



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

Nº de proyecto:225

Título del proyecto: Diseño e implementación de un laboratorio virtual para el estudio de "Defectos puntuales en cristales iónicos"

Yanicet Ortega Villafuerte

Facultad de Ciencias Físicas

Departamento de Física de Materiales

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El objetivo principal propuesto en este proyecto es diseñar e implementar un laboratorio virtual que permita completar de forma coherente las prácticas de laboratorio que actualmente se realizan en la asignatura de Materiales Cerámicos del segundo curso del grado en Ingeniería de Materiales. De esta forma, mediante la realización de este proyecto, el nuevo software creado permitirá reemplazar la práctica en formato digital que realizan actualmente los estudiantes, por una nueva, en la que se incluye una descripción más completa de los defectos puntuales que pueden existir en los cristales iónicos, teniendo en cuenta su carga.

Para llevar a cabo este objetivo nos propusimos desarrollar un programa interactivo que incluya todas las cuestiones teóricas relacionadas con la notación de los defectos puntuales en las subredes catiónicas y aniónicas de los cristales iónicos. De esta forma explicaríamos en qué consiste la notación de Kröger-Vink y las reglas de balance que se deben cumplir para escribir las ecuaciones de defectos en los materiales cerámicos.

Por otra parte, con el objetivo de establecer un mecanismo de autoevaluación por parte del estudiante, sobre su progreso en el proceso de adquisición de los conocimientos durante la sesión de laboratorio, nos planteamos incorporar al programa preguntas de autoevaluación en los distintos submenús del *software*. Mediante estas preguntas de autoevaluación, el programa detecta las respuestas correctas e incorrectas, lo que permite al estudiante corregir sus errores de forma automática.

Otro de los objetivos de la práctica es agilizar el proceso de creación y envío del informe de la práctica de laboratorio al profesor responsable del laboratorio.

Finalmente se elaborará un guión de la práctica de laboratorio que permita conocer el funcionamiento del programa y que de forma independiente permita al estudiante realizar la práctica de laboratorio potenciando de esta forma el trabajo autónomo del estudiante.

2. Objetivos alcanzados

Con este proyecto se logró diseñar una nueva práctica de laboratorio que se realiza mediante ordenador, y que enseña mediante diversos ejemplos la notación de Kröger-Vink que se utiliza para describir los defectos puntuales en cristales iónicos. Esta práctica en formato digital permite suplir las carencias que tiene el software anterior empleado en dicha sesión de laboratorio, que estaba orientado a describir los defectos puntuales sin tener en cuenta la carga de los mismos. En el programa anterior las preguntas del informe de laboratorio estaban relacionadas con los defectos puntuales presentes en materiales metálicos, por lo que no se hacía mención alguna a los defectos cargados, y consecuentemente no se tenía

en cuenta la notación de Kröger-Vink para describir los defectos en materiales cerámicos.

En el marco de este proyecto hemos enseñado la notación de Kröger-Vink mediante un software interactivo, que le permite al estudiante de forma simultánea conocer como se escribe dicha notación para los distintos tipos de defectos, y observar mediante una representación bidimensional de la estructura cristalina de la que se trata, el tipo de defecto al que corresponde dicha notación. Esta visualización simultánea de la notación y del defecto en forma de imagen permite una mejor comprensión del uso de dicha notación.

Otro de los objetivos alcanzados con el programa creado es que el mismo sirve como herramienta de autoaprendizaje, ya que las secciones de “*Preguntas de autoevaluación*” le permiten al estudiante de forma independiente autoevaluar las respuestas a las distintas preguntas formuladas. Esto le permite al estudiante conocer el nivel de comprensión de los conocimientos que va adquiriendo a medida que va avanzando en los distintos apartados de la práctica de laboratorio. Estas preguntas de autoevaluación se realizan, por regla general, de forma previa a las preguntas que deben responder los alumnos para confeccionar el informe de la práctica. Además el nivel de complejidad de las preguntas de autoevaluación es similar a las preguntas del informe de la práctica.

Otro de los objetivos alcanzado con este proyecto es dinamizar la elaboración del informe de la práctica de laboratorio, ya que durante la realización de la misma se va almacenando en un fichero de texto las respuestas a las preguntas del informe. Esta forma de redactar el informe agiliza la entrega del informe, ya que en el momento en que se finaliza la práctica mediante el botón de enviar se envía al correo electrónico del profesor de laboratorio el informe de la práctica en formato pdf. Con este mecanismo se debe dinamizar también por parte del profesor la revisión del informe.

Otro de los objetivos alcanzados al finalizar este proyecto es la elaboración de un guión de laboratorio que le facilita al estudiante desarrollar de forma independiente la sesión de laboratorio.

3. Metodología empleada en el proyecto

La herramienta informática elegida para la elaboración de este proyecto fue el software “*Microsoft Visual Studio 2008*” con el compilador de “*Visual Basic 2008*” instalado (Figura 1).

