



Taller Docente sobre Cristalografía y Crecimiento de Cristales Edición 2017

Asociación Argentina
de Cristalografía

E-mail:
[concursocrecimientocristales
@gmail.com](mailto:concursocrecimientocristales@gmail.com)

Concurso de Crecimiento de Cristales para Colegios Secundarios



Asociación
Argentina de
Cristalografía

Asociación Argentina de Cristalografía (AACr)



<http://www.cristalografia.com.ar/>

La AACr se dedica a difundir la Cristalografía en el país y a nuclear a los grupos que trabajan en este área del conocimiento y/o la usan como herramienta en sus investigaciones. Las temáticas que se discuten son amplias, como lo hace la Unión Internacional de Cristalografía.

Autoridades actuales

Presidente: Dra. Griselda Narda (gnarda@unsl.edu.ar)

Vice-presidente: Dra. Adriana Serquis (aserquis@cab.cnea.gov.ar)

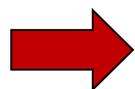
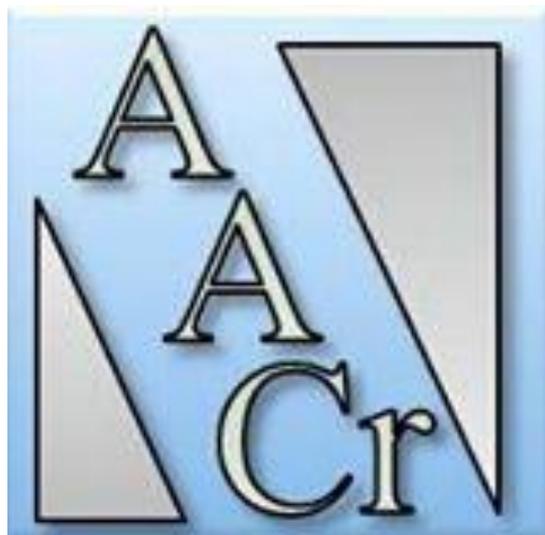
Secretario: Dr. Sebastián Klinke (sklinke@leloir.org.ar)

**Año Internacional
de la Cristalografía
IYCr 2014
IUCr y UNESCO**



<http://www.iycr2014.org/>

Festejos en Argentina



Lanzamiento PRIMERA EDICIÓN

**Concurso de Crecimiento
de Cristales para
Colegios Secundarios**



OBJETIVOS DEL CONCURSO

Objetivos Generales

Transmitir a los alumnos del nivel secundario **conocimientos sobre ciencia y método científico**, mostrándoles a través de una **experiencia concreta** cómo es el proceso de construcción de conocimiento desde el planteo de un proyecto hasta la presentación de los resultados del mismo.

Objetivos Específicos

Divulgar los conceptos fundamentales de Cristalografía y Cristalización

Fomentar las vocaciones científicas entre los estudiantes

Dar a conocer la forma de trabajo en ámbitos científicos

Divulgar la importancia de la Cristalografía en la sociedad





Taller Docente sobre Cristalografía y Crecimiento de Cristales

PROGRAMA DEL TALLER

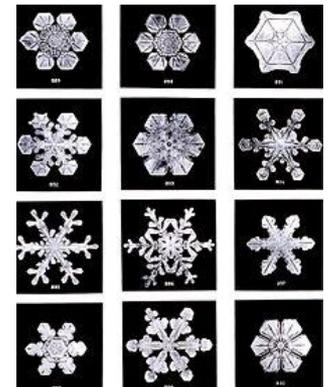
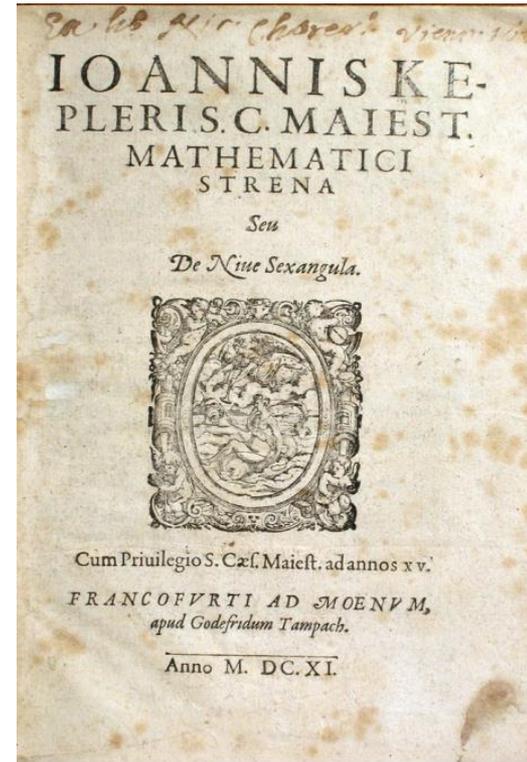
- **Parte 1: Introducción a la Cristalografía. Importancia en nuestra vida diaria. ¿Para qué nos sirven los cristales?**
- **Parte 2: Crecimiento de Cristales: Conceptos generales**
- **Parte 3: Actividades para realizar en el aula – La experiencia del Concurso Nacional de Crecimiento de Cristales para Colegios Secundarios**

¿A qué llamamos Cristalografía?

Entendemos por Cristalografía el estudio de los Cristales.

Inicialmente era **descriptiva** y se dedicaba a registrar las formas de los minerales. Los primeros usos se remontan a miles de años. Por ejemplo, en China se les atribuía propiedades medicinales.

Primer estudio escrito de las simetrías de los cristales: "El copo de nieve de seis ángulos" ("Strena Seu de Nive Sexangula") de Johannes Kepler, realizado en 1611.

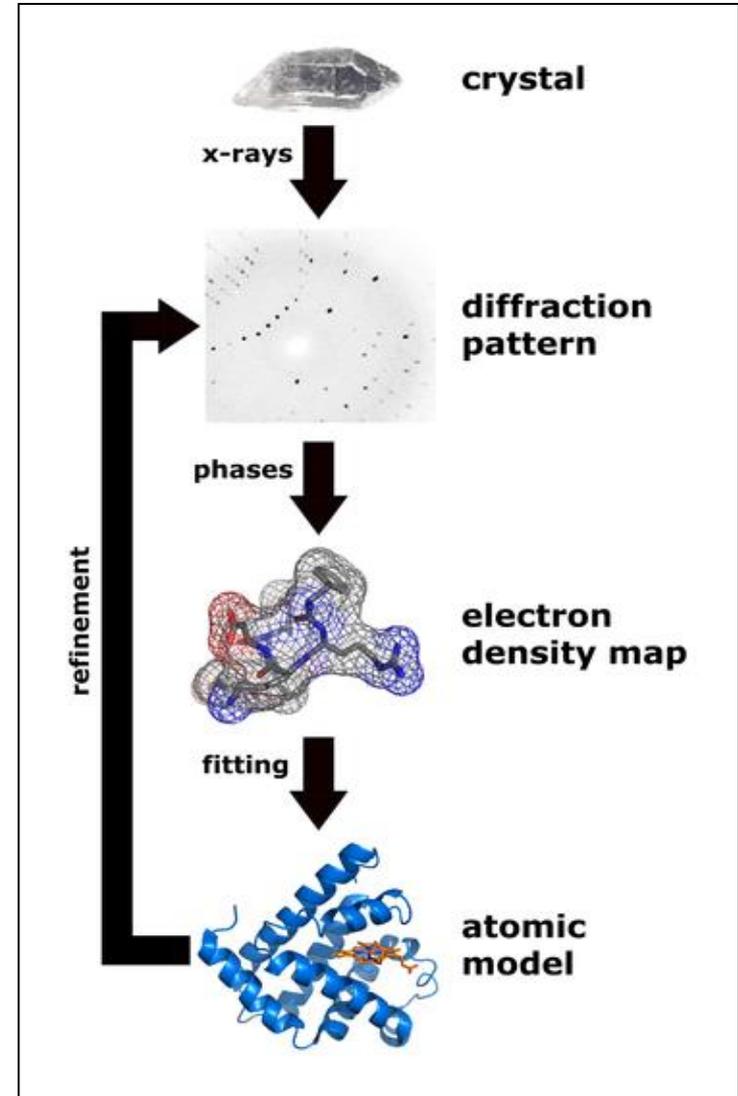


¿Qué es la Cristalografía hoy?

En la actualidad la Cristalografía es la Ciencia que estudia la estructura de los materiales a nivel atómico o molecular, ya que esta información se relaciona fuertemente con las propiedades de los mismos.

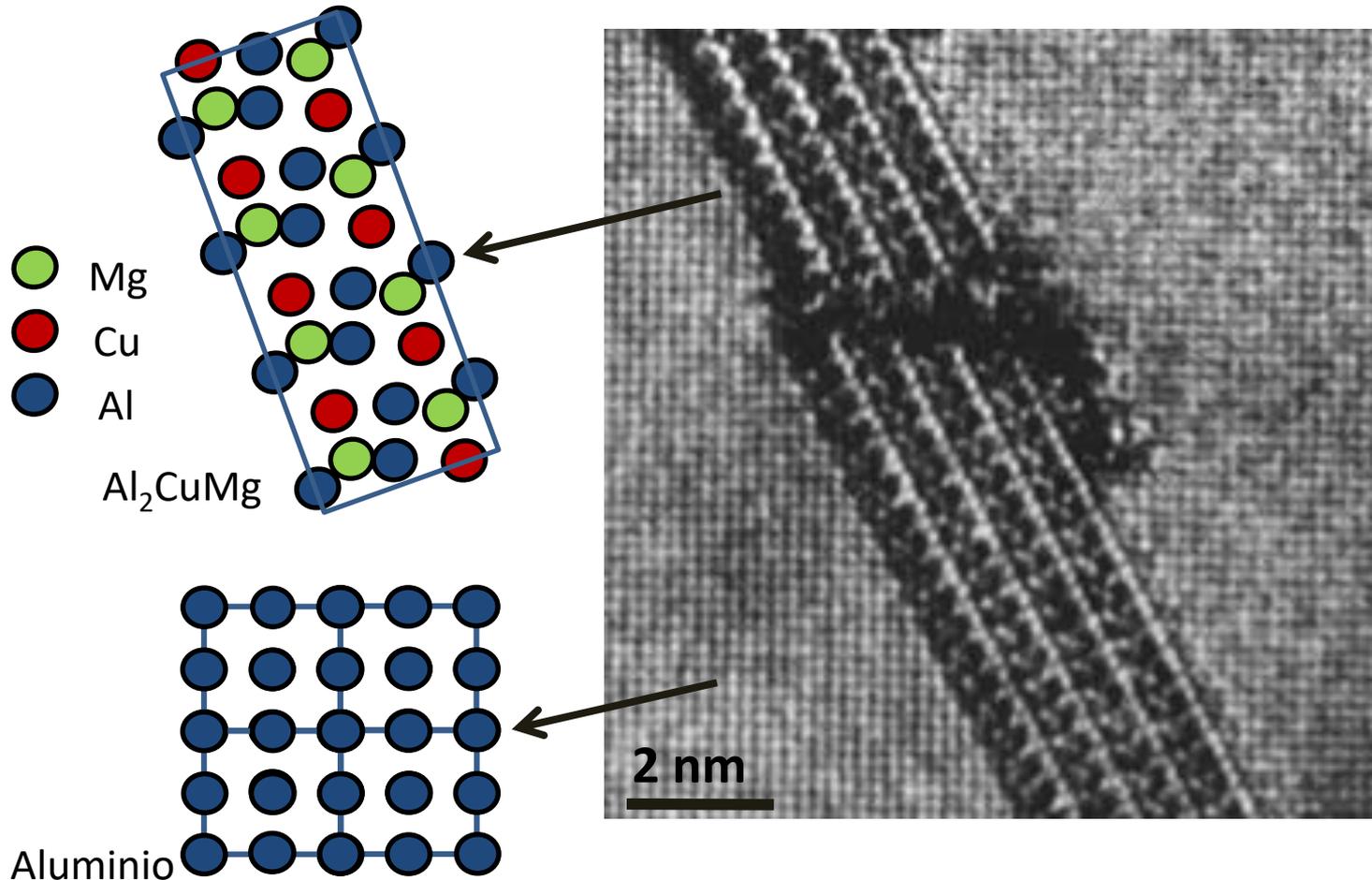
Si bien su desarrollo fue a partir de estudios por difracción de rayos X, hoy en día también abarca las técnicas de difracción de neutrones y de electrones.

