

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE SIMETRÍA DE FIGURAS UNI- Y BIDIMENSIONALES
MEDIANTE PROGRAMAS DE ORDENADOR**

Fernando Rull Pérez (*)

Enrique Sainz Veliza (*)

Jesús Medina García (*)

(*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias.
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

RESUMEN

Se describe en este trabajo la realización de una serie de programas para la caracterización de los grupos de simetría de sistemas uni- y bidimensionales a partir de sus correspondientes elementos de simetría, así como la generación de cualquier clase de figura repetitiva (friso y mosaico) perteneciente a un grupo espacial prefijado, tomando como motivo una figura cualquiera diseñada por el usuario.

ABSTRACT

This paper is concerned with the development of computer programs used in Crystallography teaching of symmetry groups.

These programs allow us the identification of the space groups of uni- and bidimensional patterns as well as the drawing of new patterns with any spatial group previously chosen and any shape of the motif which can be designed by the user.

INTRODUCCION

La enseñanza de la Cristalografía se ha tropezado tradicionalmente con la dificultad proveniente del alto grado de abstracción que supone el estudio de los grupos de simetría y de los elementos de simetría que los forman.

Dada la extraordinaria importancia que tiene la simetría en el estudio del estado cristalino, considerado como una disposición periódica de las partículas que lo forman, nos ha parecido conveniente llevar a cabo una investigación con el fin de hacer más factible el entendimiento de estos conocimientos a los alumnos.

El presente trabajo es el resultado de tal investigación.

En primer lugar, se describen dos programas de caracterización de los grupos de simetría uni- y bidimensionales a partir de los correspondientes elementos de simetría.

En segundo lugar, se describe un tercer programa aplicado a la generación de figuras repetitivas (frisos y mosaicos) a partir de un motivo creado por el usuario, perteneciendo a un grupo de simetría prefijado con anterioridad.

PROGRAMAS DE CARACTERIZACION

Los dos programas de caracterización que se han estudiado son muy similares en cuanto a construcción se refiere. Ambos presentan una serie de preguntas sobre los elementos de simetría que posee la figura para, posteriormente y con esta información, el ordenador identificar el grupo espacial en cuestión. Finalmente, presentan la opción de visualizar una pantalla gráfica en la que aparece la figura representativa de dicho grupo espacial.

Las preguntas sobre elementos de simetría responden a unos algoritmos diseñados por nosotros (Fig. 1 y 2), en los que se ha pretendido realizar una serie de cuestiones excluyentes de tal forma que van acotando el grupo espacial al que pertenece la figura repetitiva.

Para cada grupo de simetría se ha construido una pantalla gráfica en la que se observa la figura representativa del mismo, tomando como motivo un triángulo (HAIGITTAL, I. y LENGYEL, G. 1984; HAIGITTAL y LENGYEL, 1985). La razón de crear una pantalla por grupo no es otra que la de independizar un grupo de otro, así como dar mayor rapidez al programa.

