

## Materiales con Memoria de Forma para Movilización de Huerto Vertical, Caso de Estudio en Enseñanza de Ingeniería

Jarumi Aguilar-Guggembuhl\*, F. N. García-Castillo\*\* y J. Cortez-Pérez\*\*

\* Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Carretera México Cuautla s/n, La Candelaria Tlapala, Chalco Estado de México. C.P. 56641, México \*\* Centro Tecnológico Aragón, FES Aragón, UNAM. Av. Rancho Seco s/n, Col. Impulsora, Cd. Nezahualcóyotl, Estado de México, C.P. 57130, México

### Sobre los autores

**Dra. Jarumi Aguilar Guggembuhl:** Doctora en Biotecnología, Profesor de Tiempo Completo Asociado “C”, Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, División de Ingeniería Industrial.

**Correspondencia:** jarumi\_ag@tesch.edu.mx

**Dr. Fernando Néstor García Castillo:** Doctor en Ingeniería Mecánica, Profesor de Asignatura “A” Interino, Centro Tecnológico Aragón, FES Aragón, UNAM.

**Correspondencia:** fer\_nes@comunidad.unam.mx

**Dr. Jacinto Cortez Pérez:** Doctor en Ingeniería Mecánica, profesor titular “C” de tiempo completo, Centro Tecnológico Aragón, FES Aragón, UNAM.

**Correspondencia:** jacop@unam.mx

### Resumen

El caso de estudio consistió en el diseño y construcción de un prototipo mecánico que permita el crecimiento de hortalizas en un huerto vertical. Para que las hortalizas tengan un apropiado crecimiento, la estructura del prototipo gira con la finalidad de otorgarles luz solar de manera homogénea. Actualmente el movimiento en estructuras verticales es realizado con motores y sistemas de transmisión mecánicos; sin embargo, en este caso se propuso llevarlo a cabo con materiales con memoria de forma (MMF), los cuales podrían hacer girar el sistema con la aplicación de corriente eléctrica, aire caliente o luz solar. Durante el desarrollo del prototipo fue posible utilizar equipos previamente diseñados donde se pueden realizar experimentos para caracterizar el comportamiento de los MMF, aplicándoles diferentes voltajes. En el presente trabajo se muestra la metodología usada para involucrar a los estudiantes, de dos instituciones, en las etapas del diseño, aprovechando la realización de pruebas experimentales, recursos digitales en internet; así como la aplicación de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y aula invertida. Finalmente se presenta una propuesta para la operación a distancia de los equipos utilizados en la caracterización de los materiales y su utilización como elementos de aprendizaje.

**Palabras Claves:** Huertos verticales, Materiales con Memoria de Forma, Diseño Mecánico, Aprendizaje Basado en Proyectos, Aula Invertida.

## **Shape Memory Materials for Rotary Vertical Garden a Case of Engineering Teaching**

The project consisted of design and construction of a mechanical prototype that allows the growth of vegetables in a rotary vertical garden. For the vegetables to grow properly, the structure of the prototype rotates in order to provide them homogeneous sunlight. Currently, the movement of vertical structures is carried out with motors and mechanical transmission systems; however, in this case it was to carry it out with shape memory materials (SMMs), which could rotate the system with the application of electric current, hot air or sunlight. During the development of the prototype, it was possible to use previously designed equipment where experiments can be carried out to characterize the behavior of the SMMs, applying different voltages to them. This work shows the methodology used to involve students, from two institutions, in the design stages, taking advantage of experimental tests, digital resources on the internet; as well as the application of active methodologies such as project-based learning and flipped classroom. Finally, a proposal is presented for the remote operation of the equipment used in the characterization of the materials and their use as learning technics.

**Keywords:** Rotary Vertical Garden, Shape Memory Materials, Mechanical Design, Project-Based Learning, Flipped Classroom.