

APORTES A LA FORMACIÓN DE INGENIEROS FÍSICOS A PARTIR DEL CASO DE LAS ARCILLAS EN POPAYÁN

J. Cobo, M. Corchuelo, Y. Cobo Q., J. E. Rodríguez-Páez
Grupo CYTEMAC. Departamento de Física. Universidad del Cauca
Popayán - Colombia

htenay28@hotmail.com, micorcho@unicauca.edu.co, Ycobo4@hotmail.com,

jnpaez@ucauca.edu.co

Telfax: 092-8209832

Resumen

Nuestro actual sistema educativo para la formación de ingenieros manifiesta debilidades en la interacción con el contexto. Es importante que las universidades, cultivadoras del saber científico y tecnológico, se interesen más por las problemáticas de nuestro país, y encuentren en ellas potencialidades para que las comunidades educativas se preocupen por repensar la formación acorde con la realidad local y nacional. Pese al “progreso” del mundo contemporáneo en las diferentes áreas del conocimiento, en el modelo educativo colombiano es incipiente la preocupación por construir propuestas propias. Llama más la atención retomar modelos extranjeros, que niegan la identidad y las particularidades de cada región. Es necesario superar el esquema tradicional de enseñanza tipificado en la transferencia del libro al tablero y los apuntes de clase. Existe todo un mundo por descubrir y explorar tras un tablero, que abren espacio para la creatividad y el desarrollo del pensamiento.

Frente a esta problemática se hace necesario idear metodologías que lleven a estudiantes y profesores a estar más relacionados con nuestra realidad local, con los problemas que vemos a diario y que ignoramos. Una posible alternativa a la brecha entre la formación y el contexto, es empezar a interactuar desde las clases con visitas a lugares y espacios donde los problemas se presentan y que son la fuente para el ejercicio de la ingeniería. En este sentido, el grupo CYTEMAC desde el proyecto de investigación “OBTENCIÓN DE ALÚMINA APARTIR DE CAOLÍN COMO ALTERNATIVA PARA LA FABRICACIÓN DE CERÁMICOS AVANZADOS: Una reflexión sobre la formación de talento humano” vincula a un grupo de estudiantes y profesores del programa de ingeniería física con personas del sector alfarero del Cauca (específicamente Pueblillo y Cajete), para dimensionar el problema que tiene este sector productivo, que mantiene técnicas ancestrales en la fabricación de cerámicos tradicionales. Se comenta en este artículo el resultado de esta interacción universidad y sector productivo, que abre posibilidades innovadoras referidas tanto a procesos de fabricación como en la identificación de formas alternativas de energía. El desarrollo implica el análisis de materias primas (en este caso las arcillas) para plantear la posibilidad de fabricación de productos con mayor valor agregado.

Palabras claves: Universidad - Contexto, situaciones problemáticas, Cerámicas avanzadas.

Abstract

Our current educational system for the engineers' formation demonstrates weaknesses in the interaction with the context. It is important that the universities, cultivating machines of to know scientific and technologically, are interested more for the problematic ones of our country, and find in them potentials in order that the educational communities worry for rethinking the formation according to the local and national reality. In spite of the "progress" of the contemporary world in the different areas of the knowledge, in the educational Colombian model the worry is incipient for constructing own offers. Mud more the attention recapture foreign models, who deny the identity and the particularities of every region. It is necessary to overcome the traditional scheme of education typified in the transference of the book the board and the notes of class. The whole world exists for discovering and to explore after a board, which they open space for the creativity and the development of the thought.

Opposite to this problematics it becomes necessary to design methodologies that take students and teachers to being more related to our local reality, with the problems that we see to diary and that we ignore. A possible alternative to the gap between the formation and the context, is to start interacting from the classes with visits to places and spaces where the problems appear and that are the source for the exercise of the engineering. In this respect, the CYTEMAC group from the project of investigation "ALÚMINA's OBTAINING FROM THE KAOLIN LIKE ALTERNATIVE FOR THE ADVANCED CERAMIC MANUFACTURE: A reflection on the formation of human talent" there links a students group and teachers of the program of physical engineering with persons of the sector potter of the Cauca (specifically Pueblillo and Cajete), to determine the problem that has this productive sector, which supports ancient technologies in the manufacture of ceramic traditional. Comments to itself in this article the result of this interaction on university and productive sector, which opens innovative possibilities referred so much to manufacturing processes like in the identification of alternative forms of energy. The development implies the analysis of prime matters (in this case the clays) to raise the possibility of manufacture of products with major added value.