Las pantallas se han construido con sentencias DRAW ya que permiten giros

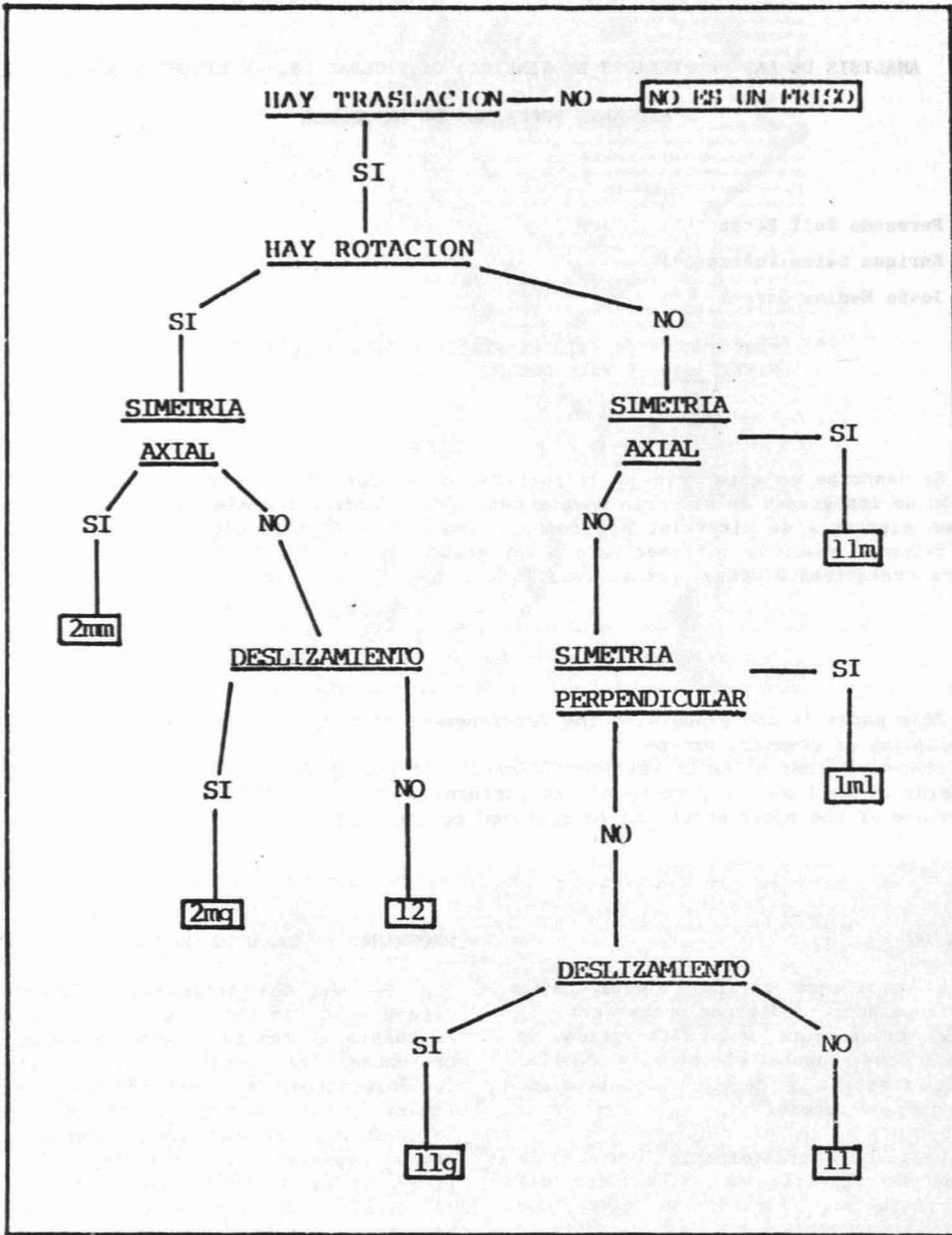


Figura 1.- Algoritmo de identificación de grupos de simetría unidimensionales.

y desplazamientos sin tener que recurrir a funciones trigonométricas.

Ambos programas se diseñaron, en principio, para un microordenador Commodore 64, aunque posteriormente, debido a la lentitud en la creación de las pantallas gráficas, se realizaron versiones para un ordenador personal IBM compatible.

Estos programas se vienen utilizando con éxito en las asignaturas de Cristalografía y Geología impartidas en este Departamento. Así mismo, se vienen aplicando en trabajos de investigación sobre la simetría

de los ornamentos (PAYNO, 1988; RULL et al., 1987).

PROGRAMA DE GENERACION

Este programa se ha concebido con la intención de generar nuevos ejemplos de figuras repetitivas uni- y bidimensionales (Fig. 3 y 4). Además, resulta interesante de cara a la creación y visualización de redes atómicas y moleculares.

