



---

---

Revista de Química  
Vol. XV. N.º 2  
Diciembre de 2001

---

---

## EDUCACIÓN EN RUSIA

**Galina Shevtsova**

Pontificia Universidad Católica del Perú  
Departamento de Ciencias, Sección Química  
Apartado 1761, Lima, Perú

### RESUMEN

En el artículo se describe la práctica del sistema de la educación en Rusia y en la Ex-Unión Soviética a niveles preuniversitario (en Ciencias en general), universitario y de grado en Química. Se analizan la currícula, los aspectos académicos y características particulares.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, existe un clamor general por una reforma del sistema de la educación tanto en los EE UU [1,2] como en otros países desarrollados. Existen muchas opciones y alternativas. En este sentido, presenta un interés particular analizar el sistema de la educación en la Ex-Unión Soviética (EUS) y en la Rusia actual. Este sistema es similar al de los otros países europeos y asiáticos industriales, y es bastante diferente del sistema estadounidense, en muchos aspectos. Por otro lado, debido a un largo periodo de aislamiento, este sistema ha adquirido muchas características singulares.

Un análisis del sistema de educación en la EUS y Rusia no es difícil debido a su marcada uniformidad que proviene del hecho de que la EUS ha sido un país centralizado, pese a su división político-administrativa formal en países denominados repúblicas.

El análisis se hará con base a las transcripciones de los programas de los estudios que provienen solamente de las principales universidades. Sin embargo, estos programas son muy representativos debido a la uniformidad del sistema. Los cursos son obligatorios, el horario es rígido y los reglamentos son idénticos para todos los alumnos de un año particular de los estudios de cada universidad.

La mayor parte de la información y una parte de su análisis presentados aquí provienen de un artículo publicado en la revista *Journal of Chemical Education*[3], escrito por el profesor Eugeny Kozliak de la Universidad de Dakota del Norte, ex – ciudadano de la EUS que obtuvo su educación en la EUS, ha trabajado allí y, actualmente vive y enseña en los EE UU. En el análisis del sistema educativo en la EUS y Rusia el profesor Kozliak se basa tanto en su experiencia personal, como en las entrevistas con los científicos y los estudiantes rusos y en los

documentos oficiales. El estudio no analiza los detalles particulares y las diferencias específicas entre los sistemas de la educación en los diversos países que habían conformado la EUS. El énfasis se hace sobre las características generales del sistema de la educación química que aún existe poco cambiado. Un análisis análogo del sistema de la educación química en Bulgaria ha sido realizado por Garkov[4].

La autora del presente estudio ha tratado de contribuir con la información adicional y sus propias opiniones, salvándose por el hecho de que ha sido la exalumna de la Universidad Estatal de Moscú (UEM).

## EDUCACIÓN SECUNDARIA

El currículo detallado de las ciencias de la Educación Secundaria es promulgado mediante programas oficiales, establecido por el Ministerio de Educación de Rusia (y anteriormente, por el Ministerio de Educación de la EUS), y es obligatorio para todas las escuelas públicas y privadas.

La piedra angular del sistema de la educación química de la EUS es una sólida formación en matemáticas y en ciencias naturales (Tabla 1).

La educación comienza a la edad de seis años y comprende 11 años de una rigurosa preparación. Al completar el noveno grado, los alumnos rinden una serie de exámenes cuyos resultados permiten recomendar a un alumno continuar los dos años finales en un colegio regular o finalizarlos en uno, así denominado "técnico". El currículo en ambos tipos del colegio es generalmente igual, pero la graduación en un colegio "técnico" es más indulgente. Estándares similares tienen vigencia en los colegios rurales.

No se puede elegir los cursos libremente y, un mismo currículo está rígidamente establecido en todos los colegios públicos, excepto algunos colegios privados y especializados que tienen algunas horas más de matemáticas y ciencias y más horas del idioma extranjero. Por lo tanto, virtualmente todos los alumnos de los colegios reciben una misma base de conocimientos.

Ello, junto con la gran cantidad de horas de las Matemáticas y Ciencias, simplifica significativamente la tarea de la universidad, donde

*Tabla 1.* La formación básica típica en Ciencias Matemáticas, Física y Química del estudiante ruso en los colegios de Educación Secundaria en zonas urbanas [3, 5-7].

