

ESTRATEGIAS PARA EL APRENDIZAJE EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Y. Díaz-de-Mera Morales*, A. Notario Molina

Departamento de Química Física. Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas.
Universidad de Castilla La Mancha. Edificio Marie Curie. Avenida Camilo José Cela,
s/n. 13071-Ciudad Real

*E-mail: yolanda.diaz@uclm.es

Las prácticas de laboratorio son una magnífica oportunidad para que el estudiantado adquiera las habilidades y aprendizaje práctico que se requerirán cuando finalice el Grado. Sin embargo, estas prácticas se desarrollan en un entorno complejo para el/la estudiante, donde tiene que realizar, casi simultáneamente, gran variedad de actividades diferentes: revisión de los fundamentos teóricos, manejo de equipos complejos, metodología experimental, análisis de resultados, trabajo en equipo... El resultado es que no siempre se alcanza el nivel de aprendizaje y habilidades prácticas deseados.

En este taller se pretende dotar al profesorado de herramientas y estrategias concretas para mejorar dicho aprendizaje. Se abordarán actividades específicas, teniendo en cuenta 3 ejes fundamentales: i) la interacción profesor-estudiante; ii) la interacción estudiante-estudiante y iii) la interacción estudiante-materiales teóricos y prácticos.

El taller se impartirá en 5 áreas principales:

1^a) Planificación. Para realizar una buena planificación [1], es muy importante definir cuál es el objetivo que se quiere conseguir con la realización de las prácticas: ¿Qué esperamos que aprendan los y las estudiantes en las prácticas? Una vez definido el objetivo, se analizan las destrezas que se quieren alcanzar (taxonomía de Bloom) y en base a ello, se planificará un tipo de laboratorio diferente: expositivo, de indagación, descubrimiento...

2^a) Actividades a realizar antes del laboratorio. Independientemente del tipo del laboratorio planificado, es imprescindible tener en cuenta no sobrecargar la memoria de trabajo del estudiantado. Una herramienta muy útil es realizar un pre-laboratorio. Este pre-laboratorio puede estar basado en multitud de actividades en función de que se quieran introducir conceptos químicos (clases expositiva, cuestionarios previos,

discusiones en clase); técnicas de laboratorio (videos de técnicas, simulaciones interactivas, preparación mental, información de seguridad); abordar la dimensión afectiva (aumentar la confianza del estudiantado, aumentar la motivación frente al trabajo de laboratorio).

3^a) Guiones de prácticas. Los guiones de prácticas (más o menos dirigidos/abiertos) deben cumplir una serie de premisas: claros, evitar la 'atención dividida', incluir las destrezas que se trabajan en cada momento, incluir temas de seguridad en el laboratorio, adaptados al nivel/tipo de laboratorio...

4^a) Actividades que se deben realizar durante el desarrollo del laboratorio. Los profesores debemos conocer cómo hacer preguntas para realizar 'preguntas clave' durante las sesiones de laboratorio; también es muy interesante potenciar las actividades entre pares para chequear algunos procedimientos.

5^a) Diseño para una adecuada evaluación práctica que mida las habilidades prácticas adquiridas por los estudiantes. Debemos diseñar una evaluación donde se evalúen las destrezas trabajadas en el laboratorio: relativas al aprendizaje de la materia, a competencias experimentales, competencias científicas y competencias general como el trabajo en equipo, la organización del tiempo, resolución de problemas... Esta evaluación se puede hacer por 'estaciones', rúbricas de evaluación, grupo de expertos, insignias...

Bibliografía

[1] M. K. Seery, H. Y. Agustian, X. Xhang. Israel Journal of Chemistry, 2019, 59, 546-553.

Foro innovación docente Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas. Ciudad Real. UCLM. Grupo "Aprendiendo"
<https://www.uclm.es/es/ciudad-real/quimicas/transparencia/visibilidad/innovadocente>
 Coordinadores: Yolanda Díaz de Mera y Alberto Notario

@AlbertoNotario8 @YolandaDMe #AprendiendoCTQuím

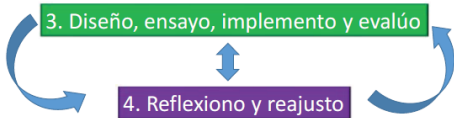
Estrategias para el aprendizaje en las prácticas de laboratorio

VIII Jornada sobre Estrategias para la Innovación de la actividad docente en Química Analítica. 18-20 Junio, 2023

¿Qué procedimiento hemos seguido nosotros?