En el programa están incluidos los 17 grupos bidimensionales y los 7 grupos unidimensionales, con lo cual se pueden

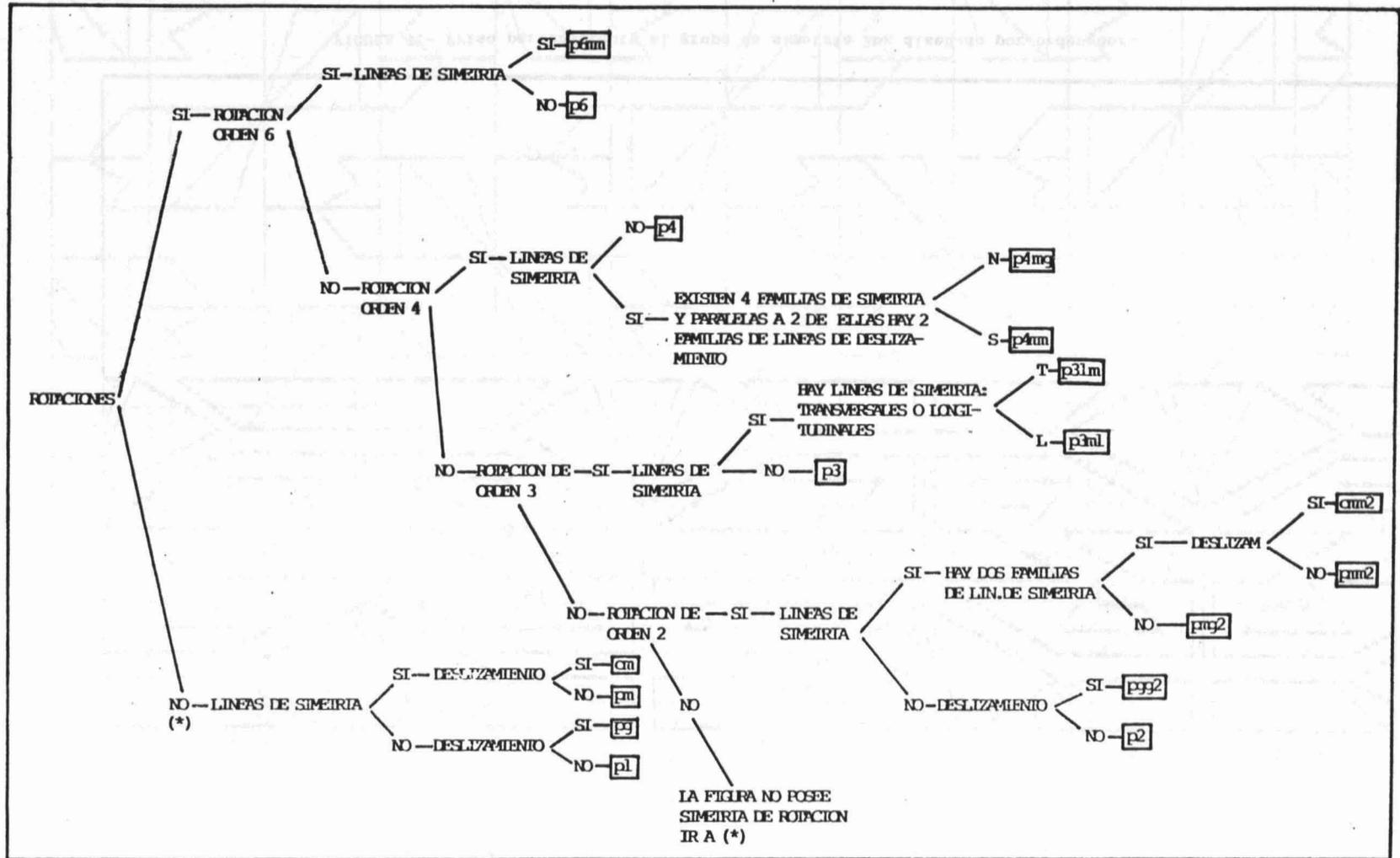


Figura 2.- Algoritmo de identificación de grupos de simetría bidimensionales.

