

41TCE. DESARROLLO DE CATALIZADORES SOPORTADOS A PARTIR DE POLVOS INDUSTRIALES Y SU VALOR DIDACTICO EN LA TRANSPOSICION DE CONOCIMIENTOS

**LOPEZ DOMINGUEZ, M.¹; SEPULVEDA, M.¹; QUARANTA, N.³; OSIGLIO, L.²;
VAZQUEZ, P.²**

¹ Estudiante del Profesorado de Química - Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación Universidad Nacional de La Plata. Calle 48 e/ 6 y 7 - (1900) La Plata (Argentina)

² Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge Ronco" (CINDECA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 47 N°257 (1900) La Plata (Argentina)

³ Grupo de Estudios Ambientales. Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional. Colón 332 (2900) San Nicolás (Argentina). Investigador CIC.

E-mail: mariela_ld@hotmail.com

Resumen. Es inevitable la producción de residuos que constituyen el último eslabón de cualquier actividad industrial. El incremento en el volumen de descartes industriales, la simultánea disminución de los espacios de disposición de residuos, así como todos los problemas asociados con la contaminación que esto implica, son temas de urgencia que demandan la atención de científicos y tecnólogos. Se han propuesto y aplicado cambios en los procesos productivos con las denominadas tecnologías limpias y de minimización, que tienden por un lado a reducir en origen la generación de residuos, y por el otro a reutilizarlos transformándolos en subproductos y materia prima de otras industrias. Frente a nuevos desafíos tecnológicos que contribuyan a preservar el ambiente, mejorar costos de producción y utilizar menos recursos naturales, se investigaron polvos industriales de distintos orígenes para reutilizarlos en catálisis heterogénea. Este trabajo se encuentra en una primera faceta de estudio y se ha establecido el uso de los residuos sin tratamiento posterior a su desecho. Asimismo se emplea el trabajo para argumentar su importancia en la formación docente permitiendo profundizar, con sentido crítico, en las concepciones científicas esenciales tan necesarias en el aprendizaje significativo de los alumnos.

1. Introducción

A fin de poder analizar la dinámica de este proyecto innovador en el área de la catálisis heterogénea partimos de un acuerdo general: ampliar las fronteras disciplinarias para permitir una mejor articulación entre los conocimientos científicos y los conocimientos escolares estructurantes que subyacen en la propia experiencia. La investigación está orientada hacia la reutilización de polvos industriales mediante un proceso catalítico; y en ella convergen distintos campos teóricos e instrumentos de prácticas.

La complejidad que hoy presenta el campo educativo hace que sea necesario reducir la brecha entre las reflexiones académicas y la puesta en marcha. "Un objeto de investigación, por más parcial y parcelario que sea, no puede ser definido y construido sino en función de una problemática teórica que permita someter a un sistemático examen todos los aspectos de la realidad puestos en relación por los problemas que le son planteados" (Bourdieu, 1990). Desde esta perspectiva abordamos el trabajo.

El final abierto que plantea un proyecto de investigación puede ser empleado para delinear estrategias de acción en el campo educativo. La búsqueda de criterios orientadores en el desarrollo de la experiencia cobra relevancia. Así entonces se elige este proyecto, por su impacto social y por considerarlo permeable a reflexiones y reconsideraciones que abarcan

diferentes campos disciplinares.

El formato alternativo de enseñanza-aprendizaje que proporciona el trabajo colaborativo entre el investigador y el futuro docente se identifica en Elliot cuando dice: “Los estudios de caso proporcionan el contexto para desarrollar tanto una teoría parcial del caso como los constructos teóricos de una disciplina” (Elliot, 1990). Pero no debemos olvidar que una de las variables más frecuentes que lleva al fracaso de estas experiencias conjuntas es la distancia que existe entre el interés de los distintos campos. El interés técnico del que daba cuenta Habermas (1998) al sostener que “el tipo de teoría que caracteriza a las ciencias experimentales nos alumbró la realidad bajo la guía de un interés por el posible aseguramiento y por la posible ampliación de la acción controlada por el tipo de éxito que los éxitos experimentales prefiguran” continúa marcando muchas prácticas didácticas. Entendemos por transposición didáctica al “proceso de adaptaciones sucesivas de los saberes por las cuales el conocimiento erudito se transforma en conocimiento a enseñar y éste en conocimiento enseñado” (Frigerio y Poggi, 1992). Pero precisamos compartir con Cecilia Bravlsky (1999) que el perfil del profesor no puede ser la reproducción de lo que aprende y cómo lo aprende. Entre las competencias básicas que ella enumera nos interesa especialmente la que llama “competencia especificadora”. En ella señala que no basta con un buen dominio de los contenidos, ni un conjunto de metodologías adecuadas sino que hay que saber adaptar esto al entorno y a la práctica real. Para ello, también es necesario, conocer la epistemología del conocimiento a tratar.

