras especies. Por tanto, desde un punto de vista genético, se define la especie como la unidad reproductiva, es decir, el conjunto de individuos con capacidad de producir descendencia fértil por cruzamiento entre sus miembros.

Cualquiera que sea el parecido fenotípico entre un grupo de individuos, si los apareamientos entre ellos no produce descendientes (que es lo más habitual) o sólo producen descendientes estériles (como es el caso, por ejemplo, del cruce entre caballos y burros) podemos afirmar que pertenecen a especies diferentes. En algunos casos, cuando las especies que cruzan se han separado hace pocas generaciones (en términos evolutivos), el cruce entre ellas puede que sólo sea estéril en una determinada dirección o que sólo produzca hijos de un determinado sexo (como es el caso del cruce entre las especies *Drosophila melanogaster* y *Drosophila simulans*)

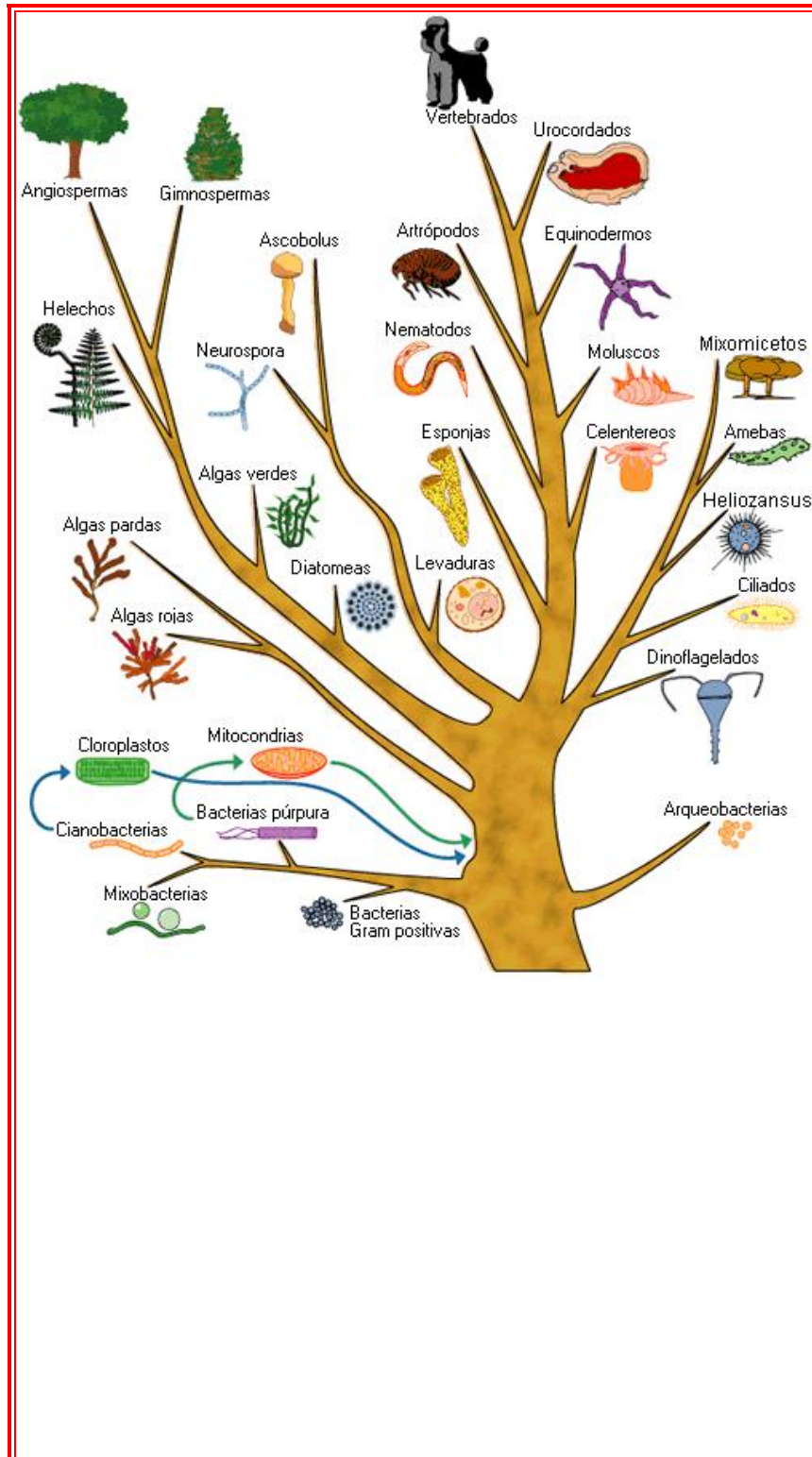
Desde una perspectiva evolutiva, las especies son grupos de organismos reproductivamente homogéneos, en un tiempo y espacio dados, pero que sufren transformaciones con el paso del tiempo o la diversificación espacial. Como consecuencia de estos cambios, las especies sufren modificaciones y se transforman en otras especies o bien se subdividen en grupos aislados que pueden convertirse en especies nuevas, diferentes de la original.