Área	Horas de clases	Curso	Nivel al terminar*
Matemáticas	136-170h/año, total 1140 h en 6 años	Álgebra	Álgebra universitaria
		Trigonometría	Trigonometría universitaria
		Geometría	Di- y tridimensional; Demostración rigurosa de postulados y teoremas
		Cálculo	Pre-cálculo y la mayor parte de Cálculo 1
Química	102-153 h/año, 509 h en 4 años	General	Comparable al curso de la Química General universitaria de un semestre de 5 créditos
		Orgánica	Comparable al curso introductorio universitario
Física	68-136 h/año 493 h en 5 años	Mecánica Clásica, Óptica y Electricidad.	Comparable a dos semestres de la física universitaria

\* Se compara el nivel de la preparación preuniversitaria en la Rusia con el nivel universitario que existe en los Estados Unidos de América (ver la columna 4)

ya no necesitan enseñar los fundamentos. No existen cursos de álgebra, geometría y trigonometría en las universidades de Rusia; todos los alumnos completan estos cursos en el colegio. Un sistema bien desarrollado de las olimpiadas químicas y matemáticas en los colegios de secundaria complementa los estudios y, ayuda a seleccionar y a desarrollar a los jóvenes talentosos [8].

A los postulantes a las universidades se les toman 3 ó 4 exámenes de ingreso (en matemáticas, física, química y composición literaria). El desaprobado cualquiera de estos exámenes de ingreso automáticamente elimina al postulante. Los postulantes son seleccionados luego sobre la base de la suma de sus notas de los exámenes de ingreso. Es notable que la nota en el sistema ruso, equivalente a la nota "A" del examen en los EE UU supone un desempeño perfecto; uno o dos pequeños errores corresponden a la nota "B"; un error grande o varios pequeños correspon-

den a la nota "C". El mismo sistema de notas se aplica en los exámenes en las universidades.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LAS FACULTADES DE QUÍMICA

A continuación se presenta una lista de los rasgos específicos de la educación en las universidades de la EUS y Rusia:

1. No se enseñan los cursos de la química general (tampoco los cursos generales de las matemáticas y de la física).
2. Se enseñan los cursos del idioma extranjero, la educación física y las ciencias sociales.
3. No existe opción de renunciar a un curso.
4. Todos los exámenes son orales.
5. Los cursos y los exámenes tienen un enfoque teórico (se requiere la *comprensión* de los conceptos fundamentales en sus detalles específicos).
6. El currículo es de 10-11 semestres.
7. Anualmente debe ser presentada una mini-tesis (en química orgánica, inorgánica, analítica y fisico-química).
8. La especialización comienza a partir de la segunda mitad de los estudios.
9. La tesis final se sustenta ante un Consejo de la Especialidad.

La formación básica en la Secundaria, académicamente fuerte, lógicamente conduce a algunas características específicas únicas del sistema educativo universitario.

No necesita enseñar la Química General a los ingresantes, puesto que ellos ya han tenido este curso en la escuela de la Secundaria y lo aprobaron exitosamente en el examen de ingreso.

Las características 3 y 4 se relacionan con la cultura y reflejan la herencia del sistema político totalitario. Aunque los alumnos tienen varias oportunidades para pasar un examen, el desaprobado un solo curso es la causa de la eliminación del alumno de la universidad. Finalmente, los rasgos 5-8 reflejan el hecho de que en el sistema de las universidades no existe aquello que en los EE UU (y en el Perú) se llama el grado

de Bachiller. La graduación universitaria en Rusia se basa en el currículo de 10-11 semestres que culminan en la preparación y la sustentación de una tesis para el grado de Master (o Magíster). El sistema universitario produce los especialistas certificados, ampliamente educados, quienes además son expertos en una de las áreas de la química.

En la Tabla 2 se presenta el plan de los estudios en la Universidad Estatal de Moscú (UEM) [3]. La primera serie de datos sobre la cantidad de las horas asignadas para los cursos (columna 4) corresponde al currículo anterior (datos hasta el año 1992). La segunda serie (entre los paréntesis) representa el currículo actual (datos del 1998). La comparación de estas dos series muestra que el currículo ha cambiado muy poco (desde luego, los cursos de las ciencias políticas han sido eliminados o reemplazados por los cursos de la historia, filosofía y sociología). El total de las horas permanece casi constante.

Desde el primer semestre los alumnos son sometidos a una densa carga tanto de la cantidad de horas de los cursos como de la cantidad de los conceptos. La cantidad de horas (Tabla 2) es mucho mayor comparada con la que tienen los alumnos en los EE UU. La carga real de los cursos varía de 36 a 42 horas por semana, lo que implica 6-8 horas académicas por día, 6 días por semana.

Virtualmente todos los cursos de ciencias se desarrollan mediante las clases de discusión, además de las clases lectivas. El laboratorio incluye no solamente los experimentos, sino también las clases de discusión y las evaluaciones orales, llamadas "coloquios". Es obligatorio el aprobar los coloquios y, éstos son normalmente difíciles (aproximadamente 1/3 de los alumnos necesitan hacer varios intentos para aprobar). En los exámenes orales finales, los alumnos no solamente deben saber aplicar los conceptos sino también explicarlos.