La intención al desarrollar este proyecto es abordarlo desde múltiples miradas ampliando sus intereses desestimando una lógica unidireccional.

2. Objetivos

1-Investigar polvos industriales para su uso como soportes de catalizadores ácidos. Este trabajo es innovador en el área de la catálisis, se encuentra en una primera faceta de estudio y se ha establecido el uso de los residuos sin tratamiento posterior a su desecho.

2-Argumentar la importancia que tiene este proyecto en la formación de futuros docentes.

3-Extraer los conceptos científicos esenciales para su valoración didáctica y social.

3. Metodología

Durante el desarrollo experimental se tomó registro de los conceptos científicos, considerados estructurantes, más utilizados en el campo educativo. Del mismo modo se hizo con las prácticas específicas y los equipos empleados.

Soportes: Origen de los residuos: lodos de altos hornos, siderurgia (Muestra 1), cenizas volantes de centrales termoeléctricas (Muestra 2), arena de moldeo de fundición (Muestra 3), cenizas gruesas de centrales termoeléctricas (Muestra 4). Todos los residuos fueron usados sin ningún tratamiento posterior a su recolección en el lugar de origen de cada uno.

Preparación de catalizadores. Primero se procedió a lavar los soportes mencionados con tres solventes distintos (agua caliente, etanol y acetona). Estos materiales en polvo fueron impregnados con una solución de ácido fosfomolibdico (MPA), dopado con Vanadio (MPVA). La concentración de la solución impregnante de MPVA, fue de 110 mg Mo/ml, usando el método de impregnación en equilibrio, para obtener aproximadamente un 20 % (p/p) en cada sólido. Aunque se agregó 1 ml del solvente usado para aumentar la difusión de precursor en el sólido. Las muestras se dejaron una semana en contacto con la solución impregnante, sin agitación y luego se secaron a temperatura ambiente. *Caracterización de soportes y catalizadores soportados.* Determinación de Acidez mediante Titulación Potenciométrica. La titulación se llevó a cabo mediante el agregado de 0,05 ml de una solución de n-butylamina en acetonitrilo (0,05 N) a 0,05 g del sólido de interés previamente

suspendido en acetonitrilo (90 ml) por una agitación de 3 h. La variación del potencial (mV) fue medido en un potenciómetro digital Instrumentalia S.R.L, con un electrodo de Ag/AgCl. La Microscopía Electrónica de Barrido (SEM-EDX) se hizo con un microscopio Philips 505 y se colocó una película de carbón para aumentar la resistencia y la calidad de la imagen. Las propiedades texturales se determinaron usando un equipo Micromeritics Accusorb 2100. Difracción de rayos X (DRX). Los diagramas de rayos X se realizaron con un equipo Philips modelo PW-1714 con registrador gráfico de barrido incorporado. Las propiedades texturales se determinaron usando un equipo Micromeritics Accusorb 2100.

4. Resultados

En particular los residuos de la industria metalúrgica tales como escorias o barros rojos de alto horno, han sido utilizados para diversas aplicaciones tales como producción de cementos, concretos, ladrillos para pisos o recubrimientos de paredes, materiales cerámicos y vitrocerámicos e inclusive como bases de adsorción o matrices de fijación de metales pesados. A modo de ejemplo, se presentan los estudios de la Muestra 1 que presenta una distribución granulométrica de los barros de alto horno que fue obtenida de los lodos sometidos a un proceso de secado a 100 °C (Tabla 1).