Se aplica a todo tipo de material y en muchas áreas.



¿Cómo sabemos que los átomos están ordenados? (1)

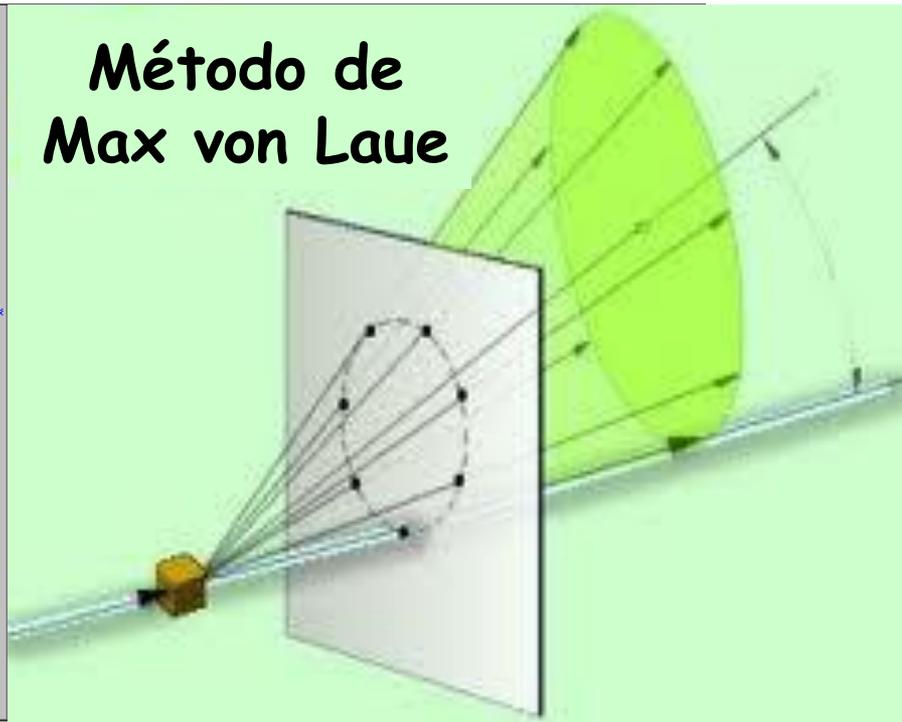
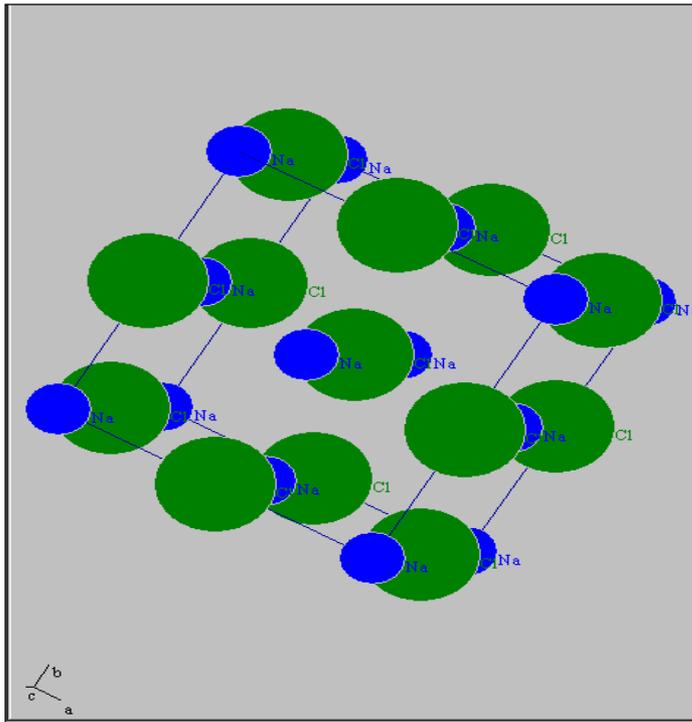
Hoy en día "vemos" los átomos!!



Cortesía Alfredo Tolley

¿Cómo sabemos que los átomos están ordenados? (2)

La Difracción de Rayos X



Las longitudes de onda de los rayos X son similares a las distancias interatómicas en los sólidos: Difracción!!

¿Por qué nos interesa la Cristalografía?

Las propiedades de los materiales dependen de:

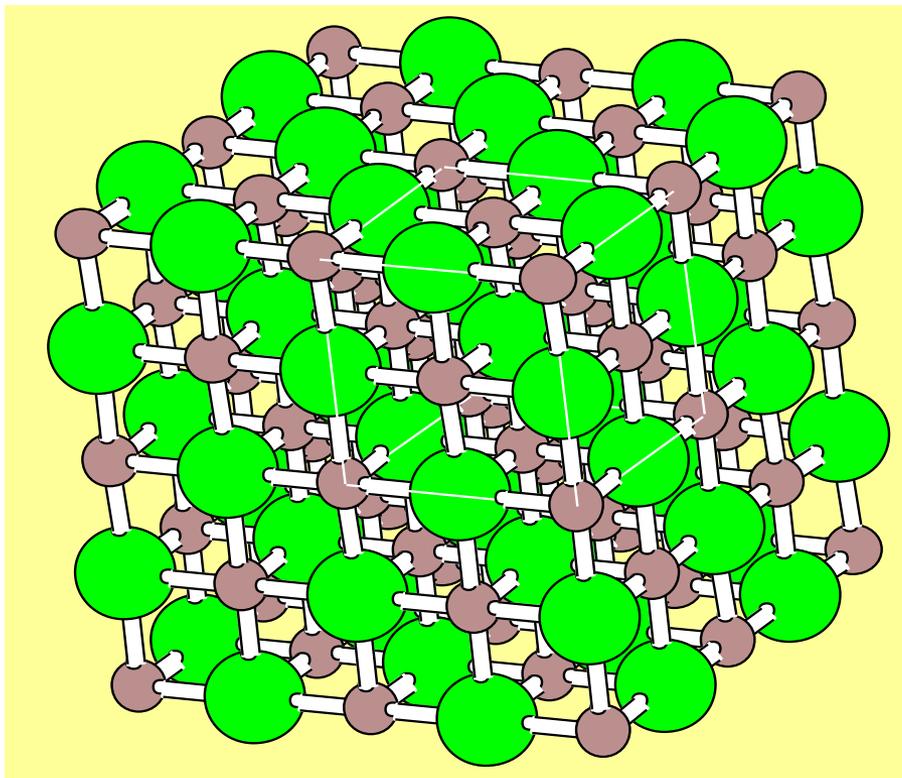
- ✓ La composición química del sólido
- ✓ Las uniones químicas entre los átomos presentes
- ✓ El ordenamiento que presenten los átomos

El secreto de las propiedades físicas, químicas o biológicas de un material muchas veces reside en el ordenamiento atómico

Muchos compuestos presentan polimorfismo (pueden ordenarse de diferentes formas) y es importante asegurar la presencia del polimorfo de interés.

¿A qué llamamos “cristal”?

Denominamos cristal o material cristalino a aquél en el que los átomos, iones o moléculas que lo conforman están ordenados en forma periódica



ESTRUCTURA ORDENADA Y PERIÓDICA

Formada por átomos, iones o moléculas en las **3** direcciones del espacio

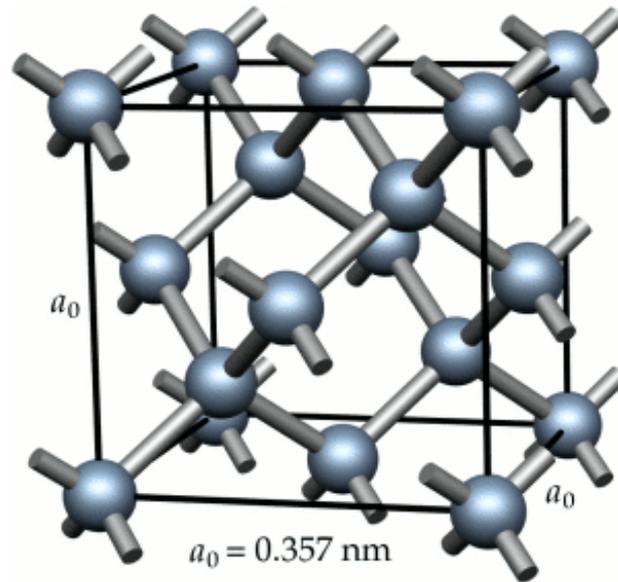
EJEMPLO: LA SAL



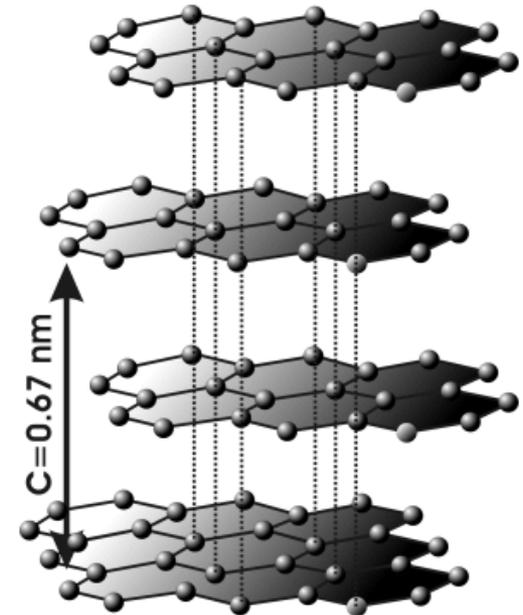
Otro ejemplo: Diamante vs. Grafito

El diamante y el grafito son dos formas del carbono, pero tienen propiedades físicas muy distintas.

El diamante es más duro y transparente. El grafito es mejor conductor y lubricante.



Diamante

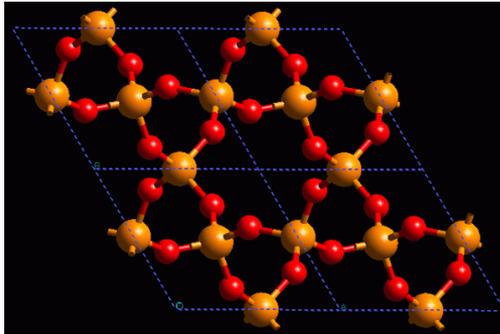


Grafito

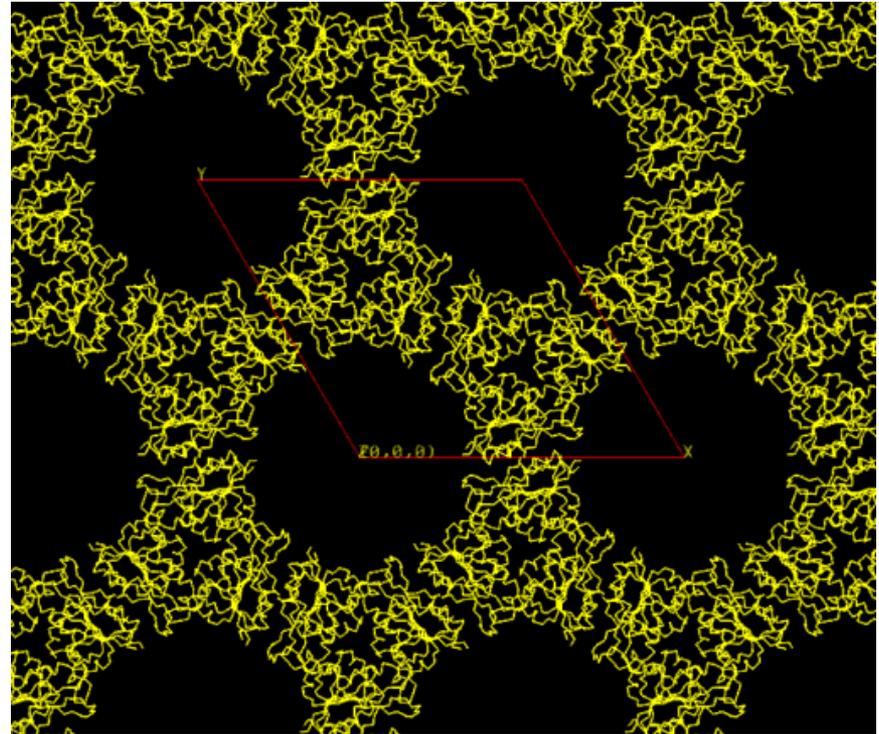
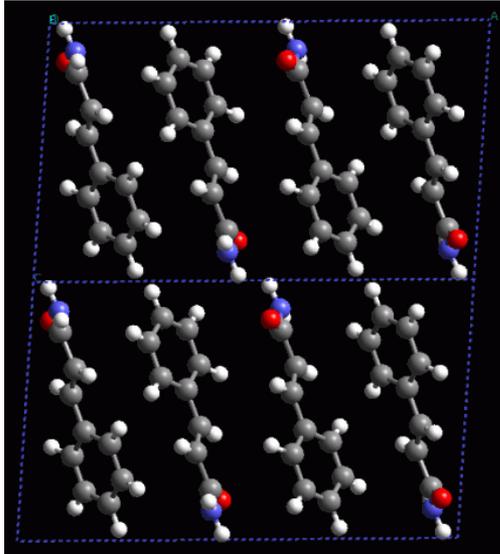
Más ejemplos de estructuras

Materiales más complejos...