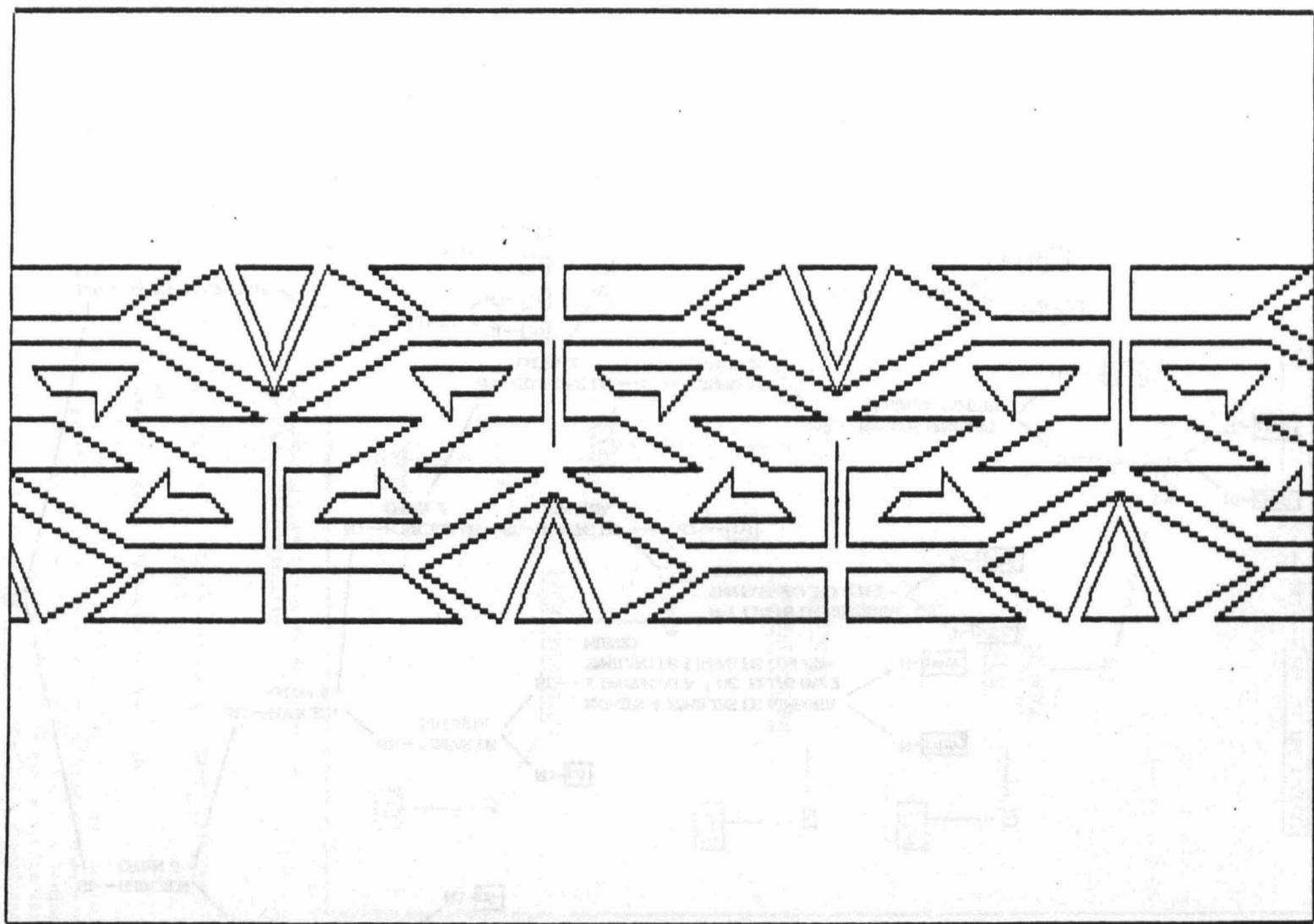


FIGURA 3.- Friso perteneciente al grupo de simetría $2mg$ diseñado por ordenador.