Se conoce como especiación al proceso mediante el cual una población de una determinada especie da lugar a otra u otras poblaciones, aisladas reproductivamente de la población anterior y entre sí, que con el tiempo irán acumulando otras diferencias genéticas. El proceso de especiación, a lo largo de 3.800 millones de años, ha dado origen

a una enorme diversidad de organismos, millones de especies de todos los reinos, que han poblado y pueblan la Tierra casi desde el momento en que se formaron los primeros mares.

Ernst Mayr, afirmaba que las especies se originan de dos maneras diferentes:

- **Evolución Filética**, cuando una especie  $E_1$ , después de un largo período de tiempo, se transforma en una especie  $E_2$  como consecuencia de la acumulación de cambios genéticos.
- **Evolución por cladogénesis**: En este caso, una especie origina una o más especies derivadas mediante un proceso de divergencia de poblaciones que puede ocurrir en un período largo de tiempo o súbitamente en unas pocas generaciones.



El proceso contrario a la especiación es la extinción, que es, en definitiva, el destino último de todas las especies,

como ya lo ha sido del 99% de las especies que alguna vez existieron en el planeta.



## LA HIPÓTESIS NEODARWINISTA

La teoría más difundida para la comprensión del proceso evolutivo fu elaborada, en origen, por Charles Darwin y Alfred R. Wallace en 1858. La hipótesis darwinista consideraba que la evolución de los caracteres se debía, básicamente, a la acción de la selección natural y sus puntos básicos son los siguientes:

- Las especies cambian continuamente, con el tiempo unas se extinguen y aparecen otras nuevas.
- Los cambios se producen mediante un proceso continuo y gradual.
- Todas las especies descienden de un antepasado común, por tanto todos los organismos están emparentados
- La evolución o cambio evolutivo es el resultado de un proceso de selección natural.

El mayor problema de la teoría de Darwin, cuando fue planteada, consistía en que a finales del siglo XIX se creía que la herencia biológica era mezclada, es decir, que las características de los padres se combinaban indisolublemente para formar las de los hijos y, de esta forma, la variabilidad disponible desaparecía. No obstante, en estas misma fechas (1865), Gregor Mendel publicó sus estudios sobre la herencia genética, donde demostraba que la naturaleza de la herencia de ciertos caracteres era particulada, es decir, que ciertos caracteres genéticos se transmitían a través de las generaciones sin desaparecer por efecto de la mezcla. Lamentablemente Darwin nunca supo de los trabajos de Mendel.

En el año 1900, Des Vries, Correns y Tschermack redescubrieron los principios de la herencia particulada y, con ello, se inició el desarrollo de la genética. En los primeros años Hardy y Weinberg publicaron su trabajo sobre el equilibrio poblacional que explica cómo se mantiene la variabilidad genética en las poblaciones.

En los años 30, sobre la base de los nuevos conocimientos genéticos y fundiéndolos con las hipótesis de Darwin, Fisher (1929), Haldane (1932) y Wright (1931) iniciaron el desarrollo de los modelos matemáticos teóricos que desembocarían en la Teoría Sintética de la Evolución o teoría Neodarwinista, que contempla la evolución de las especies como un proceso lento y gradual, consecuencia de la acumulación de pequeños cambios genéticos producidos por mutación, regulados por la acción de la selección natural y sometidos al efecto de la deriva genética y las migraciones. Esta teoría ha sido aceptada como principio general para el estudio de la evolución desde que Theodosius Dobzhansky publicara, en 1937, su libro "Genética y el origen de las especies". Entre los científicos que contribuyeron decisivamente a desarrollar y validar experimentalmente la nueva teoría debemos citar a J. S. Huxley (1942), E. Mayr (1942), G. G. Simpson (1944), G. L. Stebbins (1950), J. W. Valentine (1977) y F. Ayala (1972, 1977). A partir de este momento se considera, como dijo Dobzhansky, que "Nada tiene sentido en biología si no es bajo la luz de la evolución".