Keywords: University - Context, problematic situations, Advanced Ceramics.

1. Introducción

El programa de ingeniería física inició labores en 1996 y en la actualidad cuenta con tres énfasis: instrumentación y control, óptica aplicada a la metrología y procesamiento de imágenes y materiales. Desde el año 2003 el grupo CYTEMAC y el grupo SEPA establecieron una alianza para la formación avanzada de talento humano que permitiera atender las exigencias de los procesos científicos y tecnológicos en el campo de los materiales cerámicos y en particular lo relacionado con la Síntesis de Alúmina. Ello facilitó establecer una metodología para la obtención de $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ a partir de precursores comerciales importados de Sulfato de Aluminio y Nitrato de Aluminio y construir una mirada alternativa de los procesos de formación de talento humano pertinentes para la región, con fundamento en la teoría crítica del currículo y en el enfoque de los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Una de las restricciones para la aplicación industrial de los resultados hasta ahora obtenidos, se encuentra en los elevados costos de los precursores, por tal motivo parte de la problemática que se aborda involucra el estudio del

proceso para la obtención de Alúmina (Al_2O_3) a partir de una fuente más próxima a la naturaleza, tal como los caolines. Paralelamente surge la preocupación por los procesos de formación de ingenieros físicos, que ahora, de manera generalizada, se presentan fragmentados en disciplinas, desarticulados de las necesidades de la región y con un profundo interés porque la investigación, la innovación y la docencia hallen espacios de coexistencia.

El trabajo ha permitido repensar la actividad del sector alfarero en nuestro medio. Dada la gran cantidad de aluminosilicatos que existen en la corteza terrestre, estos compuestos se posicionan como una materia prima importante en la fabricación de piezas para diferentes usos: ladrillos y tejas para la construcción, recipientes para almacenar alimentos y líquidos, piezas decorativas y cerámicas técnicas por sus especiales propiedades de resistencia térmica (elementos refractarios), estabilidad química y propiedades específicas como la constante dieléctrica, adicionalmente a sus características magnéticas y ópticas. En Colombia, se han estructurado una serie de empresas alrededor de los aluminosilicatos que cuentan con una buena infraestructura y que fabrican productos cerámicos de muy buena calidad (Colcerámica, Electroporcelana Gamma, Cerámica Italia, entre otras). Pero en regiones como el Cauca, los pequeños productores no han alcanzado esta condición, por lo que es necesario que la academia los acompañe en su interés por conocer la materia prima que utilizan y comenzar a diversificar sus productos. De esta manera se propicia el acercamiento del grupo de investigación CYTEMAC con el sector alfarero de la región, en procura de optimizar el aprovechamiento de recursos para contribuir a mejorar las condiciones de vida de quienes se desempeñan en este sector y simultáneamente, constituir una oportunidad para aprender a través de una estrecha relación teoría-práctica, los conceptos importantes de la Ingeniería Física relacionados con la estructura y procesamiento de materiales, en este caso, los cerámicos.

Las investigaciones de carácter experimental sobre materiales dan cuenta de lo que ocurre con los mismos pero no de lo que sucede con los investigadores y de los modos que emplean para resolver los problemas que surgen durante la investigación. La reflexión sobre la práctica investigativa, con el ánimo de construir alternativas para los procesos de formación de ingenieros físicos, permite abordar problemáticas como la innovación en procesos de síntesis de materias primas y en técnicas para el mejor aprovechamiento de algunos yacimientos presentes en el Departamento del Cauca.

Un primer interés es el de caracterizar adecuadamente la materia prima, aluminosilicatos de algunas minas conocidas de las que se abastecen fabricantes de ladrillo en el Departamento del Cauca. Con base en su composición y características fisicoquímicas se trata de determinar las condiciones más adecuadas para la obtención de productos alternos al ladrillo que actualmente se produce. Estos pueden ser crisoles, soportes refractarios y dieléctricos aislantes de bajo voltaje, a través de la sinterización de pastas cerámicas y el conformado en molde.