La comparación del currículo de Química en la Universidad Estatal de Moscú con el currículo actual de las otras tres universidades principales, La Universidad de Educación Superior (Moscú), la Universidad de St. Petersburgo y la Universidad de Kiev (Ucrania), se presenta en la Tabla 3 [3].

La secuencia curricular es la misma en todas las tres universidades, esencial y conceptualmente. Sus principales aspectos han cambiado muy

Tabla 2. El Currículo de la Facultad de Química de la Universidad Estatal de Moscú\*

Año	Semestre 1	Semestre 2	Horas/año
1	Química Inorgánica	Química inorgánica	204 (204)
	Lab. de Química Inorgánica	Lab. de Química Inorg.	204 (240)
	Análisis Matemático <sup>a</sup>	Análisis Matemático <sup>a</sup>	172 (204)
	Geometría Analítica	-	54 ( 54)
	-	Álgebra lineal	48 ( 48)
	Computación/Programación	Computación/Programación	102 (102)
	-	Física(electricidad)	64 ( 64)
	-	Lab. de Física	( 50)
	Idioma Inglés	Idioma Inglés	120 (136)
	Curso de Política <sup>b</sup>	Curso de Política <sup>b</sup>	120 (120)
Educación física	Educación física	136 (136)	
Investigación en Q. Inorg.	Investigación en Q. Inorg.	Mini-Tesis	
2	Química Analítica	Química Analítica	136 (136)
	Lab. de Química Analítica	Lab. de Química Analítica	254 (254)
	Análisis Matemático <sup>a</sup>	Análisis Matemático <sup>a</sup>	120 (120)
	Probabilidad y Estadística	-	54 ( 54)
	-	Física Matemática	48 ( 48)
	Física (ondas, óptica)	-	72 ( 72)
	-	Lab. de Física	50 ( 54)
	-	Lab. de Radioquímica	( 36)
	Idioma Inglés	Idioma Inglés	120 (136)
	Curso de Política <sup>b</sup>	Curso de Política <sup>b</sup>	126 (136)
	Educación física	Educación física	136 (136)
	-	Mecánica Teórica	48 ( 48)
	-	Prep. Militar (hombres)	1día/sem.(0)
Investigación en Q. Analítica	Investigación en Q. Anal.	Mini-Tesis	
3	Química Orgánica	Química Orgánica	204 (172)
	Lab. de Química Orgánica	Lab. de Química Orgánica	234 (272)
	Lab. de Física	-	54 ( 0)
	Química del Estado Sólido	-	48 ( 54)
	Fundamentos Mecánica Cuántica	-	54 ( 54)
	-	Estructura de la Materia	32 ( 32)
	Espectroscopía Molecular	-	72 ( 72)
	-	Físico-Química	96 ( 96)
	Idioma Inglés	Idioma Inglés	104 ( 72)
	Curso de Política <sup>b</sup>	Curso de Política <sup>b</sup>	136 (136)
	-	Lab. de Físico-Química	64 ( 64)
	-	Fund. Quím. de Procesos Biológicos	0 ( 45)
	Preparación Militar(hombres)	Prep. Militar(hombres)	1 día/sem.
Investigación en Q. Orgánica	Investigación en Q.Org.	Mini-Tesis	

4	Físico-Química		108 (108)
	-	Química de Polímeros <sup>c</sup>	54 ( 51)
	Lab. de Físico-Química	-	72 ( 72)
	-	Lab. de Q. de Polímeros <sup>c</sup>	60 ( 60)
	Química de Coloides	-	36 ( 36)
	Lab. de Química de Coloides	-	54 ( 54)
	Lab. de Radioquímica	-	36 ( 0)
	-	Tecnología Química <sup>c</sup>	60 ( 60)
	-	Lab. de Tecnología Química <sup>c</sup>	60 ( 60)
	Curso de Política <sup>b</sup>	Curso de Política <sup>b</sup>	136 (120)
	-	Macro-Cinética <sup>d</sup>	24 ( 0)
	Historia de la Química	-	24 ( 18)
	-	Patentes y Fundamentos legales	30 ( 36)
	Preparación Militar (hombres)	Prep. Militar (hombres)	1 día/sem.
	Investigación en Físico-Química	Investigación en Físico-Química	Mini-Tesis
	Cursos Avanzados	Variable	
	Lab. Avanzados	Variable	
5	Investigación del último año	Investigación del último año	Tesis de grado
	Curso de la Política <sup>b</sup>	-	50 ( 0)
	Laboratorios Avanzados	-	aprox. 264
	Cursos Avanzados	-	aprox. 172

#### NOTAS:

La traducción de los nombres de algunos cursos no es literal, para denotar el contenido más exactamente. Algunos cursos sin importancia están omitidos.