Material
inorgánico:
Cuarzo α



Material
orgánico:
Cinnamida



Estructura cristalina de
una proteína: AtHal3

Algunos cristales....



Cuarzo



Rubí



Fluorita



Diamante

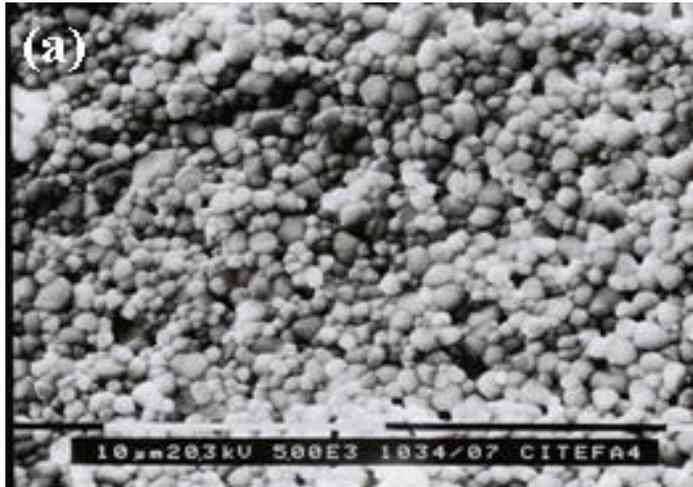


Yeso

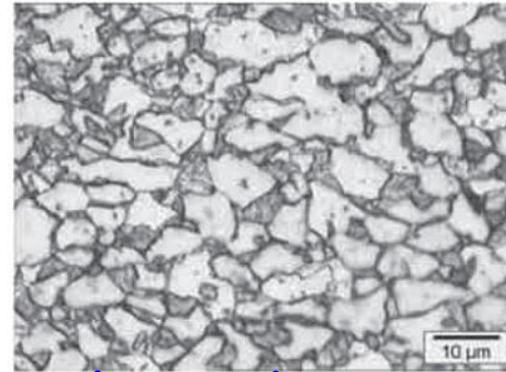
Naica (México)

También son cristales

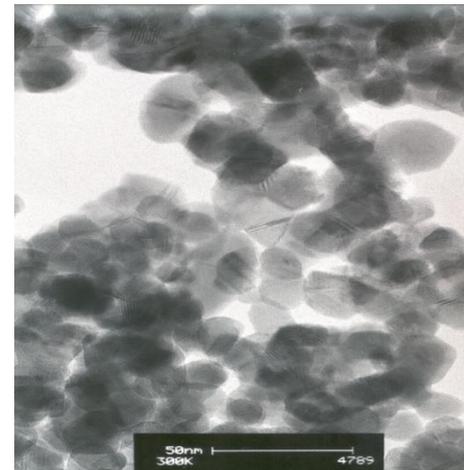
pero se trata de “policristales”...



Cerámicos



Chapa de acero

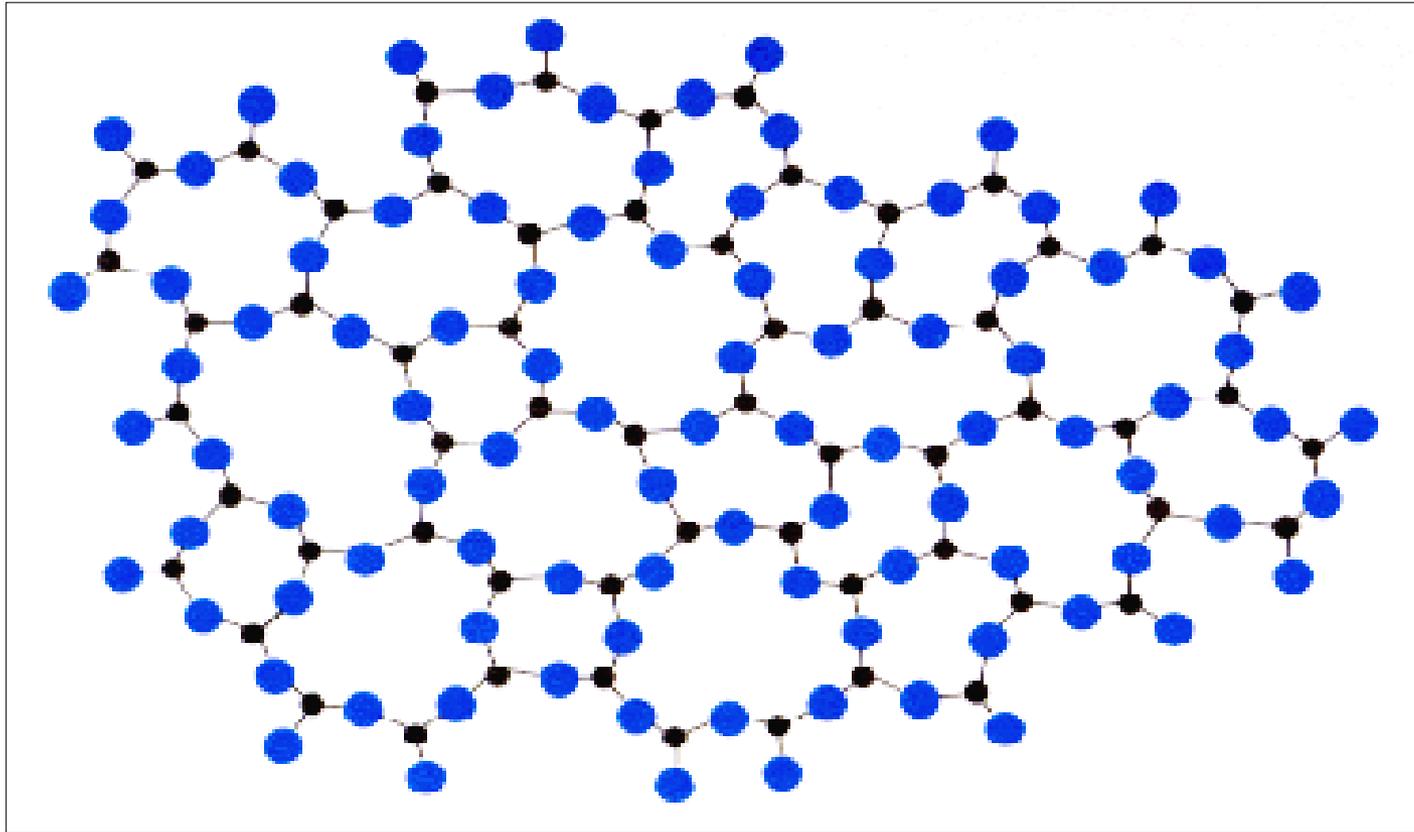


iNano-materiales!

¡Cristales en casa!



Los materiales “amorfos”



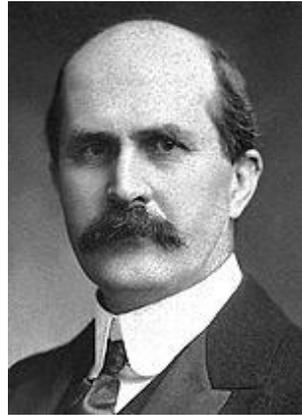
En algunos materiales, llamados “amorfos”, los átomos se encuentran desordenados. Por ejemplo, éste es el caso de los vidrios. En estos materiales, el patrón de difracción es difuso.

La historia de la Cristalografía moderna

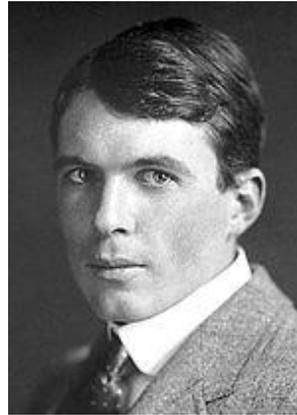
Cien años sorprendentes



M. von Laue



W.H. Bragg



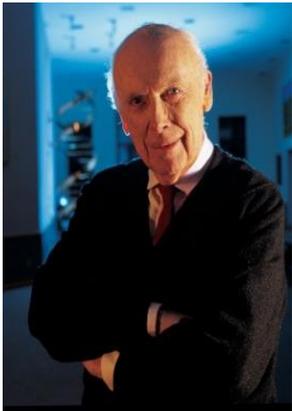
W.L. Bragg



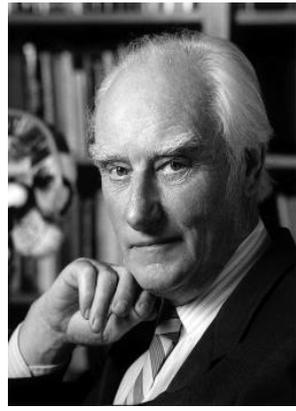
M. Perutz



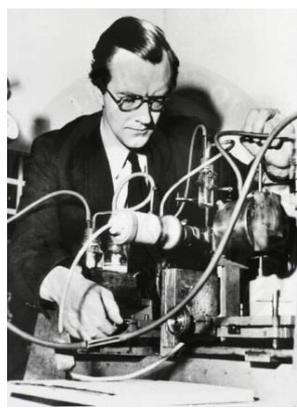
J. Kendrew



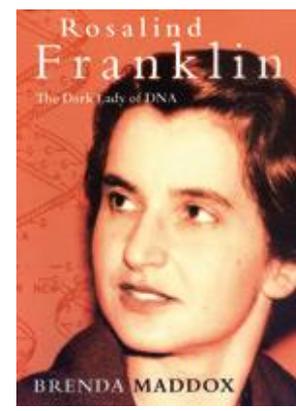
J. Watson



F. Crick



M. Wilkins



R. Franklin



D. Shechtman



Wilhelm Röntgen (1845-1923)

Premio Nobel en Física 1901 por el descubrimiento de los rayos X.

Descubrió (accidentalmente?) los rayos X el 8 de noviembre de 1895.



22 de diciembre
de 1895

Realizó la primera radiografía (analizó la mano de su esposa Berta) el 22 de diciembre de 1895. En pocos días mejoró mucho su calidad.