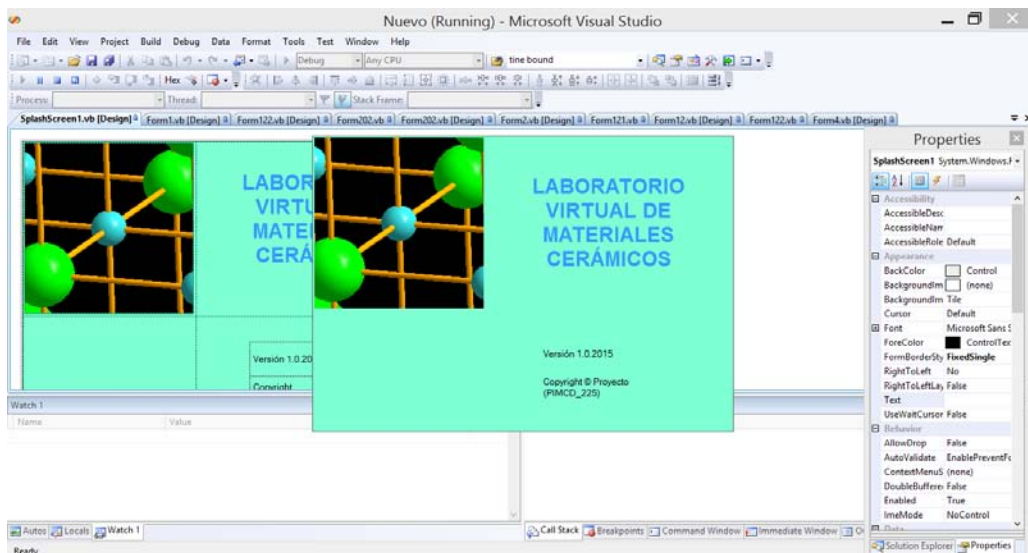


Figura 1. Herramienta informática empleada para la elaboración del programa.

Para planificar la ejecución de este proyecto se realizó previamente un diseño general de todas las ventanas (“forms”) que se incluyen en el programa, así como de su contenido. Esta planificación dio lugar a una barra principal del programa que quedó conformada por 3 menús principales (I. Conceptos, II. Ejemplos y III. Casos de Interés Tecnológico) y por un cuarto menú (IV. Informe de la práctica). Este último menú permite tener acceso a conocer la evolución del informe de la práctica a medida que se van contestando las preguntas del informe en los distintos apartados.

Para diseñar y construir las distintas figuras en 3 dimensiones (3D) de las estructuras cristalinas que se usan en el programa, como la que se muestra en la Figura 2, así como las correspondientes proyecciones 2D de los distintos planos cristalográficos, se empleó el software DIAMOND 3.1 (“Crystal and Molecular Structure Visualization”). Este software fue adquirido por el Departamento de Física de Materiales con el número de licencia 1.3.4.2007253.2453.

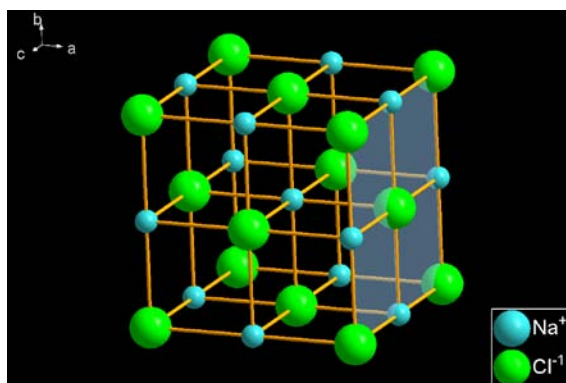


Figura 2. Estructura cristalina en 3D del NaCl

Como herramienta de autocontrol por parte de los estudiantes en el proceso de adquisición de conocimientos, se crearon varias preguntas de autoevaluación, a las que se puede acceder a medida que se avanza en el desarrollo de la práctica. Esta forma de autoevaluación le permite a los estudiantes corregir de forma

dinámica los posibles errores que puedan surgir durante el proceso la adquisición de los conocimientos. De esta forma se mejora la preparación previa de los estudiantes antes de acceder a contestar a las preguntas del informe de la práctica que se generan de forma automática y que se envían directamente al profesor de laboratorio para su posterior revisión.

Una vez se finalizó la programación se procedió a comprobar el correcto funcionamiento del programa.

4. Recursos humanos

Integrantes del Proyecto:

- Oscar Rodriguez de la Fuente.
- Nieves de Diego Otero.
- Noemí Carmona Tejero.
- Yanicet Ortega Villafuerte.