1. Defino el problema que quiero solucionar

2. Aprendo de otros ⇒ Cursos, publicaciones, twitter, blogs...



LABORATORIO

Planes de estudio de laboratorio:

Enfocarse también en **habilidades**: hay evidencia sustancial para garantizar que haya un valor de aprendizaje que justifique **coste** de realizar laboratorio de enseñanza

Adaptado de: Repurposing an Introductory Organic and Inorganic Laboratory Course from the Focus on Teaching Theory to the Focus on Teaching Practical Technique. Stephen A. Gorman, Kimberly Holmes, Gemma Brooke, Christopher M. Pask, and Nimesh Mishra. Chem. Educ. 2021, 96, 6, 1910-1918. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01210>. Y referencias incluidas en el artículo.

Five Ground-Rules for Laboratory Reform, by **MICHAEL SEERY** August 26, 2022. <https://mitchalseery.com/five-ground-rules-for-laboratory-reform/>

...cuáles son la reglas básicas ...qué significa aprender en el laboratorio de química

1. Plan de estudios de laboratorio: unidad coherente impartida a lo largo de los estudios del estudiante

Cambiar por: ¿De dónde vienen y a dónde se dirigen los estudiantes? → Este es el Mensaje Principal y mayor Dificultad para la reforma de los laboratorios

Perspectiva fragmentaria: 6 laboratorios diferentes, ¿A dónde llevan?

¿Cómo diseño unas prácticas?

Parte I: Planificación

Biennial Conference on Chemical Education 2022
 new approaches to modern challenges July 31 - August 4
 Purdue University in West Lafayette, Indiana, USA

...Después de la pandemia, panorama educativo ha cambiado y los llamamientos a una reforma sustantiva son fuertes.

...requeriría que la comunidad CER trabaje en conjunto... lo que se debe enseñar en las clases de química y cómo se debe enseñar.

...repensar que queremos que los estudiantes puedan hacer al final de un curso o del grado.

...comunidad CER debe colaborar con profesores de secundaria y colegas en sus propias instituciones para garantizar que los instructores tengan la comprensión fundamental de cómo aprenden los estudiantes, implementar diversas técnicas de enseñanza

...al considerar nuestra encrucijada actual y mirar hacia el futuro, debemos preguntarnos a nosotros mismos y a nuestros compañeros

"¿A dónde queremos ir desde aquí?"

...siguen mecánicamente los procedimientos de laboratorio del guión sin comprender lo que están haciendo o sin poder explicar por qué los resultados se desvían de los resultados esperados.

...muchos de los problemas actuales dentro de la educación del laboratorio son los métodos utilizados para evaluar las habilidades. El más común ha sido completar informes de laboratorio escritos. Aunque pueden sondear la comprensión de los estudiantes de los conceptos teóricos, no proporcionan un medio para evaluar el desarrollo de las habilidades prácticas

...los últimos 10-15 años, ha habido una **disminución constante en las habilidades de laboratorio de los estudiantes de pregrado** después de la graduación

Laboratory Skills Assignment: The "Teacher" Tool for Encouraging Future Chemistry Students' Conceptual Understanding of Practical Laboratory Skills. Shannon LW. Acosta, Cassandra DeFrancisco, Cifer Alexander, King, and Montique K. Lanier. Journal of Chemical Education 2023, 100, 3, 1138-1148