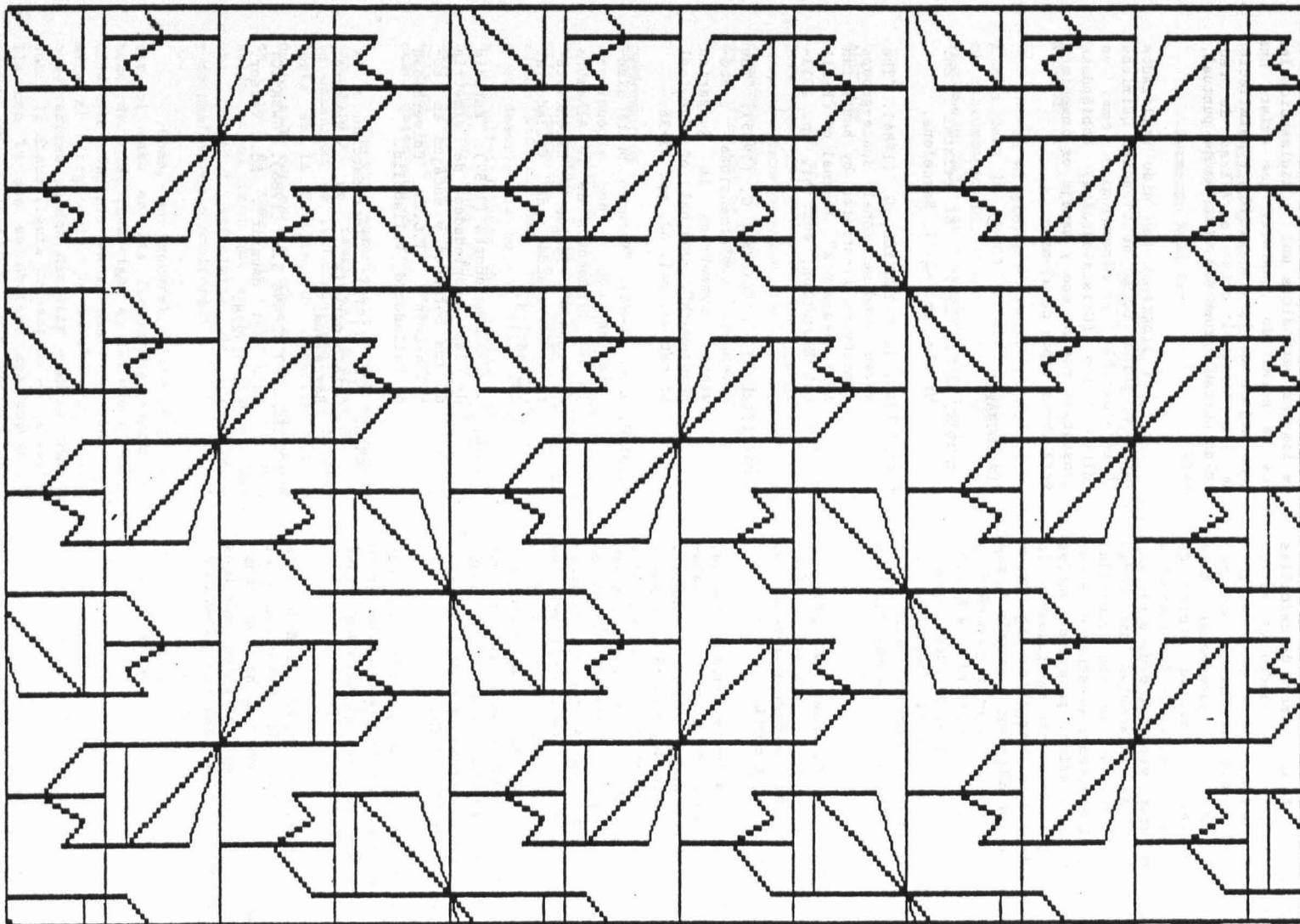


FIGURA 4.- Mosaico perteneciente al grupo de simetría Pgg diseñado por ordenador.

obtener 24 figuras repetitivas distintas a partir de un motivo.