<sup>a</sup>Lo mismo que el Cálculo, con énfasis en la demostración de los teoremas. El programa incluye: diferenciales, integrales, ecuaciones diferenciales e integrales múltiples.

<sup>b</sup>El curso de Política ha sido gradualmente reemplazado en los años 1990 por los cursos de Ciencias Sociales (Filosofía, Historia de la Patria, Economía, Sociología, etc.)

<sup>c</sup>Normalmente se enseña en el primer semestre para dar espacio para los cursos especializados.

<sup>d</sup>Macro-Cinética fue eliminada alrededor del 1988. Estas horas fueron luego utilizados para la enseñanza de los Fundamentos Químicos de los Procesos Biológicos.

<sup>\*</sup>La Universidad Estatal Lomonosov de Moscú (UEM), es la universidad más antigua de Rusia, fundada en el 1755 mediante el decreto de la imperatriz Elizaveta, por la concepción de Mijail Lomonosov. En todos los tiempos ha sido la cuna de la intelectualidad rusa. Y hoy día, la universidad de Moscú es la principal universidad del país, el gran centro de la ciencia mundial. Los diplomas de la UEM en todos los tiempos han sido el sello de la calidad y son altamente apreciados en todo el mundo.

poco con el tiempo (se muestra para las Universidades de Moscú y de Kiev). La ausencia o la presencia de algunos cursos no esenciales y la variación en el número de horas se debe a un sesgo particular (la Electroquímica en la Universidad de St. Petersburgo o la Química de Coordinación en la Universidad de Kiev). La Universidad de la Educación Superior en Química ha sido fundada al comienzo de los años 1990, con los fines de la creación de una universidad del tipo occidental. La Universidad de Kiev ofrece algunos cursos de pedagogía a expensas de Matemáticas y Física.

## CARACTERÍSTICAS ACADÉMICAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Algunas de las características académicas del currículo sobresalen visiblemente. Se ofrece una gran cantidad de cursos de Matemáticas. En combinación con una amplia formación en la escuela Secundaria, ello da una sólida base para el desarrollo de las habilidades en la solución de problemas y en el pensamiento abstracto. Los alumnos de la especialidad de Química llevan tres semestres de Análisis Matemático, asimismo algunos otros cursos de matemáticas que, en los EE UU llevan solamente los alumnos de la especialidad de Matemática. (Tabla 2 y 3). Es más, en las principales universidades (Moscú, St. Petersburgo, Kiev), los mejores alumnos en matemáticas son seleccionados para formar grupos denominados "teóricos" donde se practica una educación aun más rigurosa en matemáticas. Ésto implica que el Cálculo y la Física/Química Cuántica poseen un nivel mucho más alto, donde se estudian los tópicos adicionales de Matemáticas tales como el Análisis de Fourier, el Análisis Funcional y la Teoría de Grupos.

El currículo de la Facultad de Química de la Universidad Estatal de Moscú comprende la creación de grupos especializados. Por ejemplo, un grupo de alumnos, especializándose en los Métodos Computacionales en Química, lleva algunos cursos adicionales tales como Métodos de Cálculo y Métodos Matemáticos en Química. Existen otros grupos que se especializan en Radioquímica, Polímeros, y Ciencia de Materiales.

La Química Inorgánica se enseña en el primer año, antes de Físico-Química. En el tercer año se enseña Química del Estado Sólido. En estos cursos se enseña la Teoría de Orbitales Moleculares y la Teoría del Campo Cristalino.

**Tabla 3.** El Currículo de Química en las Facultades de Química de las tres principales universidades estatales (dos de Rusia y una de Ucrania) y de una universidad privada, la Universidad de Educación Superior en Química (Moscú).