2. Debe haber una política departamental sobre para qué sirve la educación del laboratorio

3. La enseñanza en el laboratorio debe estar influenciada por las teorías del aprendizaje

4. Nuestra evaluación del trabajo de laboratorio necesita una reforma total

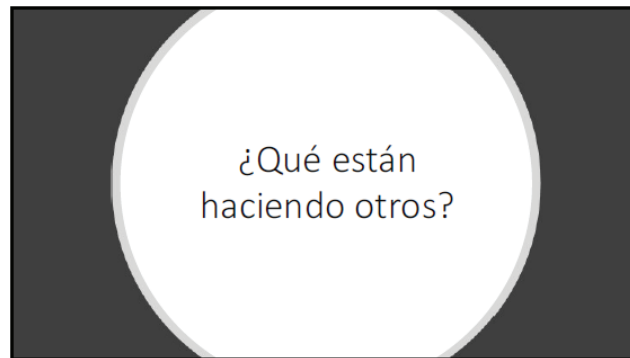
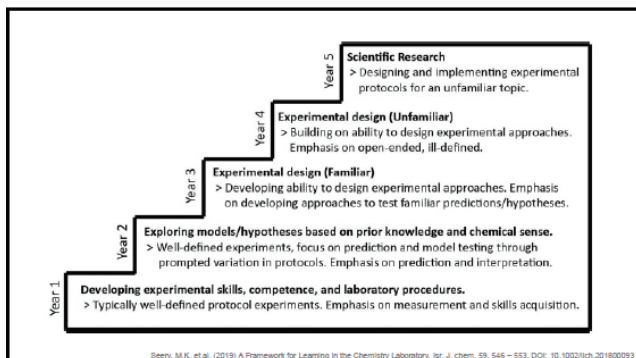
Dptos: decidir y acordar el propósito pedagógico del laboratorio → Esa política debe influir en todo el diseño, práctica y evaluación del laboratorio

Alternativa al informe escrito (Esta es una actividad que los estudiantes completan ¿docenas, cientos de veces?) → Se deben evaluar también habilidades

La forma en que nos enseñaron puede no ser necesariamente la mejor manera de enseñar → Tener en cuenta, la carga cognitiva, hay que lidiar con tareas desconocidas y complejas

Five Ground-Rules for Laboratory Reform, by MICHAEL SEERY August 26, 2022. <https://mitchalseery.com/five-ground-rules-for-laboratory-reform/>

Johnstone and Wharm. 1982



Skills, skills and more skills

Introduction
Lab based practical modules in Chemistry give students the opportunity to practice a range of skills.
Reduced lab occupancy during COVID-19 pandemic.
Increased 'in-lab' hours.
Students may lack skills and/or confidence in lab.
RSE accreditation requirements.
Cost of greenhouse work and 'in-lab' consumables.
Need to make significant changes to lab courses.

Changes to the 12 Transferable Skills
Focus 12 lab courses (Organic, Physical, Analytical, Inorganic, Environmental, Applied).
2 terms, each 10 weeks.
1 lab class each week (Thursday and Friday).
Alternative 'in-lab' hours: 1 x 2-day session for each lab.
Each lab completed 6 skills, 48 of practical skills in 2024.
Used to assess key practical skills were introduced and developed throughout our program.
Skills well-used during COVID-19 pandemic to identify key skills in experiments.
Development of new experiential packages covering all Pre-lab, 'in-lab', 'out-of-lab' and Post-lab activities.

'In-lab' Skills
Experiments redesigned: focus on developing key skills.
Eliminated pre-lab exercises.
e.g., videos demonstrating key skills/techniques.
Multiple repeats of core basic skills (revised).
Additional content added to existing experiments.
More key skills and different techniques.
Range of observation methods.
Effective and efficient use of 'in-lab' time.

'Out-of-lab' and Transferable Skills
'Out-of-lab' activities.
Designed based on the identified key skills.
Developed to complement 'in-lab' activities.
Completed away from lab, on non-lab day.
Developed both Chemistry and transferable skills.
Real lab expertise.
Complex number of reagents.
High, serious reagents.
Dangerous reagent handling.
No pre-lab exercises.
No resources to do things differently.