La metodología seguida es la de definición de la red asociada al grupo espacial elegido y diseño del número de celdillas unidad por pantalla (este número es variable). A continuación, sobre una celdilla tomada como referencia se dibuja mediante el cursor el motivo a representar. Este motivo es, entonces, repetido dentro de la celdilla unidad por medio de los elementos de simetría del grupo espacial dado y repetido a las celdillas adyacentes por medio de las traslaciones de la red asociada. Al ejecutarle, el ordenador presenta directamente la pantalla gráfica, poseyendo varias opciones que pueden obtenerse pulsando la tecla adecuada. Para facilitar la labor del usuario se ha diseñado un móvil que se maneja mediante el teclado numérico, con los números 2-8 (subir-bajar) y 4-6 (izquierda-derecha), así mismo, se puede modificar la velocidad del móvil, mediante los signos + y -. En todo momento, aparece la posición del móvil para que sea más sencillo construir el motivo.

Una de las opciones que presenta es la modificación de la ventana gráfica en la que se dibuja la figura repetitiva, utilizando para ello el móvil.

Una vez elegida la ventana gráfica, se selecciona el grupo de simetría de trabajo para, posteriormente y mediante el móvil, dibujar el motivo deseado. Este motivo puede construirse con puntos y con líneas, para ello se coloca el móvil en el lugar deseado y se ejecuta la orden correspondiente; en el caso de trazar líneas hay que indicar los puntos inicial y final. Cada vez que se da una orden de dibujo de un punto o una línea, el ordenador realiza las rotaciones y traslaciones necesarias para cubrir toda la red. Una vez realizada toda la red puede hacerse un vuelco de pantalla a papel mediante la sentencia PRINT-SCREEN.

Para borrar la pantalla no hay más que ir a la opción de elección del grupo de simetría, con lo cual el ordenador está preparado para crear otra figura.

Este programa se ha diseñado para un ordenador personal IBM compatible. Al igual que los dos anteriores ha sido construido en GWBASIC. Las pantallas gráficas están realizadas en alta resolución (640x200 pixels).

CONCLUSIONES

La experiencia obtenida mediante el uso de estos programas sobre identificación y generación de grupos de simetría de figuras periódicas uni- y bidimensionales nos ha permitido constatar que existe una gran mejora en la comprensión y asimilación de las nociones cristalográficas de red, celda unidad, grupo espacial, grupo puntual, etc.

Los programas han sido utilizados tanto en primer Curso de Ciencias Químicas (Cristalografía y Mineralogía) como en quinto Curso (Cristalografía) habiéndose constatado que su uso y manejo es inmediato para ambos tipos de alumnos.

BIBLIOGRAFIA

- * AMOROS, J.L. (1975). "El cristal". Ed. Urania, pp. 15-47. Barcelona.
- * HAIGITTAL, I. y LENGYEL, G. (1984). "The seven onedimensional space-groups symmetries illustrated by hungarian folk needlework". Journal of Chemical Education, vol. 61, pp. 1033-1034.
- * HAIGITTAL, I. y LENGYEL, G. (1985). "The seventeen two-dimensional space-groups symmetries in hungarian needlework". Journal of Chemical Education, vol. 62, pp. 35-36.
- * PAYNO, L.A. (1988). "Estudio de la simetría en una y dos dimensiones en los ornamentos de la Alhambra de Granada". Tesina de Licenciatura. Universidad de Valladolid. Valladolid.
- * RULL, F. y colaboradores (1987). "Estudio de las propiedades de simetría de los bordados y encajes en Castilla-León". I.C.E. Universidad de Valladolid. Valladolid.
- * SANDS, D.E. (1971). "Introducción a la Cristalografía". Ed. Reverté. Barcelona.
- * SPECTRAVIDEO ESPAÑA S.A. (1986). "GWBASIC: Guía del usuario". Ed. Vector. pp. 71-228.