Tabla 1. Granulometría de la Muestra 1

Malla	Tamaño (µm)	% en peso	% acumulado
1/4"	> 6300	0,00	0,0
6	6300 – 3350	0,23	0,2
12	3350 – 1700	1,04	1,3
20	1700 – 850	0,81	2,1
30	850 – 600	0,23	2,3
50	600 – 300	0,29	2,6
60	300 – 250	0,81	3,4
100	250 – 150	6,12	9,5
200	150 – 75	36,56	46,1
Fondo		53,90	100,0

Se observa que más del 50% del material de descarte original, posee un tamaño de grano inferior a 75 µm. El contenido de humedad en los barros del alto horno estudiados es del 1,0 %. La pérdida de peso por calcinación a 800 °C durante 3 h es del 34,75%. Esta pérdida de peso se relaciona directamente con el contenido de material carbonoso de los lodos. Por otra parte, los diagramas de difracción de rayos X de los lodos calcinados presentan numerosos picos pequeños de difracción entre los que se destacan los correspondientes a las fases hematita-Fe₂O₃, (pdf. 871166), y cuarzo-SiO₂ (pdf. 851054).

Los sólidos usados como soportes se caracterizaron mediante sus propiedades texturales, las que se presentan en la Tabla 2, y son enumerados a continuación de acuerdo al valor de la S_{BET} en sentido decreciente. El volumen de poros de los sólidos (Tabla 2) es semejante en todas las medidas realizadas y se acercan a valores no cuantificables por el Método BET o BJH. Si se comparan los valores obtenidos para la S_{micro} estos demuestran una gran variedad en el porcentaje que puede asignarse al área de micro poros. En relación a los valores de diámetro de poros, estos varían desde 159,9 Å (Muestra 3) a 36,9 Å (Muestra 4)

A, para el método BET y desde 104,6 (Muestra 3) a 48,5 (Muestra 2) Å, para el método BJH, esta disparidad podría deberse al origen tan diverso de las muestras en lo referente a la formación de los poros durante el proceso de obtención influyendo en la formación de los poros intra- y extra-partícula. Las isothermas de adsorción de las muestras obtenidas mediante la ecuación *BET*, desarrollada por Brunauer, Emmett y Teller (no mostradas por razones de espacio), podrían clasificarse en el tipo II de isothermas, pero el fenómeno de histéresis que presentan las clasifica dentro del tipo IV. La razón podría ser diferente para cada muestra en particular. Este punto seguirá siendo objetivo de estudio.

Tabla 2. Propiedades Texturales de los sólidos usados como soportes

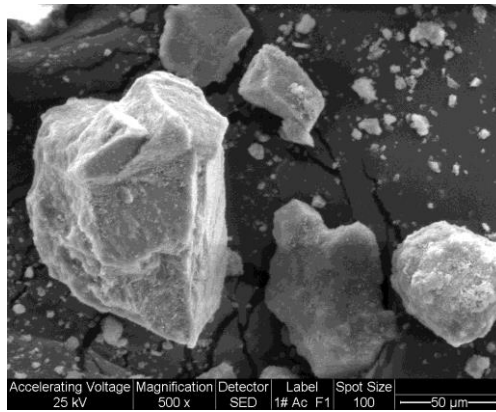
Sólido	S _{BET} (m ² /g)	S _{micro} (análisis t-plot) (m ² /g)	Diámetro Poros BET (Å)	Diámetro Poros Método BJH desorción (Å)	Volumen Poral Método BJH (m ³ /g)
Muestra 1	9,42	0,6	79,44	79,1	0,02
Muestra 2	9,97	2,6	44,5	48,5	0,00
Muestra 3	0,73	1,05	159,9	104,5	0,00
Muestra 4	20,0	8,5	36,9	57,0	0,00

Antes de llevar a cabo la impregnación se realizaron pruebas de mojabilidad con etanol, acetona y agua (caliente) de los sólidos mencionados. El pH del agua es de 6 y el de etanol de 5, respectivamente. La variación del pH es notoria para las diferentes muestras, ya que presentan propiedades hidrófobas al contacto con los solventes polares. Cabe destacar, que de todas formas la lixiviación que se produce no ha sido estudiada en profundidad en las muestras, aunque en promedio se tiene una pérdida en agua del 0,30%.