Thin Cutting Academic Year
Planning for both 'normal' lab capacities.
1 x 2 day session for each lab.
No Thursday or Friday only 'in-lab' day.
Increased number of 'in-lab' hours available.
All focus on skills development.
No resources to do things differently.
Opportunity to do things differently.

https://www.laboratory.com/2022/09/04/in-lab-skills-and-more-skills-creating/

Curso práctico basado en espirales de habilidades

En última instancia, llevan a cabo miniproyectos de estilo de investigación en su tercer año

A lo largo de los tres años, progresan en espiral

Los estudiantes comienzan en la parte inferior de la espiral, en laboratorios introductorios al estilo de un libro de cocina

Skills Introduction
Skills Reinforcement
Skills Utility
Expanded Protocols
Mini-Projects

Complex chromatography (HPLC, GC, etc.)
Column Chromatography
Monitoring a reaction with TLC
Learning how to carry out a TLC

Adaptado de Developing a skills-based practical chemistry programme: an integrated, spiral curriculum approach. Craig D. Campbell et al. (2022). The Journal Chemistry Teacher International. <https://doi.org/10.1039/c2ct00002a>. Y referencias incluidas en el artículo.

Research-Led Learning in Action: Development of an Online Chemistry Course for Undergraduate Students

Diseño: Usan trabajos investigación actuales, publicados por investigadores de Química en Universidad York.
Participan: - Investigadores
- Estudiantes (co-creación, socios en desarrollo del contenido del curso y asesoran carga de trabajo que tendrán los estudiantes)

Enfoque: Estudiantes aplican los principios químicos aprendidos en años anteriores para solucionar problemas vanguardia

Objetivos de aprendizaje:
- Incluyen técnicas experimentales utilizadas
- Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico:
- Preguntas abiertas deben aportar pruebas y justificar respuestas, deben aplicar sus conocimientos

Research-Led Learning in Action: Development of an Online Chemistry Course for Undergraduate Students. Andrew F. Parsons and John P. Seay. *J. Chem. Educ.* 2023, DOI: 10.1021/acs.jchemeduc.3c00120

Table 1. Skills Mapping Used to Design the First-Year Synthetic Chemistry Laboratory Course^a

Practical Techniques	Experiment										
	1 ^b	2 ^c	3 ^d	4 ^e	5 ^f	6 ^g	7 ^h	8 ⁱ	9 ^j	10 ^k	11 ^l
Reflux				X		X		X	X		
Dripwise addition		X								X	X
Hazardous chemicals			X							X	X
Thin layer chromatography (TLC)			X	X							
Liquid-liquid extraction						X		X		X	X
Recrystallisation	X	X	X	X					X	X	X
Hot filtration	X	X									
Dissolution						X					X
Titration										X	
Melting point			X	X							
UV-vis					X		X				
Infrared (IR) spectroscopy		X	X	X		X	X	X	X		X
¹ H NMR spectroscopy			X			X	X	X	X		X

^a'X' denotes the presence of the skill in the experiment. ^bInduction skills. ^cIron complexes. ^dBorohydride reduction. ^eParacetamol. ^fCobalt complexes. ^gEsterification. ^hCopper complexes. ⁱBenzoic acid. ^jTin iodide. ^kGrignard reaction. ^lPurification design.

Repurposing an Introductory Organic and Inorganic Laboratory Course from the Focus on Teaching Theory to the Focus on Teaching Practical Technique. Stephen A. Gorman, Kimberly Holmes, Gemma Brooke, Christopher M. Pask, and Nilesh Mistry. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemeduc.3c00120>. Y referencias incluidas en el artículo.

Diseño de experimentos abiertos

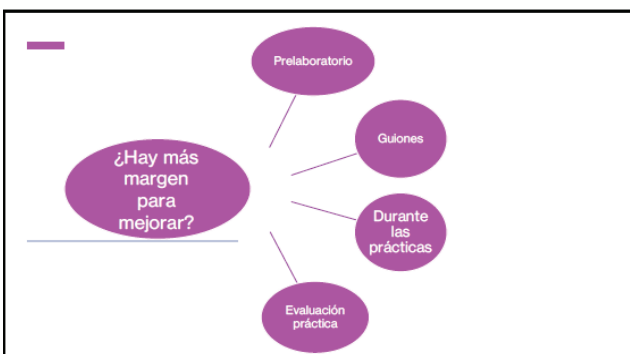
Traditional Curriculum
Objective: Learn basic chemistry laboratory techniques.
Classroom Experience: Follow a prescribed protocol with known results.
Assessment: Document results in laboratory notebook. Write post-lab report.