El desconocimiento de las características de estas arcillas caoliníticas, y de su potencial uso para conformar piezas cerámicas técnicas con valor agregado favorable, ha provocado que estas se extraigan de manera rústica y se comercie a muy bajo precio, a pesar de que científicamente se sabe que con un adecuado tratamiento de esta materia prima es posible obtener materiales con muy buenas presentaciones y grandes posibilidades para obtener cerámica técnica.

Un caolín es una roca que contiene una cierta proporción de minerales del grupo $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ que puede ser económicamente extraída y concentrada. La arcilla caolinítica es también un caolín en sentido amplio. Esta no se procesa, se usa tal como se extrae e inicialmente los porcentajes en minerales del grupo del caolín son más altos. Cuando el caolín se usa para cerámica blanca recibe la denominación de China Clay. El caolín, tal como se obtiene en una explotación mineral posee un contenido variable de caolinita y/o halloysita que, a veces no llega al 20 %. Además suele tener cuarzo, feldespatos, micas, y, dependiendo de la roca madre, otro tipo de minerales adicionales. Para concentrar el mineral es preciso someterlo a diferentes procesos que eleven el contenido en filosilicatos por encima del 80 %; el producto final, generalmente, recibe el nombre de caolín lavado.

Otro término utilizado para arcillas especiales, con un indudable significado industrial, es el de arcillas refractarias; las arcillas caoliníticas se pueden utilizar para la fabricación de materiales cerámicos refractarios. Dentro de este grupo pueden incluirse las denominadas ball-clays, o arcillas caoliníticas plásticas y dispersables en agua, que son grises pero que durante el tratamiento térmico van adquiriendo una tonalidad blanca. Estos materiales son muy utilizados para la fabricación de cerámica blanca de gran calidad. Las fire-clays, o arcillas refractarias propiamente dichas, suelen tener óxidos de hierro lo que hace que no adquieran esta tonalidad blanca durante el tratamiento térmico. Las flint-clays o arcillas caoliníticas duras, carentes de plasticidad, se utilizan fundamentalmente para la fabricación de refractarios silico-aluminosos. En la tabla I se indican las industrias que utilizan frecuentemente el caolín¹.

Tabla I. Principales aplicaciones industriales del caolín.

Papel	Como carga y recubrimiento del papel. En el acabado de papel de arte y tapiz y en papel corrugado. Reduce la porosidad y da suavidad y brillo a la superficie.
Refractarios	En la elaboración de perfiles, bloques y ladrillos refractarios, así como en ladrillos de alta alúmina. En la elaboración de cemento refractario y resistente a los ácidos. En cajas de arcilla refractaria para cocer alfarería fina.
Cerámica	En la fabricación de sanitarios, comedores, porcelana eléctrica y tejas de alto grado, vajillas, objetos de baño, refractarios y cajas de arcilla refractaria para cocer alfarería fina.
Vidrio	En la formulación de placas de vidrio.
Pinturas	En la elaboración de pigmentos de extensión para pinturas y en la fabricación de tintas. Se usa como dilatador por su inercia química, suave fluidez, facilidad de dispersión y por no ser abrasivo. En pinturas de agua con liga de aceite, a base de silicato y al temple; en pinturas para moldes de fundición; en pigmentos para el color ultramarino.
Plásticos	Es usado como relleno en hules y plásticos y auxiliar en procesos de filtración. En revestimientos plásticos para ductos y tejas plásticas. Se