TOTAL DE HORAS						
Curso	Universidad Estatal de Moscú		Universidad de Educación Superior en Química*	Universidad de Kiev (Ucrania)		Universidad de St. Petersburgo
	1992	1998	1995	1992	1981	1998
Análisis Matemático	292	324	504	344	390	344(total)
Otras matemáticas y computación	306	306	252	136	50	
Química Inorgánica (con Lab)	444	444	288	358	322	358
Química de Coordinación	-	-	-	100	48	-
Química Analítica (con Lab)	390	390	126	324	372	358 <sup>a</sup>
Química Orgánica (con Lab)	438	444	396	336	320	348
Físico-Química (con Lab)	340	340	335	324	324	320 <sup>b</sup>
Química de Polímeros	114	111	162	84	84	-
Química de Coloides (c. Lab)	90	90	-	102	102	72
Electroquímica	-	-	-	-	-	88
Física y Química Cuánticos	102	102	144	-	-	64
Espectroscopía Molecular	72	72	72	136	108	86
Cristaloquímica	48	54	72	54	54	-
Tecnología quím. y Ecología	180	120	108	164	104	54
Física (total)	276	256	180	276	390	256
Espectroscopía aplicada	-	-	108	140	72	-
Radioquímica	36	36	-	-	36	82
Pedagogía (total)	-	-	-	90	200	-
Bioquímica	-	-	72	-	-	-
Idioma extranjero	344	344	432	276	340	272

<sup>a</sup>Incluye 142 horas de los Métodos Físicos y Químicos de Análisis.

<sup>b</sup>Incluye 80 horas de la Cinética como curso separado.

\*Es un centro de educación superior en Química que se fundó en Moscú en el 1990 con la finalidad de satisfacer la demanda de la educación de los jóvenes con talento para la investigación. La universidad ofrece una variedad de las oportunidades de preparación en el campo de la Química. La educación se enfoca en la química teórica y en la investigación científica. Sus cursos abarcan los logros de la ciencia moderna y la enseñanza esta basada sobre la experiencia de los principales centros de educación química, tales como la Universidad Estatal de Moscú, Instituto Tecnológico de Massachusetts, Universidad de Cornell y la Universidad de Stanford.

Un enfoque interesante se usa en la enseñanza de la Química Orgánica en la UEM. La Química Orgánica se enseña en el tercer año. El primer mes del curso es un mini-curso, así denominado "concentrado introductorio" que es seguido por un riguroso coloquio, lo que permite a los alumnos recordar lo que ellos han aprendido en la escuela Secundaria (dos semestres, ver la Tabla 1) y establece una sólida base para un mayor nivel de la preparación durante el resto del curso.

La secuencia de la Físico-Química, además de los tópicos básicos de la Termodinámica y Cinética, incluye los cursos de teoría y de laboratorio de Química de Polímeros y Química de Coloides, puesto que implican un gran número de tópicos importantes con base a los conceptos físico-químicos.

## **NIVEL SUPERIOR DE LA EDUCACIÓN DE GRADO EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MOSCÚ**

El nivel superior (los últimos tres semestres del currículo) incluye varios cursos teóricos y de laboratorio avanzados. Los contenidos de los cursos varían dependiendo de cada uno de los departamentos de la Facultad de Química, que escoge el alumno. Además de los cursos, cada alumno lleva a cabo una investigación exploratoria, conducida por un miembro elegido de la facultad, que luego es seguida por la sustentación de la tesis de grado de Magíster.

Además, la investigación es obligatoria en todos los niveles inferiores. Sin embargo, ésta es diferente; en vez de una investigación del carácter exploratorio, se les asigna a los alumnos un trabajo específico bajo la conducción de un supervisor. Por ejemplo, en la Química Orgánica una asignación común es realizar una síntesis de varias etapas. Los resultados son sustentados a manera de una mini-tesis, llamada "Trabajo del año". Los alumnos del primer año tienen un trabajo así en Química Inorgánica, los del segundo año – en Química Analítica, etc. (Tabla 2). De esta manera, los alumnos no solamente reciben una formación en la investigación en las principales áreas de la química, pero además, aprenden los fundamentos de escribir y presentar un trabajo científico. Además, los alumnos sobresalientes tienen la oportunidad de llevar a cabo una investigación mucho más allá de los requerimientos del "Trabajo de año".

## EDUCACIÓN A NIVEL DEL GRADO DE Ph.D.

La educación química del grado de Ph.D. es asimismo diferente de la de los EE UU. La selección de los postulantes implica dos o tres exámenes de ingreso (conocimientos de la Química Orgánica, Química Inorgánica, Química Analítica y Físico-Química, un idioma extranjero y un examen basado en los cursos de ciencias político-sociales).

Una amplia y diversificada educación a nivel del grado de Magíster con la experiencia en investigación hace redundante la mayoría de los cursos. Comúnmente, se enseñan solamente uno o dos cursos altamente especializados en un campo específico. Los alumnos asimismo deben rendir los exámenes en Filosofía y en uno de los idiomas extranjeros principales. Se dictan los cursos correspondientes. A excepción de un reporte anual formal sobre el avance, solamente el (los) asesor(es) del alumno ejerce(n) un control sobre el progreso de la investigación y la educación de su asesorado. Luego de tres años, se espera que los alumnos sustenten sus disertaciones ante un Consejo permanente de una especialidad conformado por unos 10-25 miembros, compuesto de los profesores e investigadores distinguidos de varias universidades locales y centros de investigación. Se requiere que el aspirante tenga de tres a seis artículos publicados antes de la fecha de la sustentación.