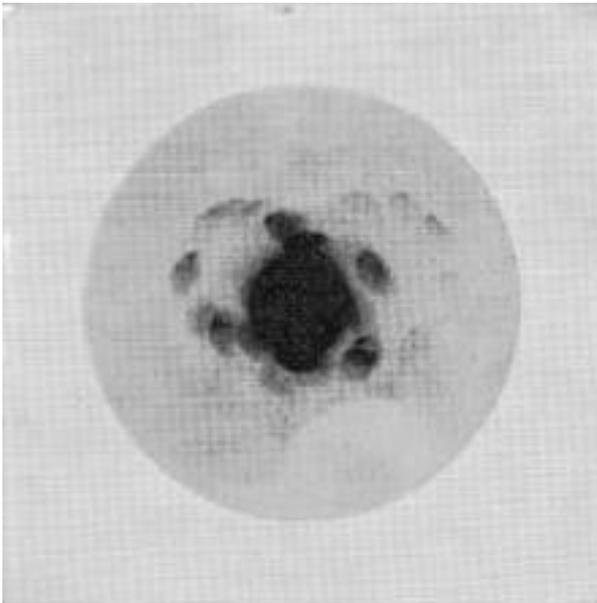
Presentada el
1 de enero de 1896



Max von Laue (1879-1960)

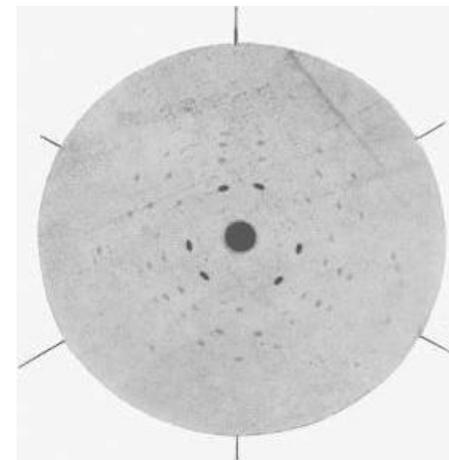
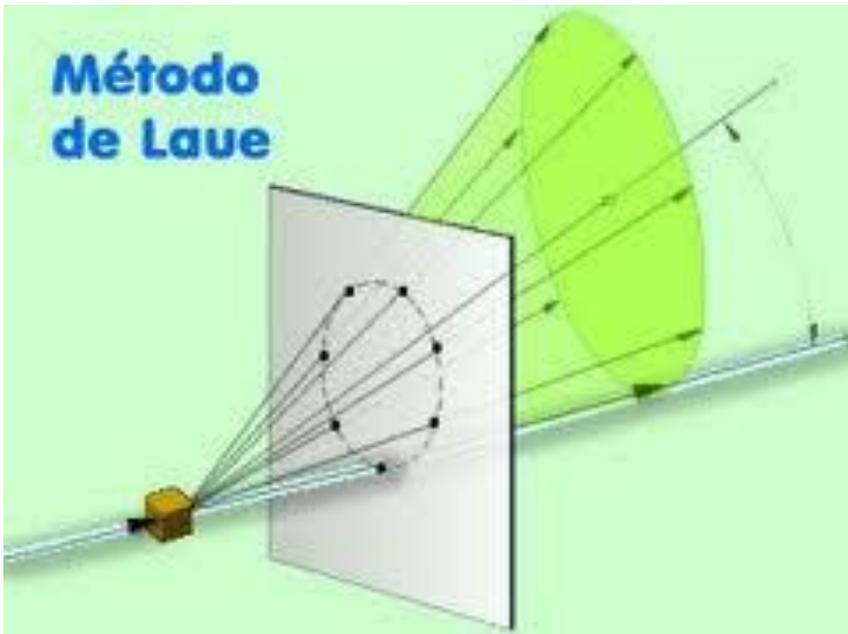
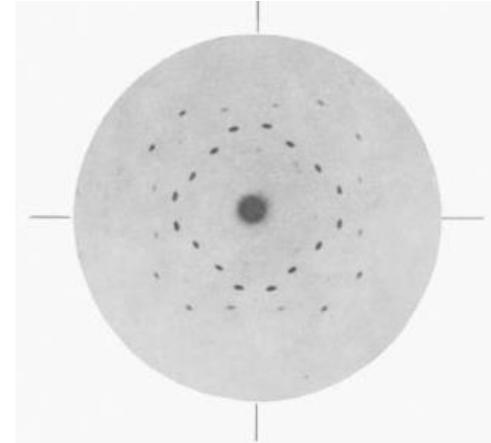
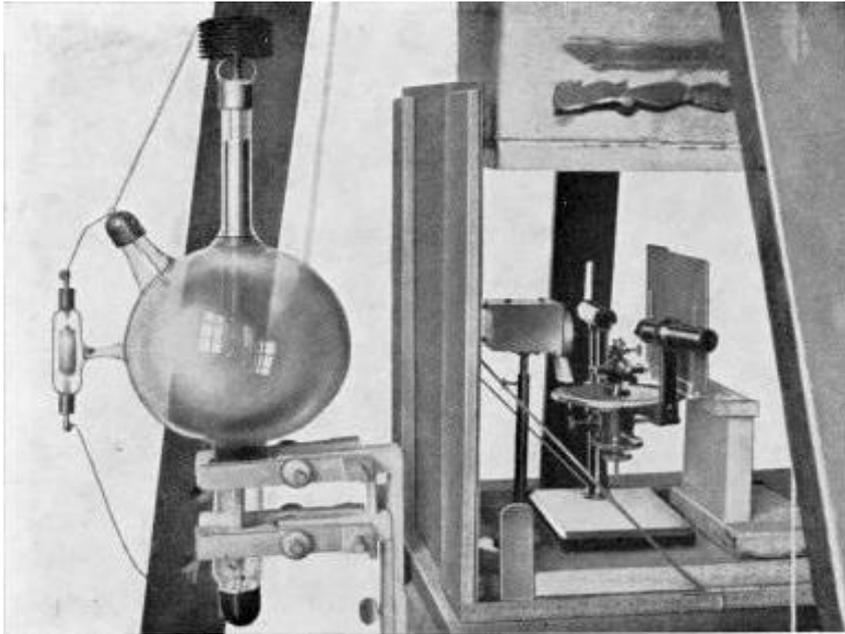
Premio Nobel en Física 1914 por el descubrimiento de la difracción de los rayos X a través de los cristales.

Primer experimento exitoso de difracción de rayos X: 21 de abril de 1912.



Primer patrón medido por Walter Friedrich y Paul Knipping, asistentes de Laue, que demuestra la existencia del fenómeno de difracción.

El experimento...



Ejes de rotación de orden 3 y 4 observados por Laue en ZnS

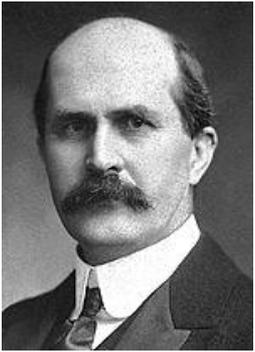


¿Por qué el experimento de Laue fue tan importante para la Cristalografía?

Con su experimento, Laue demostró simultáneamente dos hechos muy importantes:

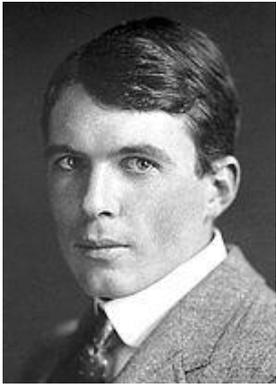
1) Los rayos X son radiación electromagnética de longitud de onda muy corta.

2) La materia está formada por estructuras ordenadas en forma periódica (átomos o moléculas) con distancias características del mismo orden.



William H. Bragg (1862-1942)

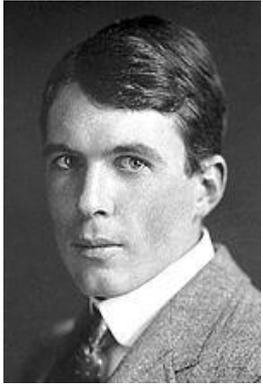
William L. Bragg (1890-1971)



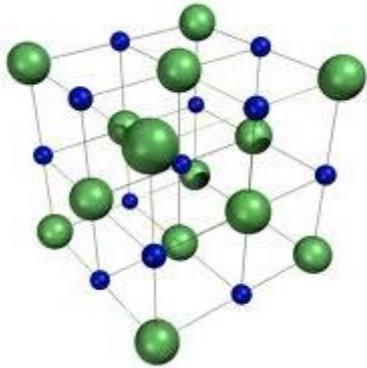
Los Bragg, padre e hijo, recibieron el **Premio Nobel en Física 1915** por sus aportes en el análisis de la estructura cristalina mediante difracción de rayos X.

W.L. Bragg es la persona más joven que recibió un Premio Nobel (a los 25 años!!).

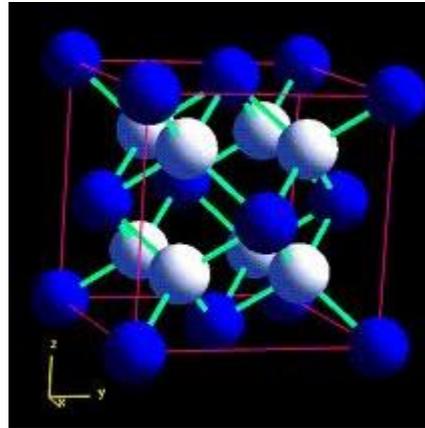
Los aportes más importantes fueron de W.L. Bragg, que logró resolver la estructura de varios compuestos inorgánicos analizando su patrón de difracción de rayos X. **La primera estructura resuelta fue la del cloruro de sodio.**



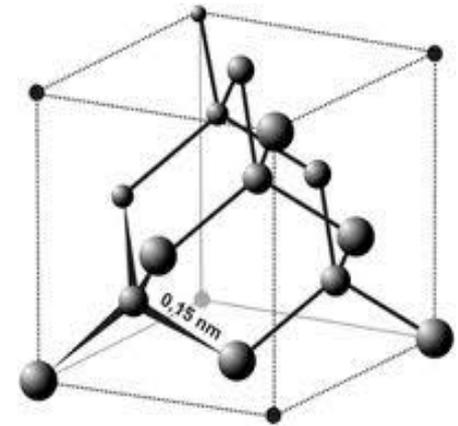
W.L. Bragg publicó en 1913 la resolución de la estructura cristalina de NaCl, KCl, KBr, ZnS, CaF₂ y CaCO₃.



NaCl;KCl;KBr



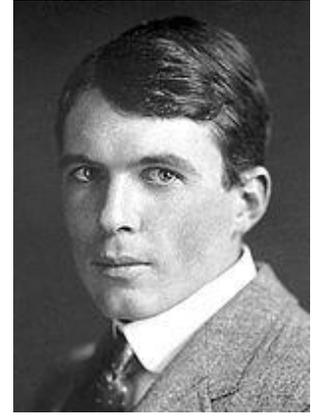
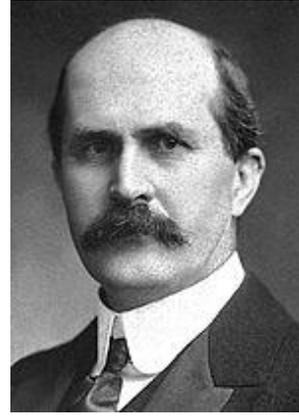
CaF₂



Diamante



W.H. Bragg hizo importantes aportes en el arreglo experimental que permitieron medir con más precisión. Además, resolvió la estructura cristalina del diamante.



W. Röntgen

M. von Laue

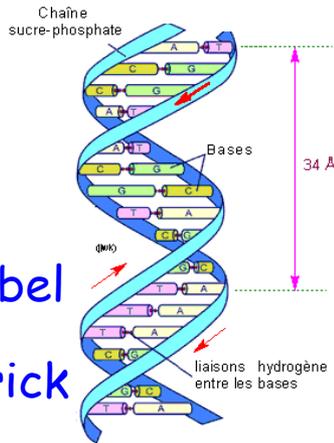
W.H. Bragg

W.L. Bragg

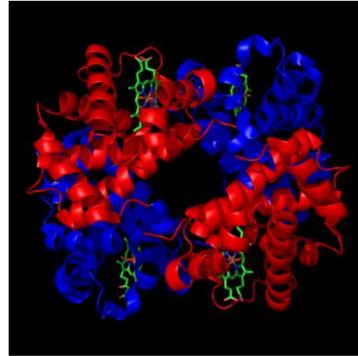
Con estos grandes científicos nace la **Cristalografía moderna** o "**Cristalografía de rayos X**" y se fundan los principios de la **Física y Química del Sólido**, la **Ciencia de Materiales**, etc. Sus investigaciones revolucionaron muchos campos de la **Ciencia**.

¿Qué pasó después?