	mezcla bien con oleoresinas en plásticos y mejora la rigidez y dureza del mismo.
Agroquímicos	Forma parte de los componentes de insecticidas y pesticidas.
Farmacéutica	En la elaboración de medicamentos por ser químicamente inerte y libre de bacterias.
Cosméticos	Es uno de los principales componentes de los cosméticos. Absorbe humedad, mejora las bases blancas para colores, se adhiere a la piel y tiene textura suave.
Construcción	Usado para producir arcillas pesadas. En pistas para aterrizaje de aviones y en mezclas termoplásticas para techar. Como relleno en linóleo y en cementos resistentes a los ácidos y refractarios. En cojines de fieltro para paneles o tableros de metal. En revestimientos plásticos para ductos, ladrillos para pisos y para sellar mezclas. En mezclas termoplásticas para techar. En el concreto mejora la durabilidad, remueve el hidróxido de calcio químicamente activo, mejora la porosidad y la adhesión entre el cemento, la arena y la grava.
Material eléctrico	Es usado en la fabricación de cable eléctrico, en recubrimientos y aislantes eléctricos. Da resistencia térmica.
Caucho	Para reforzar el caucho y hacerlo más rígido.
Hule	En la industria del hule es usado como carga y por su resistencia a la humedad y ataque químico. Mezcla bien con el hule, le incrementa la dureza y durabilidad.
Metales	En ruedas abrasivas, para soldar cubiertas en varillas y en material de adherencia en fundición
Química	En la elaboración de productos como sulfato de aluminio, alúmina y alumbre; en catalizadores y absorbentes; en el acabado de textiles; en jabón, recubrimientos, curtiduría y productos de asbesto; en ruedas abrasivas, como material de adherencia en fundición y para soldar cubiertas en varillas.
Forraje	Para forraje se usa molido entre 60 y 80 mallas.

2. Metodología

Para el seguimiento del proceso de aprendizaje, se hacen registros en diarios de campo no solo de lo que acontece en el laboratorio sino durante las visitas técnicas a sitios donde se fabrican cerámicos tradicionales; además se identifican los actores involucrados, así como las interacciones que se dan entre ellos, para hacer posible la realización del proceso y de esta manera identificar las potencialidades y resistencias de una mirada integrada de la ciencia, la tecnología y los modos sociales bien sea de cooperación o de interdependencia. Como contribución al proceso de interacción, se organizó un seminario sobre arcillas en el que participaron no solo los estudiantes de ingeniería física (de séptimo semestre en adelante y del área de materiales) sino que además contó con la participación de alfareros y empresarios de la región. El seminario permitió un flujo de información en dos direcciones: de una parte, los

estudiantes y docentes comentaron conceptos técnicos, propósitos y resultados de los estudios realizados. De otra parte, los representantes del sector alfarero comentaron sobre las características particulares de sus yacimientos, sus dificultades e iniciativas relacionadas con su diario trabajo con las arcillas.

Con base en una técnica de muestreo, se viene desarrollando un estudio riguroso de las arcillas de algunas zonas del Cauca (en principio las provenientes de los municipios de Cajete, Guapí, La Tetilla y Pueblillo) para determinar las características fisicoquímicas de la materia prima, y las propiedades eléctricas y mecánicas de piezas sinterizadas con el fin de potencializar su uso en la fabricación de cerámica técnica.

La dinámica generada conduce a los estudiantes a que aprendan no solo a caracterizar la materia prima mediante técnicas como Difracción de rayos-X, espectroscopia infrarroja, (para determinar los grupos funcionales que existen en el sólido), Florescencia de rayos X, (para conocer su composición química), análisis térmico TG/ATD, (para definir el comportamiento las muestras ante tratamientos térmicos), y microscopia electrónica (para conocer el tamaño y morfología de las partículas); sino que también los estudiantes se están familiarizando con las características de las arcillas y desarrollan habilidades para identificar niveles de plasticidad y contracción, relacionadas con su composición.

La complejidad de la situación permite que de acuerdo con los intereses de los estudiantes, existan diferentes roles durante el estudio de la situación. Así, por ejemplo, a unos les llama la atención el manejo de los equipos para la caracterización de las arcillas como tal, a otros les interesa fabricar probetas y realizar las pruebas del caso, otros se inclinan por la implementación de instrumentos y aplican sus conocimientos por ejemplo el diseño de un sistema ATD/TG especial para las arcillas, hay estudiantes preocupados por el conformado de las piezas cerámicas y las condiciones adecuadas para lograr alta densificación de dichas piezas, y otros trabajan en la búsqueda de métodos alternativos de formulación y síntesis para el mejor aprovechamiento de los compuestos [2]³. En cada actividad, los alfareros poseen un saber empírico, que lo comparten con los estudiantes. El seminario se ha enriquecido con la participación y experiencia que cada quien desarrolla, aprendiendo unos de otros.