Revised Laboratory Curriculum
Week 1
Objective: Learn basic chemistry laboratory techniques.
Classroom Experience: Follow a prescribed protocol with known results.
Assessment: Document results in laboratory notebook.
Pre-lab Work
Classroom Experience: Experimental Design.
Week 2
Objective: Apply basic techniques to a unique problem.
Classroom Experience: Execute and troubleshoot a self-designed protocol.
Assessment: Write post-lab report evaluating the results and experimental design.

Semana 1
Separación mezclas conocidas binarias: decantación, filtración, extracción (1 sesión)

Semana 2
Separación de una mezcla ternaria contextualizada

Simple approach to incorporating experimental design into a general chemistry lab. Farley E.R., Fringer, V. and Wainman, J. W. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemeduc.3c00120>. Y referencias incluidas en el artículo.

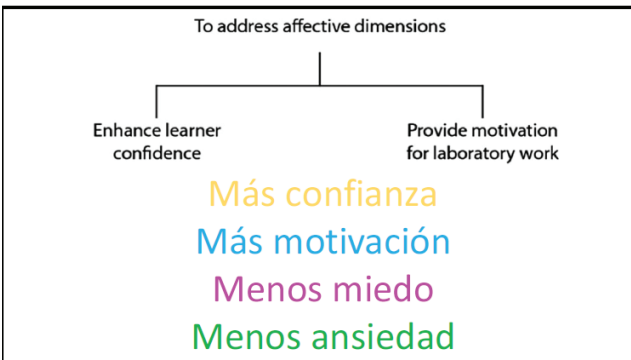
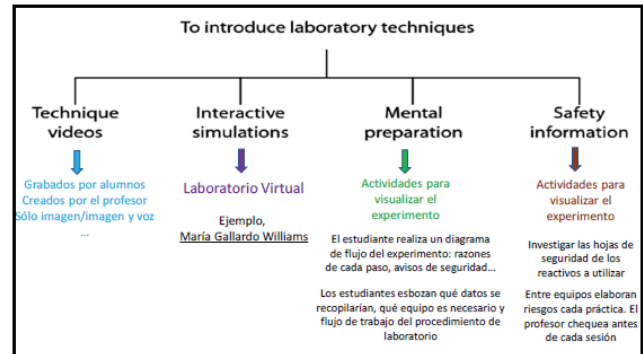
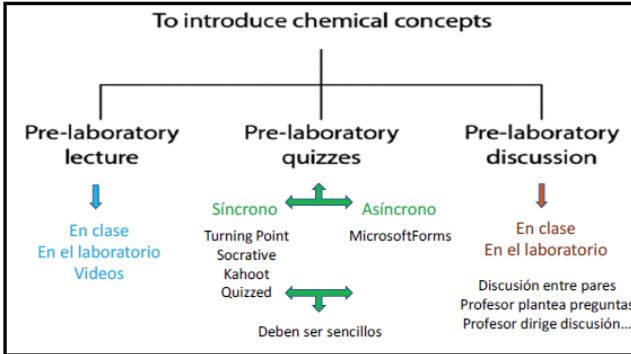
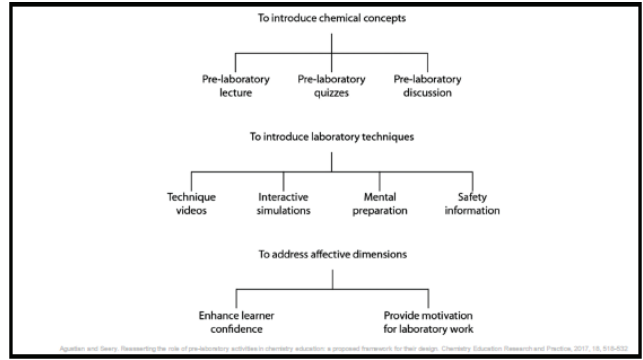


¿Demasiado trabajo del alumno?