¡Se encontraron aplicaciones sorprendentes!



El ADN:
Premio Nobel
1962
Watson, Crick
y Wilkins

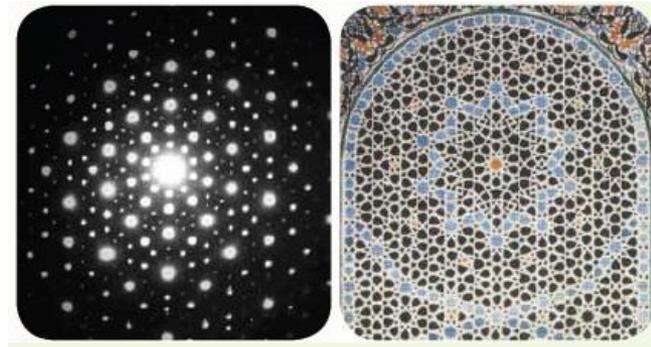
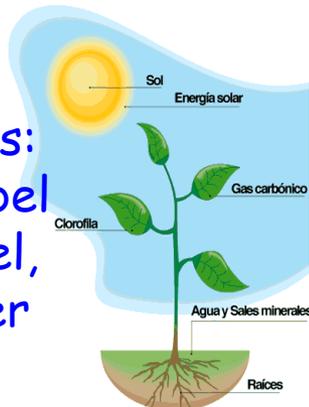


La hemoglobina: Premio
Nobel 1962 M. Perutz



La penicilina y la insulina:
D. Hodgkin (Premio Nobel 1964)

La
fotosíntesis:
Premio Nobel
1988 Michel,
Deisenhofer
y Huber

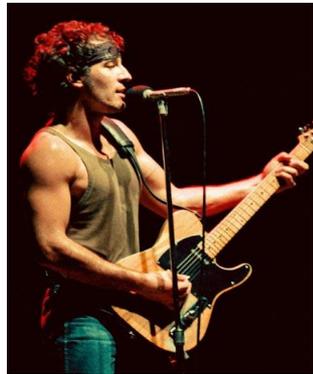
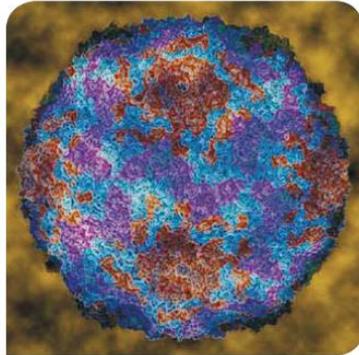


Los cuasicristales: Premio
Nobel 2011 D. Shechtman



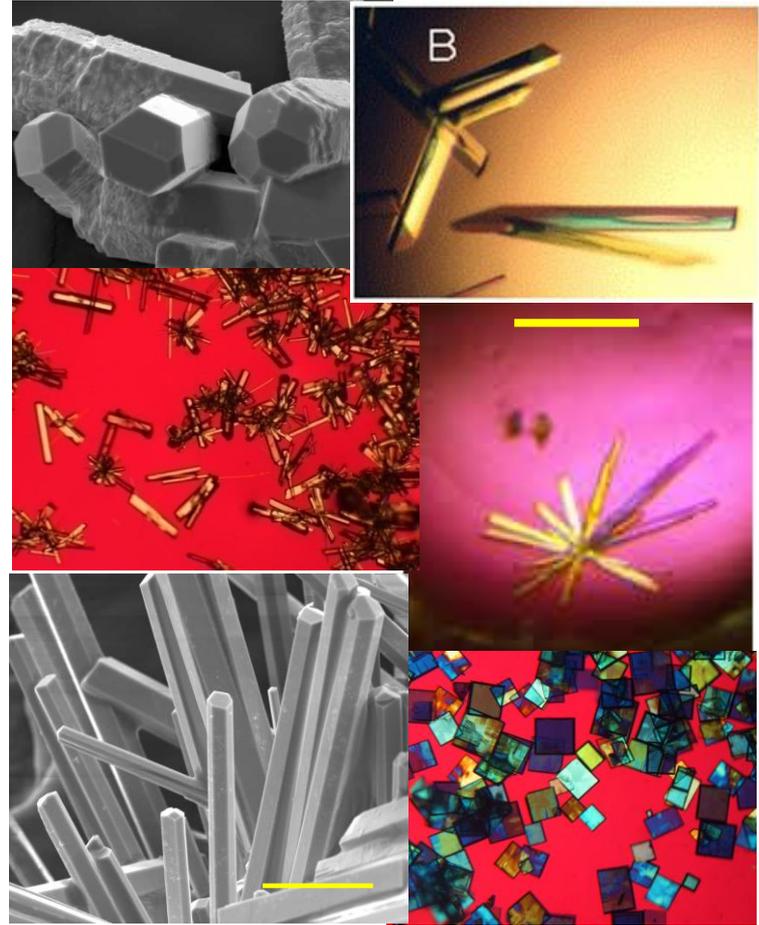
¡La Cristalografía
llega a Marte!

¡La Cristalografía está en todo lo que nos rodea!



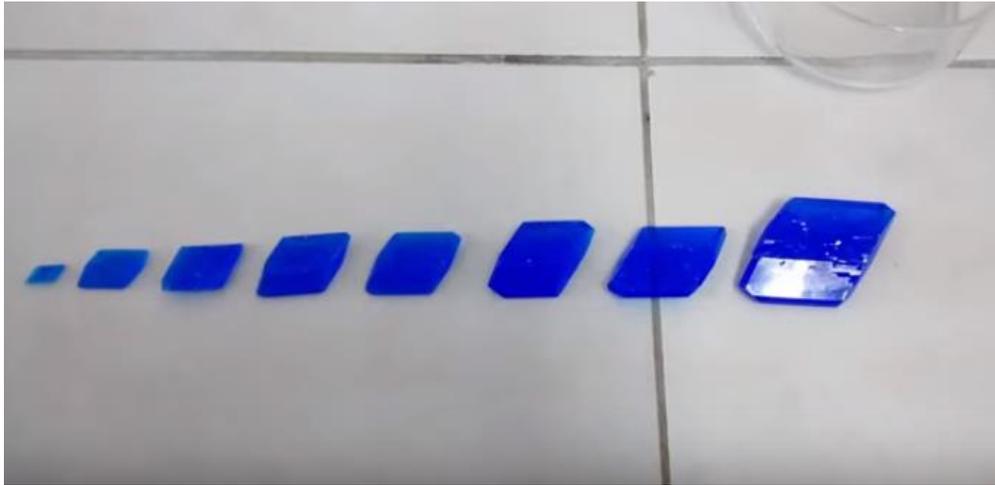
Naturales vs. Artificiales

¿Se puede crecer cristales?



Cortesía Griselda Polla

Monocristales vs policristales



El fenómeno de Cristalización

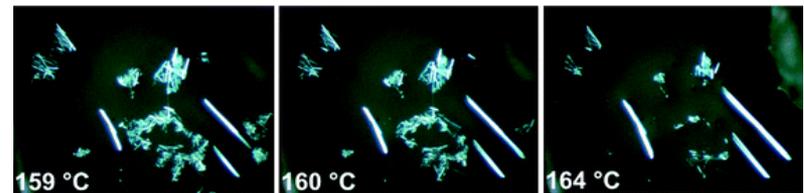
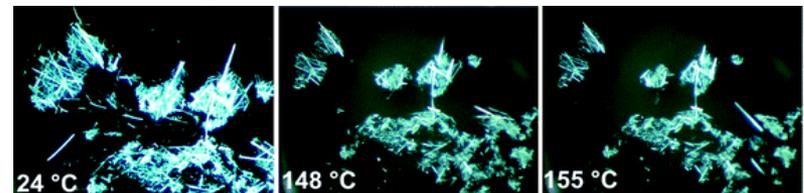
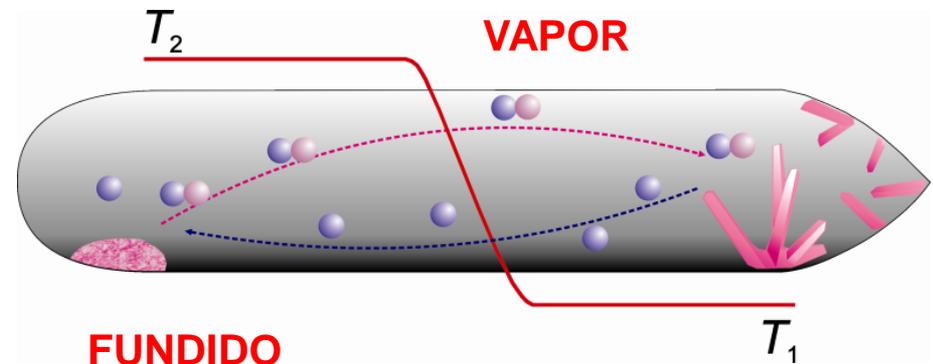
La cristalización de un determinado compuesto tiene lugar cuando las condiciones dentro de un medio, solución, fundido o vapor, bajo una temperatura, presión y sobresaturación dadas, son energéticamente favorables para que los constituyentes formen uniones permanentes.



(a) **SOLUCION**



(b)



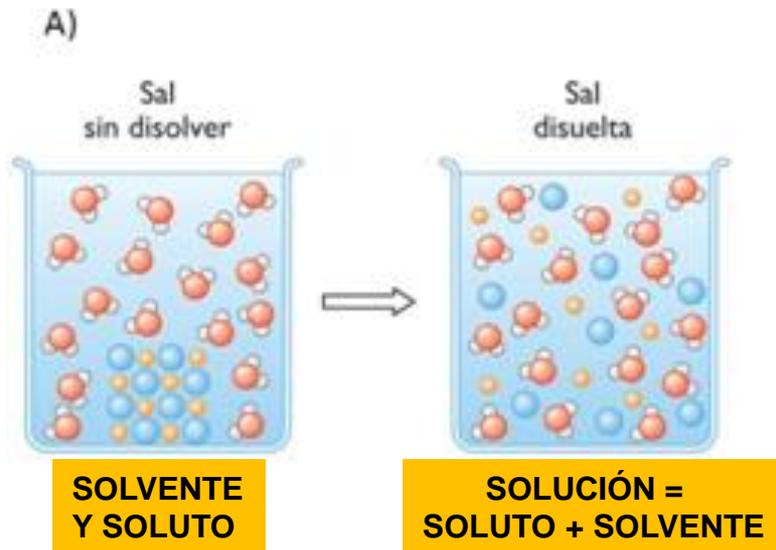
D

E

F

Solubilidad y Cristalización

SOLUCIÓN = SOLUTO + SOLVENTE

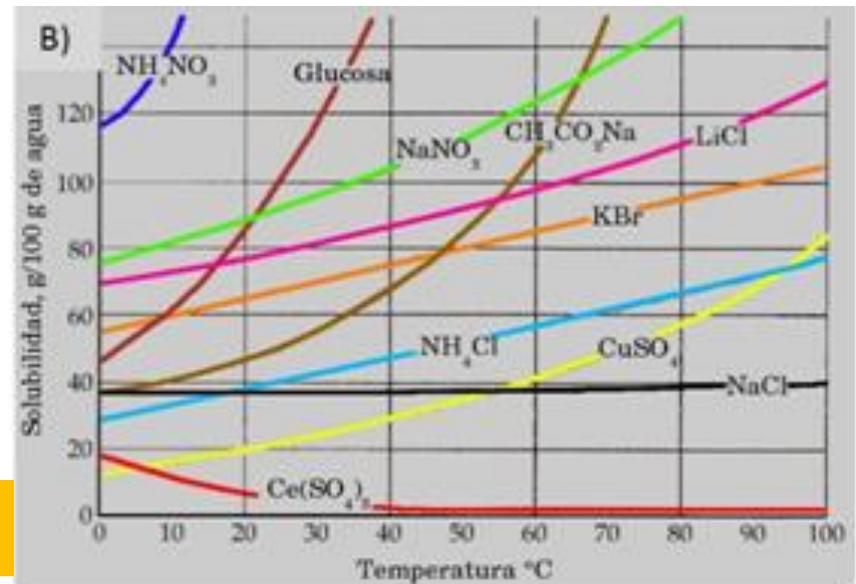
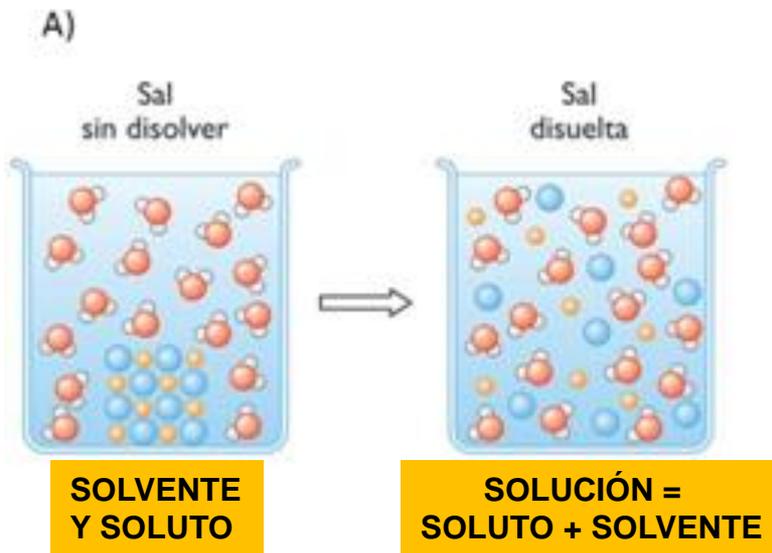


Para que un soluto pueda disolverse en un solvente determinado, las características de ambos son muy importantes.