5. Desarrollo de las actividades

Para la elaboración del proyecto se ejecutaron las distintas actividades en el siguiente orden:

En el primer mes del proyecto se realizó el digrama de flujo del programa y se seleccionaron los contenidos de cada uno de los distintos submenus del programa. Como se observa en la Figura 3, la barra principal del programa permite visualizar los 4 menus principales que se detallan a continuación:

- I. Conceptos
 - I.1. Tipos de defectos puntuales
 - I.2. Notación de Kröger-Vink
 - I.3 Reglas de balance
- II. Ejemplos
 - II.1 Óxidos binarios
 - II.2 Óxidos ternarios
- III. Casos de Interés Tecnológico
- IV. Informe de la práctica

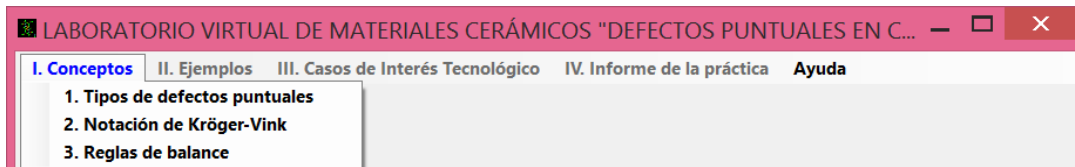


Figura 3. Barra del Menú principal del programa

Cada uno de los menús principales, constan de una ventana principal, desde la cual se puede acceder a las siguientes ventanas vinculadas al menú en ejecución. Dichas ventanas incluyen las preguntas de autoevaluación (Figura 4), las preguntas del informe de la práctica (Figura 5), así como las ventanas a las que se accede a través de los enlaces de texto azules que dan lugar a nuevas figuras.

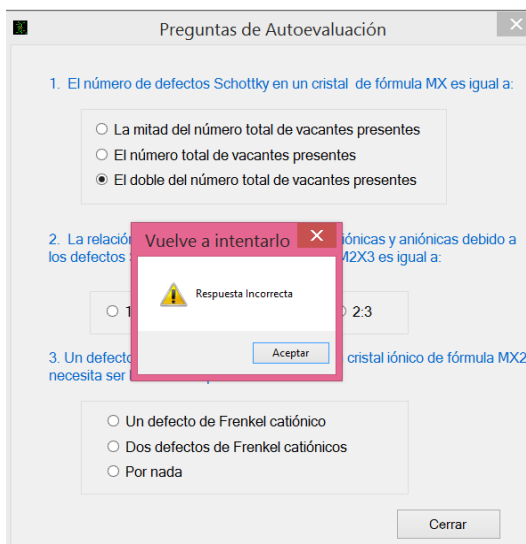


Figura 4. Ventana de autoevaluación

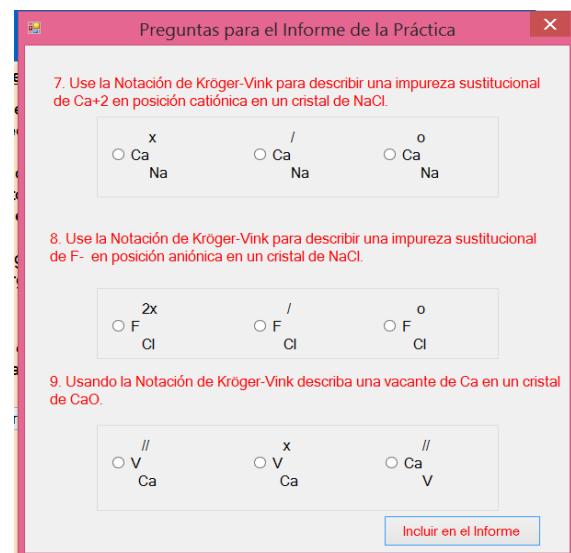


Figura 5. Preguntas para el informe

Para realizar ordenadamente la práctica de laboratorio, se accede a las distintas ventanas de forma secuencial en el orden siguiente para los distintos menús (I → II → III), siendo posible retroceder en todo momento hasta la primera ventana.

Una vez elegidas la cantidad de ventanas principales, así como sus contenidos, se procedió a crear con la ayuda del programa *Diamond*, las distintas figuras de las estructuras cristalinas, que sirven para ilustrar los diversos tipos de defectos que pueden existir en los cristales iónicos, como se observa en la Figura 6.

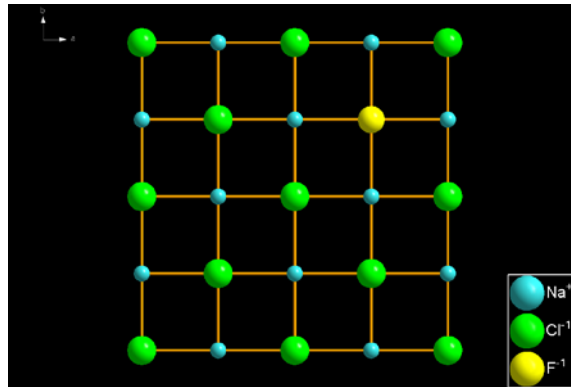


Figura 6. Flúor sustitucional en la estructura 2D del NaCl. Creada con el software *Diamond*

Una vez se concluyó la elaboración de la práctica de laboratorio se elaboró el correspondiente Guión de la práctica, que se incluirá al inicio del segundo cuatrimestre en el Campus Virtual de la asignatura “Materiales Cerámicos” .

En un futuro se espera continuar adicionando a este programa más temas relacionados con otros aspectos de interés como son: la síntesis, las propiedades, y los métodos de caracterización de los materiales cerámicos.