1 hora prácticas / 1 hora trabajo autónomo

Horas trabajo autónomo

FreePick.com



Ejemplos

Pre-laboratory preparation

Enhancing students' engagement with laboratory classes

University of Durham

Although practical classes are essential part of the Chemistry degree, students may not feel confident and may be worried before practical sessions as they may feel they lack practical skills? Especially after the Covid lockdowns during which practical sessions were halted and students were even less confident in the lab when they were returning to campus. However, students learning to work around during the practical sessions, but also during the pre-laboratory preparation, with their curiosity being met and appropriate resources, can help improve students' engagement and enhance their lab learning!

The importance of pre-lab preparation

- Pre-laboratory activities and content are essential to prepare students for practical lab sessions and enhance their learning experience
- The laboratory provides enhanced knowledge of laboratory procedures and practical techniques, safety procedures and equipment
- The laboratory enhances students' knowledge, skills and confidence in the lab

Included in pre-lab preparation

- Reading instructions and demonstrating skills
- Participating in lab activities and training videos in the lab
- Participating in lab activities and training videos in the lab
- Participating in lab activities and training videos in the lab
- Participating in lab activities and training videos in the lab

Benefits of pre-lab preparation

- Develop confidence in lab skills
- Reduce anxiety of practical
- Improve understanding of lab equipment
- More confident use of lab equipment
- Confidence in identifying and dealing with problems
- Ability of identifying and dealing with problems
- Ability of identifying and dealing with problems
- Ability of identifying and dealing with problems

The pre-lab preparation was designed to be a 10-minute task

The Chemistry Laboratory: Evaluation, Assessment & Research, CLEAR22 – an online symposium on education in the chemistry laboratory, 21 April 2022

Managing massive change and reducing anxiety

LA TROSE

Preparation of interactive online videos to support student learning in the laboratory and reduce cognitive load for students

Carroll Alabram & Mandy Four

Background

Pre-lab preparation

Structure video:

1. Presentación power point base teórica
2. Equipamiento y procedimiento experimental
3. Metodología de análisis de resultados

Preguntas insertadas en los videos

- Se reducen las explicaciones en directo
- Pueden volver a los videos en cualquier momento

The Chemistry Laboratory: Evaluation, assessment, research, CLEAR_2022
An on-line symposium on education in the chemistry laboratory

Preparing Students for Practical Sessions Using Laboratory Simulation Software

University of Leicester

Learning Science Ltd

La simulación devuelve feedback, el alumno rehace y vuelve a chequear

The simulations have been very popular - with students commenting that they were "faster", "essential", "helped them remember" and "gave them a lot of confidence".

The Chemistry Laboratory: Evaluation, assessment, research, CLEAR_2022
An on-line symposium on education in the chemistry laboratory

¿Que hacemos nosotros?

- Sesiones prelaboratorio
- Cuestionarios previos
- Creación de videos

Sesiones prelaboratorio

En el aula → Sesión de 1 hora fuera horas clase: Tutoría

- Cuestiones generales: guiones, evaluación, metodología...
- Descripción general de las prácticas, por y para qué

En el laboratorio → Sesión de 1 hora explicando una práctica: equipos y procedimiento

Creación de videos

Grabados por los alumnos en el laboratorio → 1 o 2 minutos
Sólo imagen

Muestran montajes, procedimientos cortos...

Cómo valorar
Cómo engrasar juntas para un montaje de destilación
Montaje destilación
Montaje de una pila...

Todo el procedimiento → Video práctica completa

¿El alumno se implica?

Campana promoción

- MEGA SALE
- GREAT DEALS
- NEW ARRIVALS

Motivar

Incentivar

Parte III: Guiones y durante las prácticas

1. DESTREZAS A ADQUIRIR EN EL LABORATORIO

Durante la realización de las prácticas se va a trabajar en la adquisición de distintas destrezas (los iconos correspondientes (con la destreza concreta) se utilizarán a lo largo del manual):

- Destrezas relativas al aprendizaje de la química: Son una oportunidad para hacer química real. Incluir ideas y conceptos, de la teoría a la práctica.
- Destrezas prácticas: Manejo de equipamiento y reactivos. Procedimientos seguros; medidas precisas; observación cuidadosa...
- Destrezas científicas: Observación, deducción e interpretación. El trabajo empírico (experimental) como fuente de evidencias en investigación.
- Destrezas generales: Trabajo en equipo, realización de un informe, organización del tiempo, resolución de problemas...