Variables a tener en cuenta: tipo de sustancia, polaridad del solvente y del soluto, estabilidad, constantes físicas del solvente, etc

Solubilidad y Cristalización

SOLUCIÓN = SOLUTO + SOLVENTE



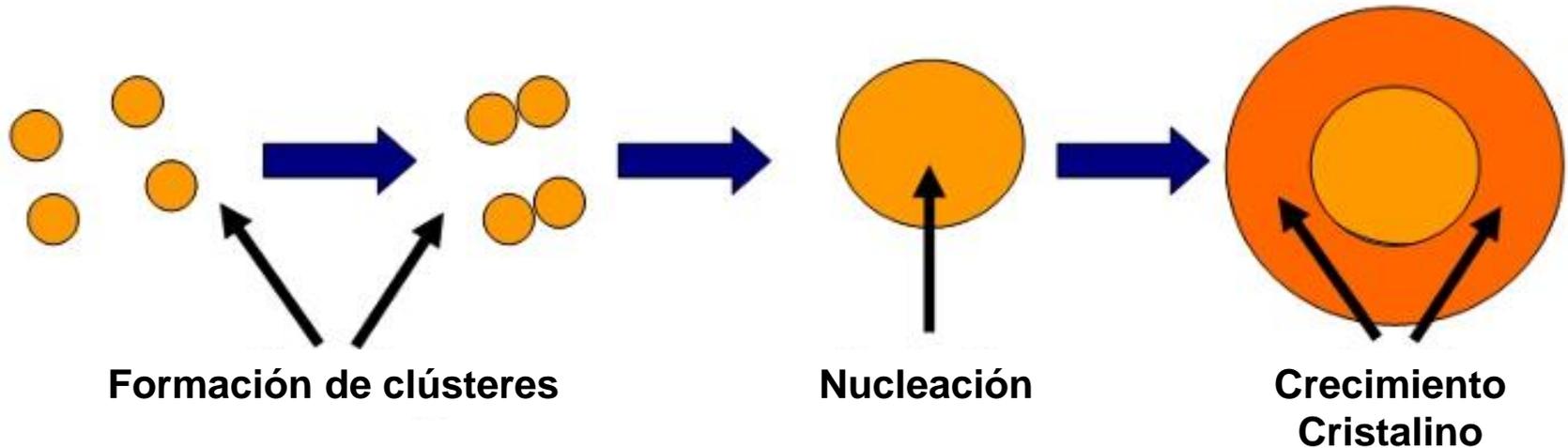
Curvas de solubilidad:
Concentración vs. temperatura

Etapas de la Cristalización

1. Sobresaturación

2. Nucleación

3. Crecimiento cristalino



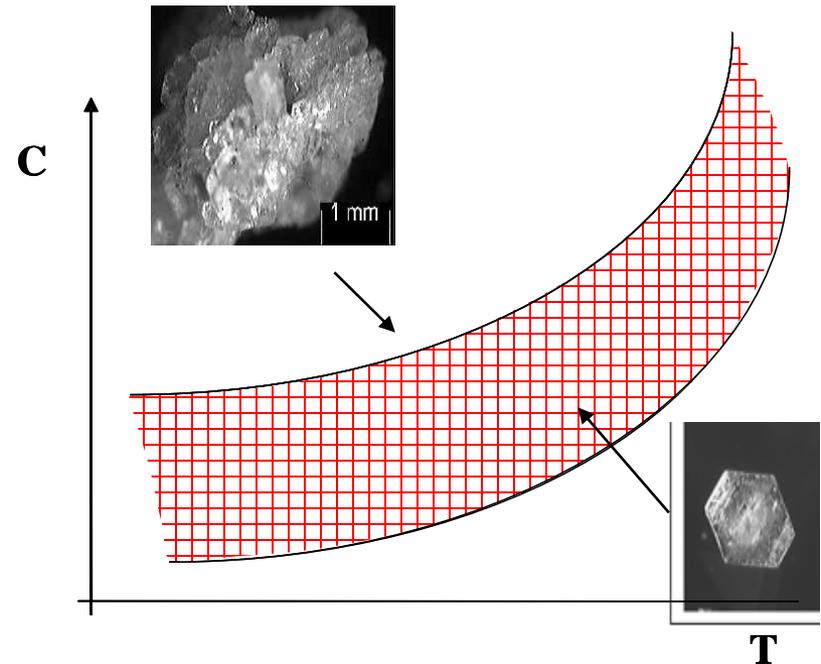
Etapas de la Cristalización

1. Sobresaturación

Se define como la concentración en exceso de soluto de una solución saturada bajo determinadas condiciones de presión y temperatura.

Se consigue por:

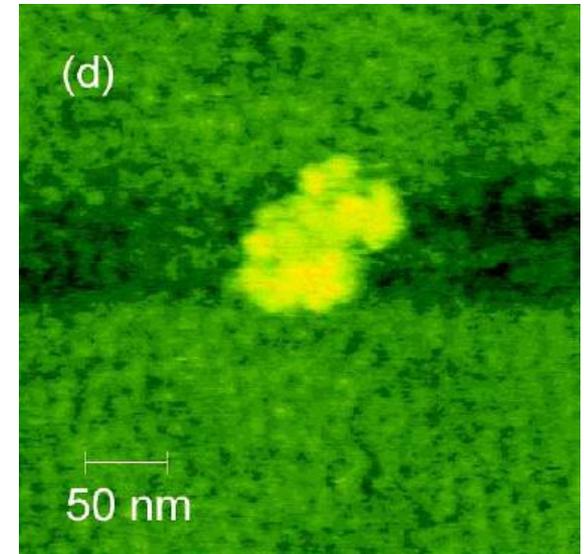
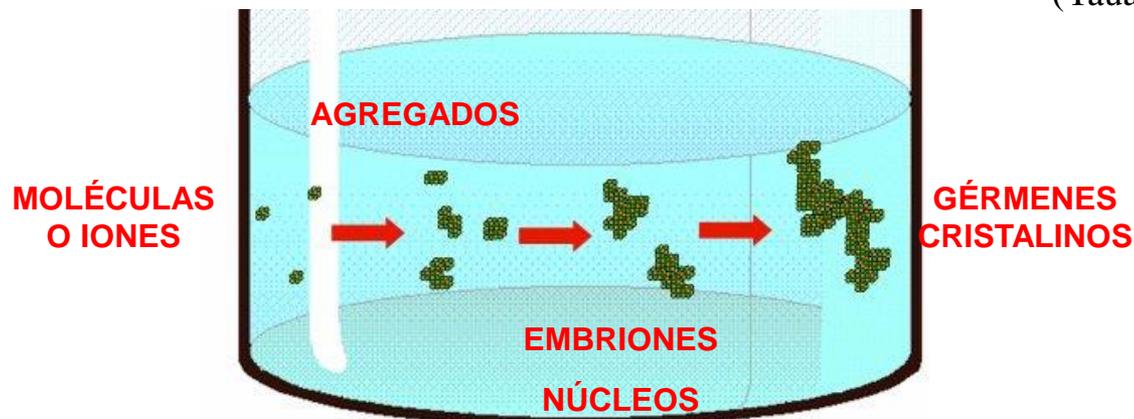
- Enfriamiento o calentamiento de la solución
- Evaporación de solvente
- Cambios en el pH
- Agregado de precipitantes
- Diálisis



Etapas de la Cristalización

2. Nucleación

- Proceso de generación a partir de una fase madre metaestable de los fragmentos iniciales de una nueva fase, más estable, capaces de desarrollarse espontáneamente en fragmentos más grandes de la fase estable.
- Primer paso decisivo en la formación de un cristal



Cluster de aproximadamente 20 moléculas de apoferritina (Yauand Vekilov, *Nature*, 2000).