## EN CONCLUSIÓN

Una de las grandes ventajas del sistema educativo en Rusia es que los Consejos de Sustentación del Grado están conformados por los expertos que provienen de varias instituciones. Esto hace mantener los altos estándares de estos Consejos y promueve la comunicación entre los científicos.

Otro rasgo peculiar es el requisito para la sustentación del grado de Ph.D. contar con artículos publicados sobre los resultados de la investigación antes de la fecha de sustentación de la tesis.

Otra ventaja de la formación química en Rusia y en los países de la EUS es la cantidad de matemáticas y de física que se enseña a nivel de pre-grado. En los EE UU existe una tendencia para enfatizar la utilidad de la matemática en la solución de los problemas en los cursos de la

química general [9] y la aplicación de los cálculos en la físico-química. Sin embargo, la importancia de los cursos de matemáticas va más allá de una simple aplicación. Tomando cursos de matemáticas por encima de un nivel crítico se crea una base para el desarrollo del pensamiento abstracto y de la lógica, lo que enormemente ayuda tanto para la enseñanza como para el aprendizaje al nivel superior de los cursos de química.

Merece la pena resaltar algunos de los éxitos de la totalidad de la educación química en los países de EUS y Rusia. Actualmente vienen a estudiar en sus universidades los alumnos de Inglaterra, Francia y los EE UU y ello se debe al reconocimiento de las tradiciones científicas rusas y que en el campo de las ciencias naturales la educación responde a los más altos estándares mundiales.

Pese a ciertas deficiencias, el sistema de la enseñanza en Rusia y los países de la EUS genera una producción constante de los químicos bien calificados que poseen una amplia formación en química que a menudo emboza la falta de un conocimiento detallado en alguna área específica. Esta ventaja ha ayudado a muchos químicos de la EUS superar los dramáticos cambios que ocurrieron con la ruptura de la EUS y, encontrar su espacio laboral en los países Occidentales.

Además, en los últimos 10 años, cuando la sociedad se hizo abierta y las fronteras se hicieron transparentes, todo el mundo se convenció de la alta calidad de la educación superior en Rusia. Prácticamente en todas las principales universidades de EE UU, de Harvard a Stanford, trabajan los egresados de la Universidad Estatal de Moscú de nacionalidad rusa, ucraniana, etc. y, gozan de muy alta reputación gracias a la educación enciclopédica universitaria [11].

Uno de problemas cardinales en la reforma de la educación tanto en los EE UU como en el Perú es la cuestión si es factible enseñar más matemática y más cursos de ciencias a nivel de la Secundaria para todos los alumnos.

Se ha reconocido también en los Estados Unidos de América que existe una correlación fuerte entre la formación escolar de alto nivel y el éxito en la universidad [9, 10]. Donde se ha reportado la falta de la correlación entre la cantidad de los cursos de química en el colegio y el éxito en química universitaria puede ser atribuido a la deficiente

calidad de la enseñanza de la química escolar [12, 13]. Además, el curso de química de un semestre no permite que los alumnos comprendan la química, mientras que en Rusia y los países de la EUS, con cuatro años de química escolar (a paso pausado y reiterativo de los tópicos más importantes) se alcanza esta meta.

La introducción de una educación Secundaria más rigurosa en el Perú se complicaría debido a los temas culturales, históricos, monetarios y legales. Tal vez, no es necesario enseñar a todos los alumnos de los colegios tantas matemáticas y ciencias como aparece en la Tabla 1. Sin embargo, se necesita que los alumnos de los colegios sean más competitivos con los extranjeros de la misma edad. Una forma de mejorar la formación científica en los colegios debería ser aquella que se les permita a los alumnos elegir la ciencia que más les gusta. Esto debe hacerse tan temprano como sea posible, tal vez a mediados de sus estudios en el colegio.

Si la producción constante de los profesionales calificados en ciencias en Perú se hace una de las prioridades nacionales de la educación, deberíamos audazmente y virtualmente forzar a los alumnos más prometedores de los colegios para que se especialicen en matemáticas y ciencias físicas tan temprano como sea posible. En otras palabras, al instituir un buen nivel de matemáticas y de ciencias en los colegios, tanto de Secundaria como de la pre-secundaria, debe ser acompañada de un asesoramiento de los estudiantes prometedores en ciencias e ingeniería con la finalidad de que puedan comprender, cuál es su mejor elección.