En los años 70, la escuela de M. Kimura y Ohta, T. propuso la teoría de la evolución neutralista o no-darwiniana que proponía que la variación a nivel molecular no tenía carácter adaptativo y que, básicamente, aparecía como consecuencia de la mutación y se mantenía en las poblaciones por efecto de la deriva genética. Después de años de agrias discusiones entre seleccionistas y neutralistas se ha llegado a algún tipo de consenso en el que se admite que que evolución de los caracteres morfológicos, etológicos y de comportamiento están muy controlados por la selección, mientras que la variabilidad a nivel molecular es casi universalmente neutra y se mantiene por deriva.

No obstante, como veremos, no todos los cambios evolutivos son lentos y graduales y la observación del registro fósil muestra periodos de estabilidad evolutiva alternados con otros de evolución rápida. Por ello, los paleontólogos S. Gould (1980) y S. M. Stanley (1979) han propuesto un patrón adicional de evolución, conocido como modelo de los equilibrios intermitentes. Este modelo propone que el proceso de evolución es discontinuo en el tiempo y las nuevas especies se forman en períodos muy breves, casi instantáneos en la escala del tiempo geológico, a partir de pequeñas poblaciones periféricas aisladas que, a veces, competirán con éxito con las especies previamente existentes, que pueden llegar a extinguirse. Esta teoría supone que los cambios evolutivos a nivel de especie ocurren como resultado de la selección que actúa sobre las especies (nivel macroevolutivo) que es similar a la selección natural que actúa sobre los individuos que las integran ( nivel microevolutivo)



## TIPOS DE ESPECIACIÓN

El modo más simple de especiación es la **especiación alopátrida o geográfica** que es la que se produce cuando

las poblaciones quedan aisladas físicamente debido a barreras geográficas (ríos, montañas, etc.) que interrumpen el flujo genético entre ellas. Las poblaciones aisladas irán divergiendo genéticamente por efecto de la aparición de nuevos genes mutantes y reorganizaciones cromosómicas, los cambios en frecuencias alélicas debidos a la selección natural y la deriva genética y, con el paso del tiempo llegarán a producir razas distintas que se convertirán en especies distintas.

Cuando desaparezcan las barreras y estas poblaciones vuelvan a encontrarse, si las diferencias acumuladas no son suficientemente importantes, podrían hibridar y fusionarse en una única población que contendría todo el acervo genético acumulado. No obstante, los acervos genéticos de las poblaciones pueden haber divergido hasta tal punto que hayan aparecido mecanismos físicos o etológicos de aislamiento reproductivo.

Los **mecanismos de aislamiento reproductivo** son auténticas barreras genéticas que impiden el flujo de genes entre poblaciones y se clasifican en dos tipos según cuál sea el momento en el que actúen:

- *Mecanismos de aislamiento precigóticos* que tienen lugar antes de la fecundación o en el momento en que ésta se produce e impiden la formación de cigotos. Entre ellos, se pueden mencionar:
  - aislamiento ecológico o de hábitat,
  - aislamiento etológico,
  - aislamiento sexual,
  - aislamiento temporal o estacional,
  - aislamiento mecánico,
  - aislamiento por especificidad de los polinizadores,
  - aislamiento gamético,
  - aislamiento por barreras de incompatibilidad.
  
- *Mecanismos de aislamiento postcigóticos* que tienen lugar después de la fecundación. Entre ellos, se pueden mencionar:
  - inviabilidad de los híbridos,
  - esterilidad genética de los híbridos,
  - esterilidad cromosómica o segregacional de los híbridos,
  - el deterioro de la segunda generación híbrida

Otro modelo de especiación alternativo es el de **especiación simpátrida** que consiste en que distintas poblaciones de una misma especie, que ocupan un mismo territorio, se diversifican debido a la aparición de mecanismos de aislamiento que cumplen la misma función que las barreras geográficas. Estos mecanismos son:

- **Aislamiento ecológico:** Cuando distintas poblaciones se adaptan a vivir en distintos hábitats, caracterizados por diferencias de iluminación, temperatura, humedad relativa y otras variantes ecológicas, dentro un mismo ecosistema.
- **Aislamiento etológico:** Cuando se crean o modifican señales de atracción, apaciguamiento, cortejo sexual, etc. que provocan atracción, huida o ataque.
- **Aislamiento sexual:** Cuando se producen variantes en los órganos reproductores o en la morfología de los gametos que dificultan o impiden la cópula.
- **Aislamiento genético:** Habitualmente derivado de la aparición de cambios cromosómicos que producen esterilidad o falta de viabilidad de los híbridos.

Una situación intermedia entre la especiación alopátrida y la simpátrida es la llamada **especiación parapátrica** que ocurre cuando dos o más poblaciones divergen en territorios adyacentes.