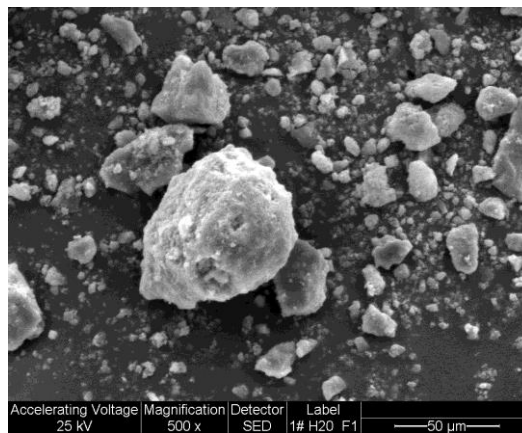
El análisis de la morfología de las partículas lavadas con los tres solventes realizada por SEM, muestra la presencia de partículas base muy pequeñas, de tamaño de unos pocos micrones, y aglomeraciones de las mismas con características típicas de los procesos de sinterización. No se observan partículas esféricas como las habituales en procesos de fusión (Figura 1). A modo comparativo se usa la Muestra 1, lavada con etanol (a), lavada con acetona (b) y con agua (c), respectivamente.



Figura 1. Muestra 1, a) lavada con etanol (500x 50 micrones)

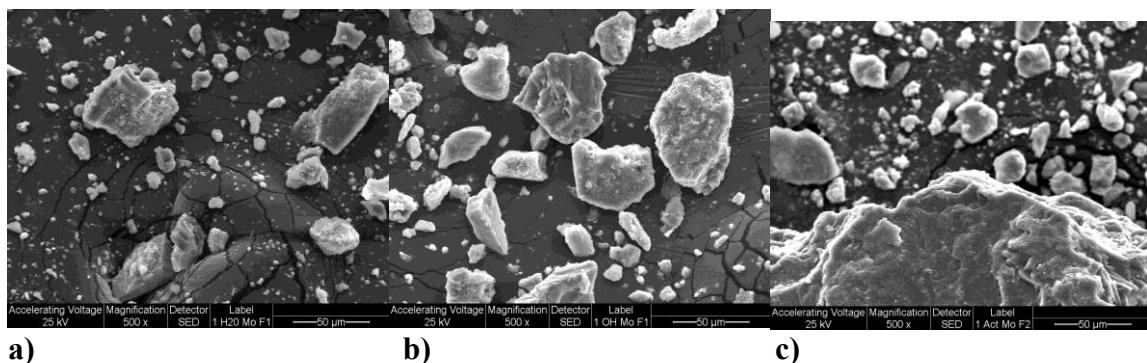


b) lavada con acetona (500x 50 micrones)



c) lavada con agua (500x 50 micrones)

Frente a estos resultados parciales se decidió realizar las impregnaciones con una mezcla de etanol y agua, como solvente de la solución impregnante, a los sólidos antes mencionados. Se realizaron diferentes caracterizaciones como titulación potenciométrica, rayos X y SEM. Pero como técnica más accesible a los alumnos para su inicio, comparando visualmente, se pone como ejemplo la misma muestra ya impregnado el ácido MPVA (Figura 2)



a) **b)** **c)**
Figura 2. Muestra 1, impregnada con MPVA usando como solvente: a) Agua, b) Etanol y c) Acetona

Desde el campo educacional hemos detectado los siguientes saberes científicos para trabajar con ellos en el aula y facilitar su comprensión.
Velocidad de una reacción química: Leyes que la gobiernan

Parámetros de preparación de muestras: pH, concentración, temperatura de trabajo, volumen de impregnación
Concepto de fase. La fase activa
Catálisis: homogénea, heterogénea, soportada, ácida
Requisitos de un buen soporte
Operaciones unitarias tales como: lavado, filtrado, secado, molido, decantado
Concepto de titulación, adsorción química, morfología
Cálculos de conversión de unidades, empleo de gráficos
Radiaciones electromagnéticas. Rayos X
Medidas de higiene y seguridad en el laboratorio
Diferencia entre tecnología disponible y tecnología sustentable
Saberes científicos valorados socialmente
Factibilidad. Evaluación técnica/ambiental/financiera/socio-económica. Rol del Estado.
Estos temas planteados pueden colaborar a orientar y direccionar la práctica docente en la medida que se haga un seguimiento en el contexto escolar.