Una mayor cantidad de cursos de matemáticas, física y química y de un nivel mucho más superior del que se tiene actualmente en los colegios de la educación preuniversitaria sería extremadamente útil para la preparación universitaria. Los diversos centros preparatorios para el examen de admisión no pueden suplir las graves deficiencias en los conocimientos de los alumnos, por lo tanto no se observa una correlación entre el rendimiento en el examen de admisión y el éxito en la universidad.

## AGRADECIMIENTO

Estoy agradecida al prof. E. Kozliak de la universidad de Dakota de Norte de los EE UU, Departamento de Química, por el permiso para

usar ampliamente la información de su artículo publicado en Journal of Chemical Education y sus consejos; al Dr. Sci. V. Lunin, Decano de la Facultad de la Química de la Universidad Estatal de Moscú, Miembro de la Academia de las Ciencias de Rusia, por sus valiosas sugerencias y el apoyo moral; a la Dra. L. Eguren, Coordinadora académica de la Sección Química del Departamento de Ciencias de la Pontificia Universidad Católica, por la lectura del manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Scimone, A.; Scimone, A.A. *J.Chem. Educ.* 1996, *73*, 1153-1156.
2. Moore, J. W. *J. Chem. Educ.* 1997, *74*, 141.
3. Kozliak, E. I. *J.Chem. Educ.* 2000, *77*, 870-875.
4. Garkov, V. N. *J.Chem. Educ.* 1999, *76*, 1083-1085.
5. Ministerio de Educación Nacional de la URSS. *Programas para las Instituciones de la Educación Secundaria. Química*; Prosveshchenie: Moscú, 1988; extendido y aprobado para el uso nuevamente por el Ministerio de la Educación de la Federación Rusa, 1992.
6. Ministerio de la Educación Nacional de la URSS. *Programas para las Instituciones de la Educación Secundaria. Física y Astronomía*; Prosveshchenie: Moscú, 1991; extendido y aprobado para el uso nuevamente por el Ministerio de la Educación de la Federación Rusa, 1994.
7. Ministerio de la Educación Nacional de la URSS. *Programas para las Instituciones de la Educación Secundaria. Matemáticas*; Prosveshchenie: Moscú, 1994.
8. Berdonosov, S. S.; Kuz'menko, N.E.; Kharisov, B. I. *J.Chem. Educ.* 1999, *76*, 1086-1088.
9. Domínguez, A.; Fernández, A.; González, N.; Iglesias, E.; Montenegro, L. *J. Chem. Educ.* 1997, *74*, 1227-1231.
10. Spencer, H. *J. Chem. Educ.* 1996, *73*, 1150-1153.
11. Lunin, V. V. Conversación en persona y por el correo electrónico.
12. Krajcik, J. S.; Yager, R. E. *J. Chem. Educ.* 1987, *64*, 433-435.
13. Sanger, M.; Greenbowe, T. J. *J. Chem. Educ.* 1996, *73*, 532-536.

Universidad Estatal de Moscú <http://www.chem.msu.su/eng/>

Universidad de San Petersburgo <http://www.spbu.ru/e/Education/>

Universidad de Educación Superior en Química [http://hcc.ru/index\\_en.html](http://hcc.ru/index_en.html)

Universidad de Kiev <http://www.chem.univ.kiev.ua/index.php>



# *Resúmenes de Tesis*





Autor: Karina Valer Saldaña

Título: Relaciones estructura - función de la actividad antimicrobiana de isotiocianatos de *Tropaeolum tuberosum* (mashua) y diversos análogos funcionales sintéticos

En el presente trabajo se estudió el efecto inhibitorio y la relación estructura-función del isotiocianato mayoritario aislable de tubérculos de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), el 4-metoxibencilisotiocianato (4-MBITC) y de diversos análogos funcionales sintéticos, en los siguientes organismos: *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Aspergillus niger* y *Phytophthora sojae*, cuantificando la actividad biológica. De los organismos mencionados, los tres primeros son utilizados frecuentemente como estándares para pruebas antimicrobianas. El último, *P. sojae*, es un oomiceto fitopatogénico de la soja relacionado con *P. infestans*, un patógeno causante de grandes pérdidas de cultivos de papa.

Para realizar el estudio de relación estructura-función se dividió la estructura del 4-MBITC en cuatro áreas funcionales, modificándolas de modo tal que se pudiera observar cuál o cuáles eran responsables de producir un mayor efecto inhibitorio.

Se comprobó que los compuestos que presentaban mayor efecto inhibitorio eran los que tenían en su estructura el grupo aromático, el grupo isotiocianato y un grupo metileno o etileno como espaciador entre ambos. Los isotiocianatos alifáticos, saturados o insaturados, no presentaron el efecto inhibitorio que sí mostraron los aromáticos.