También se han propuesto otros mecanismos de especiación, tales como la **especiación instantánea o cuántica** que corresponde al establecimiento brusco del aislamiento reproductivo. Este proceso puede ocurrir en diversas situaciones:

1. Por efecto de la deriva genética y la consanguinidad.
  - Cuando una población sufre un cuello de botella que provoca una reducción drástica del tamaño poblacional.
  - Que un pequeño grupo de individuos emigre y forme una pequeña población aislada.

- Si disminuye súbitamente el área de distribución de la población central se establecen de pequeños aislados poblacionales periféricos.
2. Por un **cambio súbito del número monoploide**. Estos procesos de especiación son exclusivos del reino vegetal y producen especiación instantánea. Sus tipos son:
    - **Especiación por autoploidía:** En este proceso interviene una sola especie original que, debido a un error durante la meiosis no separa los cromosomas homólogos y produce una duplicación del número de cromosomas, de tal forma que el número monoploide de la especie pasa de ser  $n$  a ser  $2n$ ; el número de cromosomas de la especie resultante de este tipo de procesos será un múltiplo par del número monoploide de la especie original ( $4n$ ,  $6n$  u  $8n$ ). Típicamente, los individuos de la especie resultante tienen gran tamaño.
    - **Especiación por alopoliploidía:** En este proceso intervienen dos o más especies próximas que cruzan para producir un híbrido, que en principio será estéril, que sufre un proceso de poliploidización al no separarse los cromosomas homólogos. Un ejemplo típico de este tipo de especies son las del género *Triticum*; *Triticum durum* (el trigo duro) es un alotetraploide formado a partir de dos especies ancestrales y *Triticum aestivum* (el trigo del pan) es un alohexaploide procedente de un cruce entre el anterior y una tercera especie.
  1. Por un **cambio repentino de la estructura de los cromosomas**. En este caso, lo que sucede es que los cromosomas experimentan cambios estructurales (inversiones, traslocaciones, etc.) que provocan la esterilidad de los híbridos. Los roedores y los drosophilidos han seguido este patrón de especiación, en muchos casos.

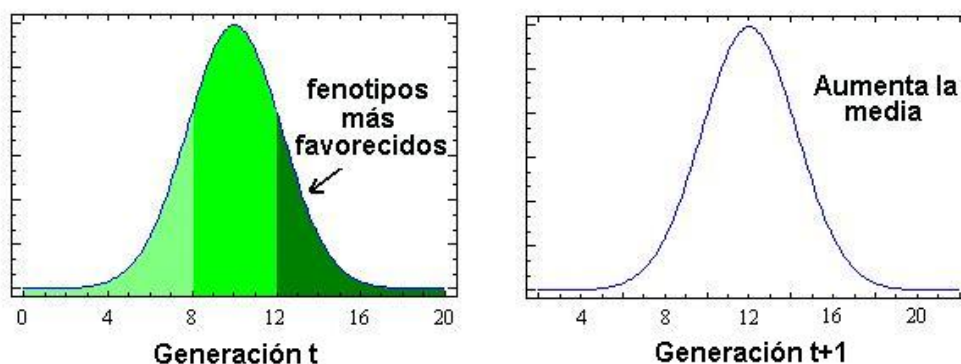


## TIPOS DE ACCIÓN DE LA SELECCIÓN NATURAL SOBRE LAS POBLACIONES

Puesto que la teoría neodarwinista considera a la selección natural como el mecanismo biológico responsable de la evolución tenemos que considerar las distintas variantes que existen dependiendo de la manera en la que actúe sobre la población.

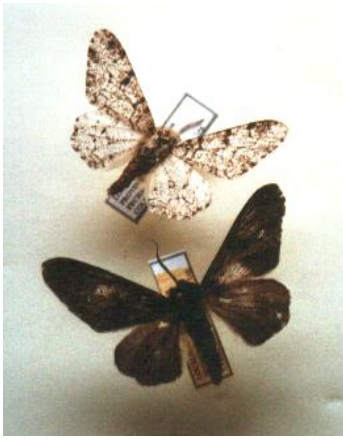
### Selección direccional

La selección direccional tiende a modificar la media de la población favoreciendo a los individuos con fenotipos más extremos en algún sentido.