Etapas de la Cristalización

2. Nucleación

PRIMARIA

SECUNDARIA

Inducida por
gérmenes o
semillas

HOMOGENEA

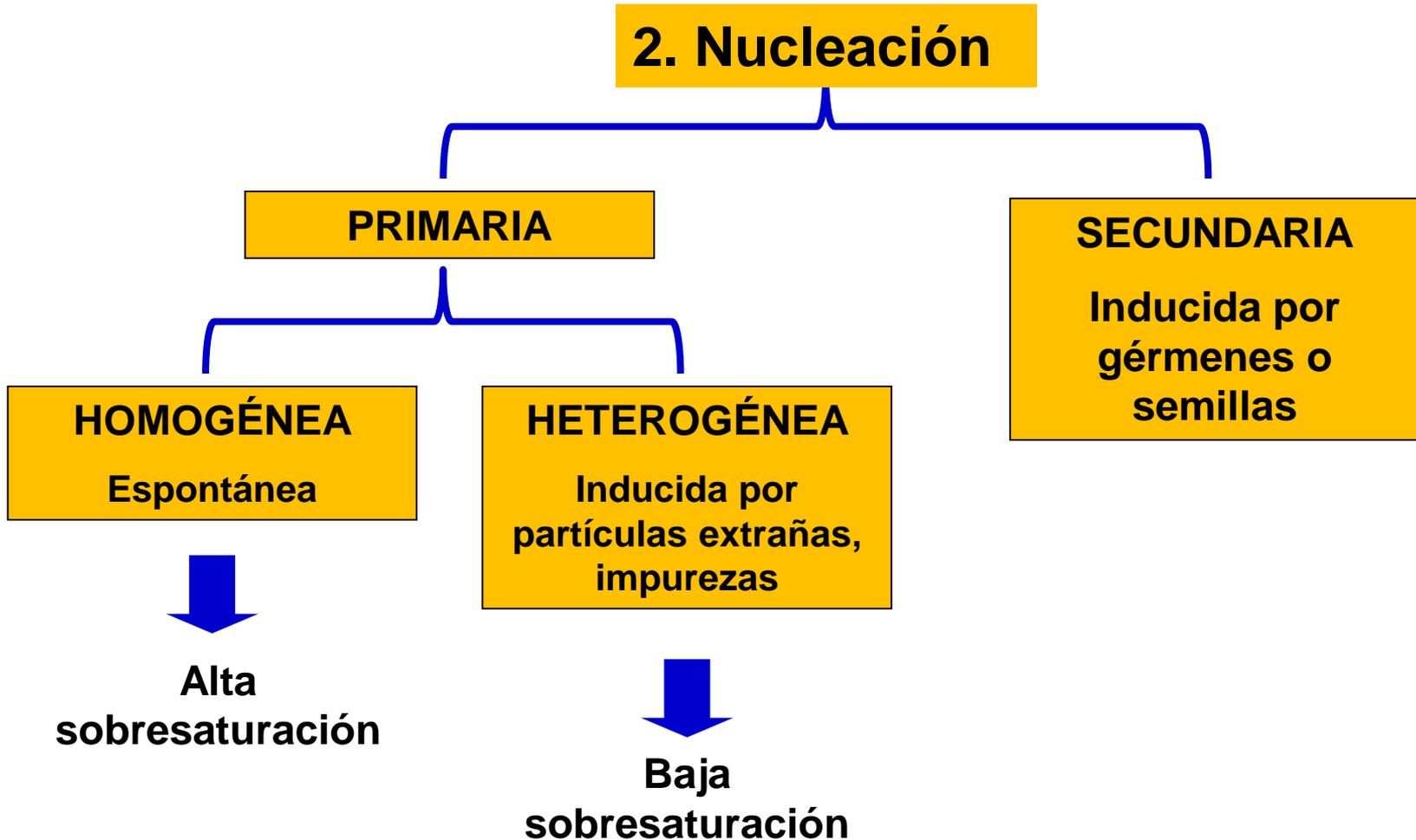
Espontánea

HETEROGENEA

Inducida por
partículas extrañas,
impurezas

Alta
sobresaturación

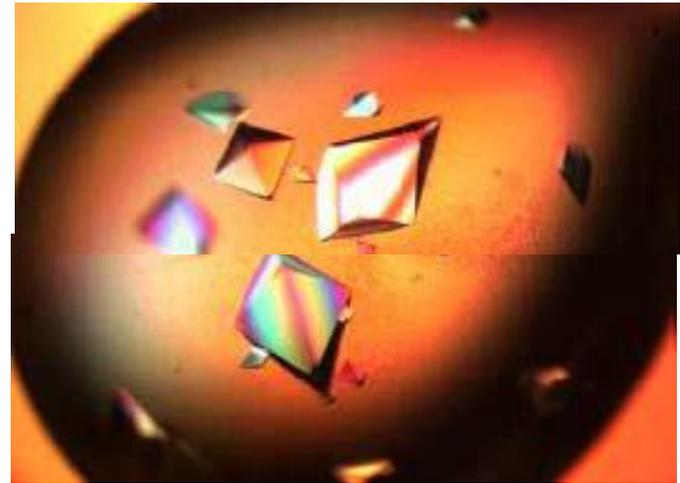
Baja
sobresaturación



Etapas de la Cristalización

3. Crecimiento cristalino

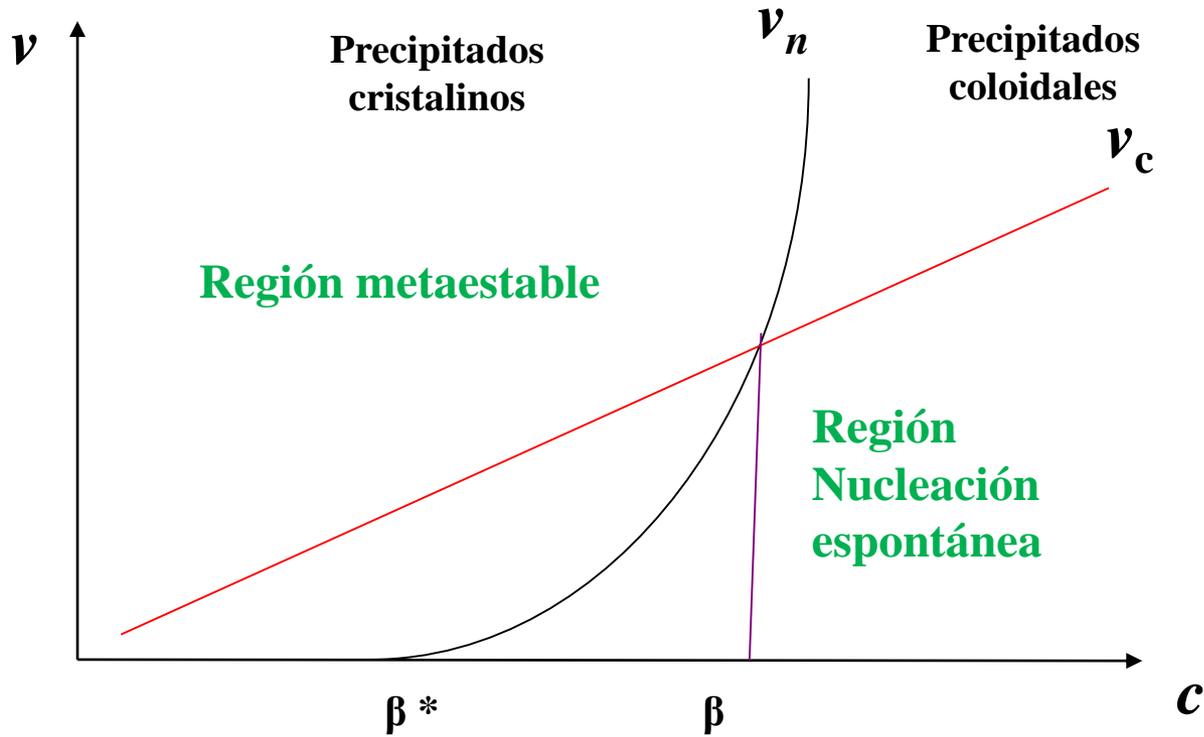
Proceso que permite obtener un cristal y conocer su hábito



Factores que influyen en la Cristalización

- a) Velocidad de cristalización**
- b) Solvente**
- c) Zonas de nucleación preferente**
- d) Inestabilidad térmica**
- e) Impurezas**
- f) Vibraciones externas**
- g) Grado de sobresaturación**

Factores que influyen en la Cristalización: importancia del grado de sobresaturación



Condiciones óptimas entre crecimiento cristalino y tamaño:
sobresaturación infinitesimal y tiempo muyyy largo

OBTENCION DE CRISTALES A PARTIR DE EVAPORACION LENTA DE SOLVENTE

1

Pesar la cantidad de sólido



3

Dejar evaporando muy lentamente el solvente en un lugar limpio



4

Tenemos los cristales!!



2

Preparar la solución sobresturada calentando

OBTENCION DE UN MONOCRISTAL A PARTIR DE UNA SEMILLA

1 Elegir la semilla



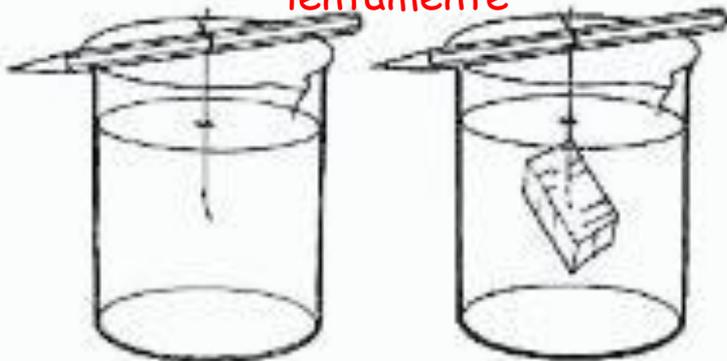
2 Pesar la cantidad de sólido



3 Preparar la solución sobresturada calentando

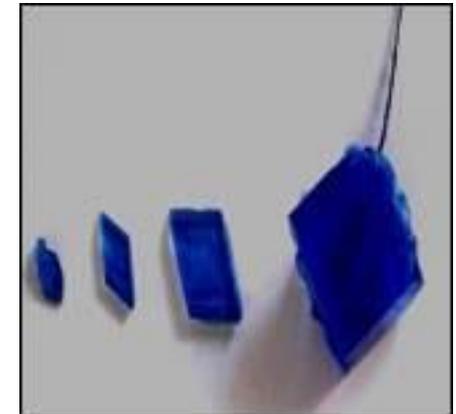


4 Armar el sistema de cristalización con la semilla y dejar evaporando muy lentamente



5

Tenemos el cristal!!



OBTENCION DE POLICRISTALES DE AZÚCAR A PARTIR DE VARIAS SEMILLAS

1

Colocar en una olla dos tazas de azúcar y una de agua. Poner a calentar sin dejar de revolver hasta que se disuelva.



2

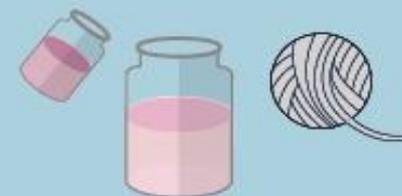
Volcar la solución en un recipiente de vidrio y agregar poco a poco media taza de azúcar, revolviendo hasta que se disuelva.



3

Buscar una cuerda de algodón y cortarla calculando que el extremo no toque el fondo del recipiente.

Si querés podés agregar un colorante.



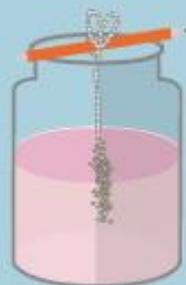
4

Mojar la cuerda con la mezcla y espolvorearla con granitos de azúcar que serán "semillas" para el crecimiento.



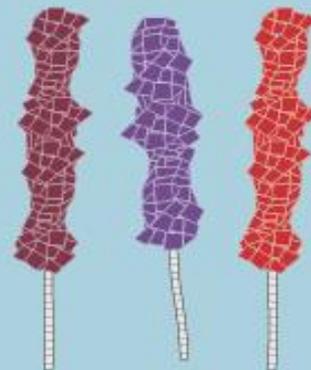
5

Finalmente colgar la cuerda atándola a un lápiz y dejar el recipiente reposando en un lugar limpio.



6

¡Una o dos semanas después vas a tener tu policristal listo!



OBTENCION DE POLICRISTALES DE AZÚCAR A PARTIR DE VARIAS SEMILLAS

➔ Resultados



OBTENCION DE UN “HUEVO GEODA” A PARTIR DE VARIAS SEMILLAS

1 Realizar dos agujeritos con un clavo o alfiler en un huevo crudo en dos lugares opuestos



2 Soplar con fuerza desde uno de los agujeritos para vaciar el huevo y dejarlo hueco. Descartar el contenido.



3 Con mucho cuidado, con una tijera cortar el huevo en dos mitades. Luego retirar la membrana interna. ¡Y ya está listo para realizar la **geoda**!



OBTENCION DE UN “HUEVO GEODA” A PARTIR DE VARIAS SEMILLAS

- 4** Colocar un adhesivo tipo “pegamento universal” en la superficie del huevo y adherir cristalitas de la sustancia a cristalizar (similar a como se hacen los palitos de azúcar).



- 5** Preparar una solución sobre-sobresaturada de la sustancia a cristalizar. Puede ser:
azúcar, bórax, sulfato de cobre, alumbre de potasio.



Ejemplo de solución de AZUCAR con **COLORANTE NARANJA**

- 6** Colocar la cáscara de huevo con los cristalitas adheridos en el recipiente con la solución sobre-saturada preparada previamente.



- 7** ¡Darle tiempo a los CRISTALES para que crezcan!