También se comprobó que, de los organismos estudiados, *P. sojae*, un patógeno vegetal, era el que presentaba mayor sensibilidad frente a los isotiocianatos estudiados. Este es un resultado que permitiría potenciar estrategias de manejo agrícola integrado, como por ejemplo: co-cultivos de mashua y papa o la utilización de extractos de mashua directamente como biopesticidas. Adicionalmente, se puede especular sobre aplicaciones en el área de ingeniería metabólica con el objeto de introducir resistencia a oomicetos e insectos por medio de la generación de plantas de papa transgénicas que expresen la vía de los glucosinolatos, los cuales son precursores inmediatos de los isotiocianatos.

Asesor: Eric Cosio

Autor: Roberto Laos Morales

Título: Purificación parcial de la enzima (1 3)- $\beta$ -glucano sintasa del oomiceto *Phytophthora sojae*

La enzima (1 3)- $\beta$ -glucano sintasa (GS) de *Phytophthora sojae*, es responsable de la síntesis del glucano que forma parte de la pared celular de estas especies. La GS de *P. sojae*, presenta importantes diferencias con sus análogas en plantas y hongos. En este trabajo se logró mejorar una purificación parcial reportada anteriormente introduciendo el uso de KSCN como agente caotrópico antes de solubilizar la GS con el detergente zwitteriónico CHAPS, seguido de una cromatografía de intercambio aniónico y un procedimiento de captura por producto ("Product Entrapment"). De esta manera se logró incrementar la actividad específica por un factor de 13. Esta purificación logró enriquecer una nueva banda de proteínas no identificada previamente, correspondiente a un peso molecular mayor a 180 kDa, junto con otras dos de 110 y 70 kDa. Se estimó por cromatografía de permeación de gel que la banda de 110 kDa es la responsable de la actividad. Un resultado

importante fue encontrar que la actividad de la enzima se incrementa en un 100% al intercambiar el detergente de solubilización, CHAPS, por dodecil maltósido, utilizando una matriz de intercambio aniónico o por cromatografía de permeación de gel. La importancia de la purificación de la GS radica en que esta enzima, al presentar importantes diferencias con sus análogas en plantas, se convierte en un blanco de ataque deseable para el uso de agentes químicos específicos, que podrían emplearse para el control de patógenos fúngicos y *Phytophthora*, causantes de daños considerables en la agricultura a escala mundial.

Asesor: Eric Cosio

Autor: Carlos Serrano Flores

Título: Componentes de *Mutisia cochabambensis* (*hieronymus*)

En la presente investigación, a partir del extracto acuoso de *Mutisia cochabambensis* (*Hieronymus*) se han obtenido cuatro glicósidos de flavonol: hiperina, cacticina, guaijaverina y cratesida. Además se ha logrado identificar la presencia del ácido clorogénico.

Por otro lado, se ha separado una sustancia de menor polaridad cuya estructura es desconocida y un aceite muy complejo.

Asesor: Olga Lock

Autor: Jorge Chávez Benavides

Título: Utilización de quitosana como matriz de liberación controlada de un herbicida

Este trabajo consiste en la elaboración de matrices poliméricas de quitosana y poli(ácido acrílico) para su evaluación como sistema de liberación controlada del herbicida 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético).

Los compuestos agroquímicos son utilizados frecuentemente en las prácticas agrícolas, por lo que su utilización es determinante para la obtención de una buena producción. Las técnicas de aplicación de estas sustancias son, en general, poco eficientes, es así que constantemente se buscan mejorar las formas de suministro de estos compuestos. La liberación controlada utilizando matrices poliméricas se presenta como una alternativa de respuesta a esta problemática, ya que permite disminuir el gasto excesivo del agente activo, así como permitir su liberación continua, a velocidades controladas, para mantener su concentración en el sistema dentro del óptimo necesario durante un periodo de tiempo específico.

Se sabe que el poli(ácido acrílico) presenta coeficientes de hinchamiento elevados, lo que le permite almacenar proporciones elevadas de agua, por lo que su uso en agricultura es ventajoso, sobretodo en lugares desérticos. Por su parte, la quitosana es conocida por su biodegradabilidad, así como por su capacidad para actuar como promotor del fortalecimiento de las raíces de las plantas.

En esta investigación se estableció la capacidad de estas matrices para la liberación controlada de sustancias activas, luego de lo cual se analizó la influencia de las distintas variables que dominan el proceso de la liberación.

Asesor: Javier Nakamatsu

*Libros*