5. Conclusiones

Los resultados desde el punto de vista de los catalizadores obtenidos son parciales y por ello lo más destacable como conclusión es la viabilidad de usar residuos industriales como soportes para catalizadores cumpliendo con una de las reglas vitales para el cuidado del medio ambiente: residuo convertido en materia prima de nuevos procesos.

Podemos remarcar que el trabajo colaborativo entre quienes trabajan en investigación científica y aquellos que median en el traspaso del conocimiento generado, permite que se asuman compromisos comunes. Trabajar por una ciencia crítica para su valoración social hace necesario un cambio de agenda. Esto es argumentado desde una perspectiva constructivista donde el conocimiento científico-tecnológico es útil para comprender la realidad e intervenirla. Mientras el docente profundiza en los rasgos procedimentales con instrumental pocas veces encontrados fuera de los centros de investigación, públicos o privados, los investigadores socializan su saber con aquel agente multiplicador de conocimientos significativos. Capacitan en la organización de las etapas del proyecto, el planteamiento de hipótesis, el control de las variables, la preparación de informes. Ambos actores deben innovar. Proponemos que a partir de los conceptos y habilidades adquiridas se planteen problemas cotidianos que le den significado a la práctica. Se busca promover en los alumnos la autonomía y la creatividad mientras se anclan los nuevos contenidos.

6. Bibliografía

- Bourdieu, P., Chamboredon, J.C. y Passeron, J.C. (1990) *El oficio del sociólogo*, México: Siglo Veintiuno Editores
- Braslavsky, C. (1999) *Bases, orientaciones y criterios para el diseño de programas de formación de profesores*. Revista Iberoamericana de Educación (19): Formación Docente. enero - abril 1999
- Cajas, F. (2001) *Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico*. Enseñanza de las Ciencias, 19(2), 243-254.
- 4 Carretero, M. (Comp.) (1996) *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Bs. As: Aique
- Coll, C. (1994) *Psicología y Currículo*. Buenos Aires: Paidós
- Dewey, J. (1967) *Experiencia y educación*. Buenos Aires: Losada. Cap. I y II
- Díaz Barriga, F. (2010). *Los profesores ante las innovaciones curriculares*, en Revista Iberoamericana de Educación Superior, México, Universia, vol. 1, núm.1, pp. 37-57.

- Durkheim, E. (1975) *Educación y sociología*. Editorial Península
- Elliot, J. (1994) *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- Feldman, D. *Enseñanza y escuela*. Buenos Aires: Paidós.
- Frigerio, G. y Poggi, M.(1992) *Las instituciones educativas. Cara y Ceca*. Bs. As.: Troquel.
- Gil Pérez, D., (1993) *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 11(2), 197-212.
- Giroux, H. (1997) *Los profesores como intelectuales: hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. Barcelona: Paidós
- Gutierrez Pérez, F. y Prieto Castillo, D. (1999) *La mediación pedagógica*. Buenos Aires: Ediciones Ciccus – La Crujía.
- Habermas, J. (1998) *Conocimiento e interés*. Madrid: Turus
- Lacueva, A. (2000) *Ciencia y tecnología en la escuela*. Madrid: Editorial Popular
- Merino, G. (2004) *Tejer una trama*. Serie pedagógica. No 4-5 p. 305-318. Disponible en http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.401/pr.401.pdf
- Olson, M. (comp.) (1991) *La investigación-acción entra al aula*. Buenos Aires: Aique
- Pozo, J. I. (1997) *Teorías cognitivas del Aprendizaje*. Madrid: Morata
- Sanmartí, N. (2002) *Conectar la investigación y la acción: el reto de la enseñanza de las ciencias*. Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, 34: 17-29.