3. Resultados

En la actualidad, se han analizado arcillas provenientes de diferentes fuentes del Departamento del Cauca tales como: Guapí, la Ladrillera “Los Robles”, Cajete, La Tetilla y Pueblillo. Se han conformado probetas a las cuales se les ha practicado pruebas de resistencia mecánica. Se continúa trabajando en la implementación de un sistema ATD/TG y de un sistema para medir la conductividad térmica de algunos productos como los ladrillos.

Se avanza en el estudio de un método alternativo al proceso Bayer para la producción de alúmina que evite los barros rojos, reduzca el nivel de importación de esta materia prima por parte de la industria colombiana y genere nuevas fuentes de empleo a través de la fabricación de productos de diverso propósito tales como: refractarios (crisoles), aisladores de alta tensión, o equipo de laboratorio resistente al ataque químico entre otros. Por ejemplo, se ha encontrado que reflujos con H₂SO₄, a temperaturas entre 50 °C y 100°C, favorece el enriquecimiento en Al₂O₃ del material tratado.

Para el conformado en molde se aprendió con el Sr. Julio Cortés a preparar la barbotina y a determinar sus propiedades reológicas. De este estudio se han identificado parámetros como viscosidad, densidad específica y naturaleza del defloculante, los cuales definen la velocidad de colado, facilidad de desmolde, resistencia en verde, velocidad de conformación de la pared de la pieza cerámica y contracción de la misma durante el secado; paralelo a este trabajo se están fabricando los moldes de las piezas cerámicas.

Se están identificando con los alfareros otras dificultades relacionadas con los costos de las fuentes de energía para hacer los tratamientos térmicos de las arcillas. Se trata ahora de estudiar alternativas para mejorar la eficiencia de los hornos, así como otras fuentes de combustión. Igualmente surge la preocupación por conformar una organización que les permita a los alfareros gestionar recursos de inversión y acceder a procesos de capacitación, con la visión de una cadena productiva.

Después de sistematizar los conocimientos científicos, tecnológicos, socio-educativos producto de las actividades anteriores, se estima pertinente elaborar documentos para su divulgación en eventos y como material de análisis para el seminario sobre el sentido de la formación de ingenieros en la Universidad del Cauca.

4. Conclusiones

Una mirada integradora de ciencia, tecnología y sociedad como la que brinda el enfoque CTS facilita la articulación de programas de Ingeniería de la Universidad con el contexto y esta relación permite identificar en la práctica la complejidad de las situaciones reales y que se desarrollen aprendizajes significativos en el sentido que los estudiantes pueden experimentar cómo el conocimiento cultivado contribuye al estudio de situaciones problemáticas como en este caso, la baja productividad del sector alfarero en la región del Cauca.

La articulación del programa de ingeniería física con el sector alfarero ha desarrollado una dinámica que se concreta en proyectos orientados al estudio y mejor aprovechamiento de las arcillas de la región para la elaboración de cerámicas técnicas y piezas refractarias cuyo valor agregado mejore las condiciones de vida de quienes trabajan en este sector.

El estudiante de ingeniería, en interacción con el entorno, aprende no solo a desarrollar habilidades particulares que van más allá del aula de clase para el tratamiento de las arcillas, aprovechando la experiencia de quienes por mucho tiempo se han dedicado a ellas, sino que adicionalmente, durante la aplicación de los conocimientos adquiridos en la Universidad, conoce la región, sus recursos y observa que es posible asumir un papel protagónico y de compromiso con el desarrollo del departamento desde su rol de ingeniero físico.

5. Referencias bibliográficas

[¹] Dirección General de Promoción Minera. Secretaría de Economía de México. Perfil del mercado del caolín. En página web: <http://www.economia.gob.mx/index.jsp?P=1825>
Consultado en 01-04-2006

-
- [²] RESTREPO O. J. (1996) “Activación Mecánica del Caolín como vía para la fabricación de aluminosilicatos sintéticos”. Cuaderno de Cerámicos y Vítreos;(5):47-62. Universidad Nacional de Medellín
- [³] DOMÍNGUEZ, J. M. y SCHIFTER, Isaac ¿QUÉ SON LAS ARCILLAS? En página web: http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/htm/sec_6.htm consultado el 10-05-2005