OBTENCION DE UN "HUEVO GEODA" A PARTIR DE VARIAS SEMILLAS

8 Los resultados: ¡nada que envidiarle a la naturaleza!

GEODAS ARTIFICIALES

Azúcar



Alumbre
de potasio



Bórax



CuSO_4



GEODAS NATURALES





Taller Docente sobre Cristalografía y Crecimiento de Cristales

PARTE 3

Actividades para realizar en el
aula – La experiencia del
Concurso Nacional de
Crecimiento de Cristales para
Colegios Secundarios



Asociación
Argentina de
Cristalografía

BASES, MATERIAL Y CONTENIDOS

■ Página WEB

<http://cristalografia.com.ar/index.php/concurso-cristales-2017>

■ Dirección de correo electrónico

concursocrecimientocristales@gmail.com

■ Facebook

[/ConcursoCrecimientoCristalesArgentina/](https://www.facebook.com/ConcursoCrecimientoCristalesArgentina/)

Asociación Argentina de Cristalografía

[Inicio](#) [Autoridades](#) [Noticias](#) [Reunión Anual](#) [Concursos y Divulgación](#) [Cursos](#) [Documentos](#) [Contacto](#)

Concursos y Divulgación

Inicio

Concurso Cristales 2017

Talleres para Docentes

Para Docentes y Alumnos

Concurso Internacional

Concurso Cristales 2016

Concurso Cristales 2015

Concurso Cristales 2014

2014 Año de la Cristalografía

Contacto

Concurso de Crecimiento de Cristales para Colegios Secundarios 2017

Bases e información general

Inscripción de colegios

Envío de trabajos

Cronograma

Preguntas frecuentes

Patrocinadores 2017

Ver trabajos ganadores 2016

Ver trabajos ganadores 2015

Ver trabajos ganadores 2014



Facebook: <https://www.facebook.com/ConcursoCrecimientoCristalesArgentina>

Página Mensajes 99+ Notificaciones 4 Estadísticas Herramientas de publicación Configuración Ayuda ▾



Concurso de Crecimiento de Cristales en Argentina
@ConcursoCrecimientoCristalesArgentina

Te gusta ▾ Siguiendo ▾ Compartir ... Registrarte ↗

1 TALLERES DE CAPACITACIÓN DOCENTE



2 REALIZACIÓN DE UN EXPERIMENTO DE CRISTALIZACIÓN Y SU COMUNICACIÓN



3 EVALUACIÓN Y COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

4 JORNADA DE FINALISTAS



CRONOGRAMA DEL CONCURSO 2017

Acto de lanzamiento (CAC-CNEA)

7 de abril

Inscripción de colegios al Concurso

1° de marzo al 15 de julio

La inscripción es realizada por UN docente que representa al colegio

Inscripción de docentes a Talleres de Capacitación en todo el país

A partir del 1° de marzo

La inscripción es realizada por cada docente

Talleres de Capacitación Docente

22 de abril al 16 de junio

Realización de las experiencias y envío de video o informe

Hasta el 10 de septiembre

El envío de cada trabajo es realizado por grupo participante por el docente responsable de cada grupo

Anuncio de los trabajos finalistas

29 de septiembre

Jornada de finalistas y Ceremonia de Premiación en CABA

10 de noviembre

SUSTANCIAS ADMITIDAS



**Sacarosa
(azúcar
común)**



**Alumbre de
potasio**



**Sulfato de
Cobre (II)**



**NaCl
(sal de mesa)**



Bórax



**Fosfato diácido
De potasio
(KDP)**

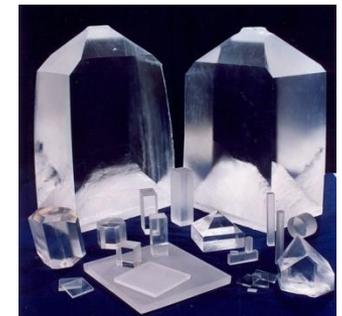
ADITIVOS PARA COLOREAR: colorantes vegetales o tintas

TIPO DE COMPOSICIÓN CRISTALINA

■ Policristales



■ Monocristales



■ Combinación de compuestos

CATEGORÍAS DEL CONCURSO 2017 (se debe elegir una)

- 1: Monocristal de sacarosa
- 2: Policristal de sacarosa
- 3: Monocristal de sulfato de cobre
- 4: Policristal de sulfato de cobre
- 5: Monocristal de cloruro de sodio
- 6: Policristal de cloruro de sodio
- 7: Monocristal de alumbre de potasio
- 8: Policristal de alumbre de potasio
- 9: Monocristal de KDP
- 10: Policristal de KDP
- 11: Monocristal de bórax
- 12: Policristal de bórax
- 13: “Combinación de sustancias”. Se podrán combinar algunos y/o todos los compuestos aceptados.

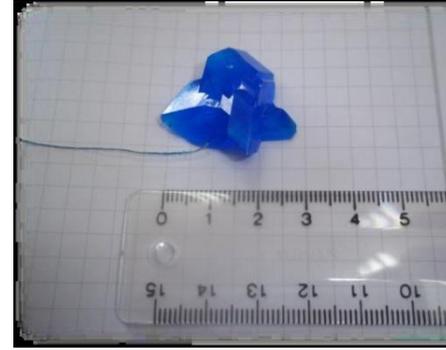
CONCURSO 2017: COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS

Informe, formato pdf, doc o docx, subido a dropbox

EXTENSIÓN MÁXIMA: 5 PÁGINAS

Video, subido a youtube o vimeo

DURACIÓN MÁXIMA: 4 minutos



En ambos casos el docente debe completar un formulario de envío de trabajo, donde figure el link al cual se subió el trabajo

- Los datos de la institución, de los alumnos y del docente deberán estar incorporados al informe o video.
- Objetivos.
- Procedimiento. Detallar brevemente.
- Resultados: Incluir las observaciones, datos de pesadas, colores, medidas, tiempo destinado al experimento, etc. Incluir fotos teniendo en cuenta alguna referencia de medida
- Conclusiones y Bibliografía



CONCURSO 2017: CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- ◆ **Cristales obtenidos:** forma, simetría, bordes, existencia de fracturas, superposición de más de un cristal, defectos, presencia de impurezas, turbiedad, tamaño, ángulos, pureza, caras del cristal, hábito cristalino, masa (volumen de la composición cristalina).
- ◆ **Originalidad y Creatividad:** Grado de innovación en la realización de experimentos. Modificaciones innovadoras al procedimiento y estética de la presentación.
- ◆ **Plan de trabajo:** (i) Aplicación del método científico en la elaboración del plan de trabajo, (ii) Estructuración coherente y clara del plan de trabajo, (iii) Estudio de distintas variables de interés para el proceso de crecimiento, identificando la importancia de cada una.
- ◆ **Exposición oral:** Conocimiento y dominio del procedimiento o metodología utilizada. Utilización del lenguaje científico-técnico. Seguridad en la expresión de los conceptos adquiridos y resultados obtenidos. Actitud y comportamiento adecuados para un contexto de debate científico.

2014 ¡Experiencia Inolvidable!



¡Una rosa de azúcar!

**Policristales de
azúcar con
distintas formas**



**CPEN No. 28 de San Martín de
los Andes, medalla de plata en el
concurso mundial 2014**

iUn mensaje de paz con cristales!



**CPEN No. 28 de San Martín de los Andes, medalla de oro
en el concurso mundial 2014**

2015 ¡Dominando las técnicas!



¡Un zapatito de Cristal!



Zapatitos de policristales de alumbre de potasio

Escuela Industrial Domingo F. Sarmiento de San Juan
Capital, medalla de oro en el concurso mundial 2015

JORNADA DE FINALISTAS EDICIÓN 2016



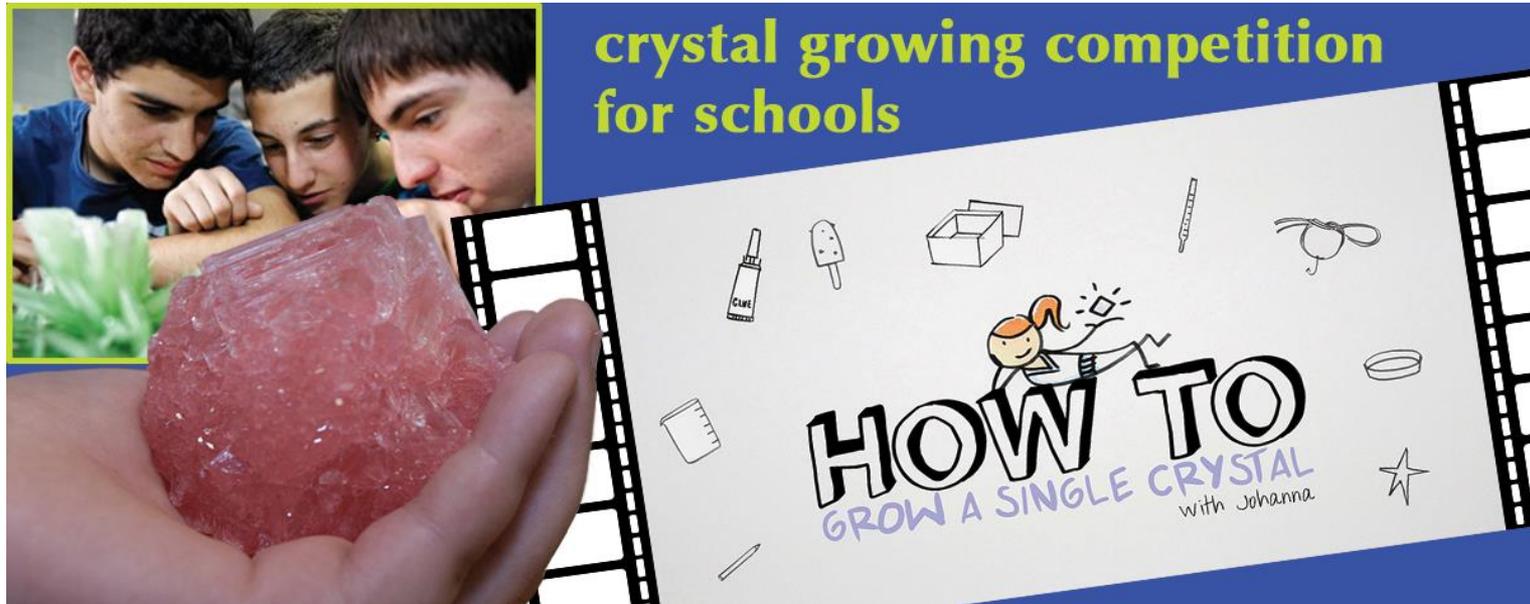
Universidad Nacional de Córdoba, 15 de noviembre de 2016

RESUMEN DE RESULTADOS 2016

- ➔ **42 TALLERES DE CAPACITACIÓN DOCENTE** en todo el país a las que asistieron más de **1600 DOCENTES**
- ➔ **300 COLEGIOS** representando a todas las provincias del país que enviaron aproximadamente **300 TRABAJOS** para ser evaluados
- ➔ **13 GRUPOS FINALISTAS**
21 MENCIONES ESPECIALES
que participaron de la Jornada de finalistas
- ➔ **31 TRABAJOS** participaron del **CONCURSO INTERNACIONAL**, logrando **4 MEDALLAS** (2 de oro y 2 de bronce)

CONCURSO INTERNACIONAL DE LA IUCr

<http://www.iycr2014.org/participate/crystal-growing-competition-2017>



Concurso mundial para alumnos de primaria y secundaria (hasta 18 años) organizado por la Unión Internacional de Cristalografía.

Los colegios argentinos tuvieron una muy destaca actuación en las 3 ediciones realizadas (2014, 2015 y 2016): Argentina fue siempre el país que más trabajos envió y el que recibió más medallas recibió.

Fecha límite para envío de trabajos: 19 de noviembre de 2017

ARGENTINA EN CONCURSO INTERNACIONAL 2016

CATEGORÍA HASTA 11 AÑOS - MEDALLA DE BRONCE

Colegio: Escuela N° 4048 "Provincia de Salta" de Salta Capital, Pcia. de Salta



CATEGORÍA HASTA 11 AÑOS - MEDALLA DE ORO

Colegio: Escuela José María Torres de Pocito, Pcia. de San Juan



CATEGORÍA 11-15 AÑOS - MEDALLA DE BRONCE

Colegio: Escuela de Educación Secundaria N°3 Perla de Feola de Comandante Nicanor Otamendi (Pcia. de Buenos Aires)



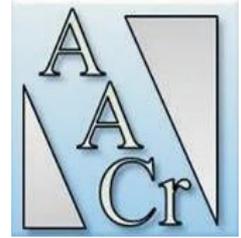
CATEGORÍA 15-18 AÑOS - MEDALLA DE ORO

Colegio: Instituto Preuniversitario Escuela Industrial "Domingo F. Sarmiento" de San Juan Capital (Pcia. de San Juan)





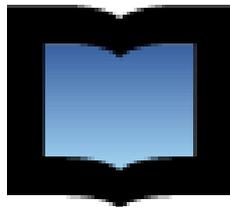
Patrocinadores y Auspiciantes



CONICET



Programa de Promoción
de Vocaciones Científicas
del CONICET



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN



Comisión Nacional
de Energía Atómica

Los invitamos a descubrir el
maravilloso mundo de los cristales

¡ Muchas gracias por su atención !



Asociación Argentina de Cristalografía

www.cristalografia.com.ar