El caso más conocido de este tipo de selección es el del melanismo industrial en el que se vio implicada la polilla *Biston betularia*. Antes de la revolución industrial solo se observaban mariposas con alas de color gris claro, aptas para camuflarse entre los líquenes que cubrían los troncos de los árboles, siendo rarísimas las polillas de color gris oscuro. Por causa de la revolución industrial, los líquenes de los troncos se oscurecieron y, las mariposas de alas oscuras se convirtieron en la forma que mejor se mimetizaba, haciéndose muy frecuentes, al tiempo que las polillas claras se hacían cada vez más raras.





Biston betularia

Otro ejemplo interesante es el de la resistencia a los insecticidas desarrollado por los insectos. Este carácter es muy raro, inicialmente, pero cuando empezaron a usarse insecticidas masivamente para la prevención de plagas, sólo unos insectos resistentes sobrevivieron y dieron origen a poblaciones resistentes a estos productos. Un caso similar es la aparición de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos, debido a la eliminación de los cultivos de las bacterias sensibles; las que muestran cierta insensibilidad sobreviven y crecen produciendo poblaciones donde se incrementa la probabilidad de encontrar bacterias con mayores grados de resistencia.



Locusta migratoria

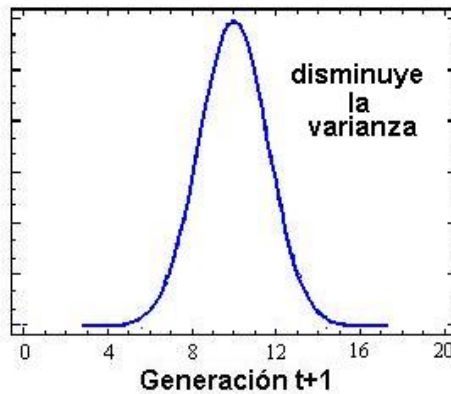
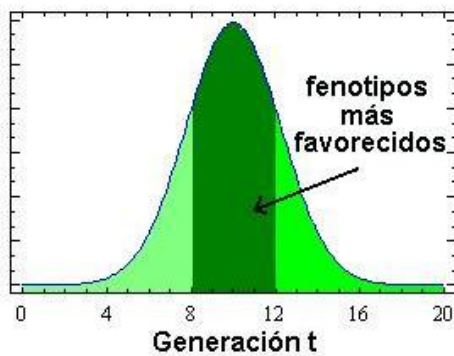


Hormiga tejedora

### Selección estabilizadora

La selección estabilizadora tiende a reducir la variación y favorece a los individuos de fenotipo intermedio.

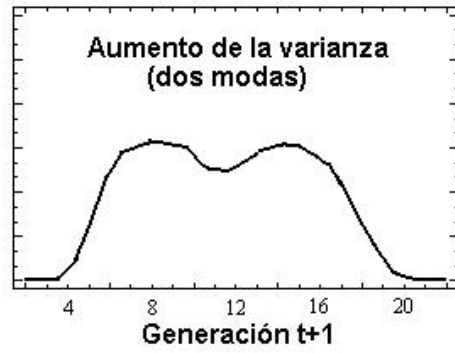
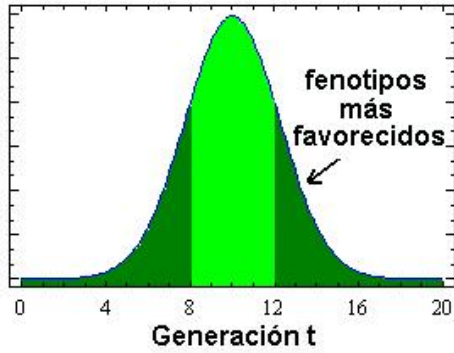
Un caso interesante es el del control del peso en los neonatos. Los niños que pesan significativamente menos o más de 3,4 Kg. tienen porcentajes más altos de mortalidad infantil, mientras que los que mejor sobreviven son los que nacen con un peso entre 3 y 4 Kg.



## Selección disruptiva

La selección disruptiva tiende a aumentar la variabilidad intra-poblacional y, para ello, favorece a los individuos en ambos extremos de la distribución fenotípica. Este proceso puede causar una discontinuidad en la distribución y una distribución bimodal.

Un ejemplo de este tipo de selección es el del salmón *Oncorhynchus kisutch*. En época de cría, la hembra desova y los machos se acercan al nido y vierten su esperma fecundando los huevos. Los machos que logran fecundar los huevos son, por una parte los más grandes, que compiten entre sí (siendo generalmente el ganador el de mayor tamaño) y, por otra parte, los mas pequeños, que exhiben un comportamiento oportunista y logran su objetivo escondiéndose entre las rocas. Como consecuencia, las poblaciones de salmones descienden de dos grupos reproductores claramente diferenciados, y se observa en los machos una gran proporción de los dos tamaños.



↑ Inicio