Cuestionarios previos

Preguntas que se puedan contestar con lo leído/visto

Inclusión de destrezas prácticas en cada pregunta

Inclusión pregunta sobre si conocen o no distintos ítems

Un cuestionario por práctica

Condiciones

- Realizados antes de entrar cada día al laboratorio
- Forma parte de la calificación del laboratorio

Cuestionario seguridad → Obligatorio obtener un 100% para pasar al laboratorio
Pueden hacerlo varias veces hasta obtener 100%

Tour virtuales

(191) Proyecto Innovación Docente VT360 - #Quimicas360 - YouTube

Con este tour virtual el estudiante podrá tener una primera visión como de contenido del laboratorio de Fundamentos de Química del 1º grado en Ingeniería Química. Podrá pasearse por el laboratorio, visualizar la disposición de los distintos aparatos como platos, campanas extractoras, jarros de reactivos, vasos de trabajo... Podrá acceder a una presentación de todo el laboratorio en vídeo, conocerá en cada una de ellas su nomenclatura, conocer el material que se va a utilizar en cada una de ellas y visualizar algunas vistas o apartados de algunas de las técnicas que deberán a realizarse durante las prácticas.

Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

Campana promoción

✓ Información sobre metodología a seguir

Tutoría prelaboratorio ↔

- ¿En qué va a consistir?
- ¿Cómo se va a evaluar?
- ¿Qué se espera de los alumnos?...

Motivar

✓ Crear el ambiente adecuado: participación

Incentivar

- *Evaluación formativa
- ** Nota en la calificación final

El alumno tiene que tener muy claro qué se espera de él

- Claros** Parte general: forma de trabajar, criterios de evaluación...
Parte específica de cada práctica
- Evitar atención dividida**
- Incluir destrezas**
- Incluir iconos temas de seguridad de los reactivos, otras cuestiones de seguridad, residuos...**
- Tienen que tener en cuenta el curso/nivel y el tipo de laboratorio elegido**

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Hay que ir leyendo el manual y medir con la balanza, no sólo copiarlo sino verlo.

Preparación de disoluciones

Preparar:

- 100 mL de Na_2CO_3 (0,1M) aproximadamente 0,1 M y
- 100 mL de NaCl (0,1M) aproximadamente 0,1 M.

según el procedimiento descrito en el apartado "4. Clases preparadas disoluciones" (Página 17) de este manual.

Las disoluciones se preparan siempre en matraces aforados. Las clases de procedimientos se tienen la precisión necesaria.

ESCRIBIR LOS CÁLCULOS EN EL CUADERNO DE LABORATORIO

Normalización (redondeo) de la Disolución de Na_2CO_3

Para la muestra se va a seguir y basarse con la disolución de Na_2CO_3 envolviendo el frasco. Realizar los cálculos de masa de la columna así como los que haya designado de la tierra y mostrar sus datos.

Tener la pipeta limpia de 50 mL. Pipetear exactamente 50 mL de la disolución previa de Na_2CO_3 de reserva y pipetear que tiene el Na_2CO_3 se copiará con un vaso (50 mL) y entretenerse en un Na_2CO_3 (longitud de 200 mL). Añadir 7 g de glicerol del material de laboratorio.

Además de completar la redacción, realizar todos los cálculos de volumen de Na_2CO_3 en la muestra que deba introducirse aproximadamente (100 mL) (2. Fundamentos).

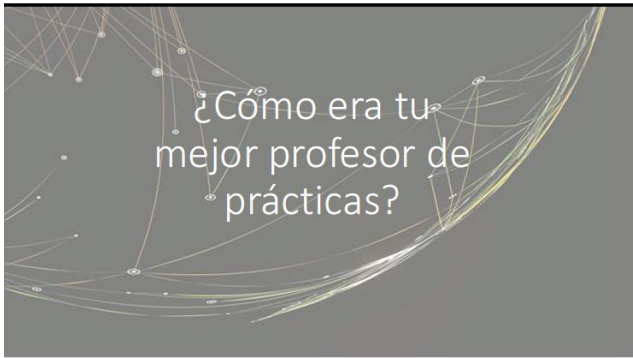
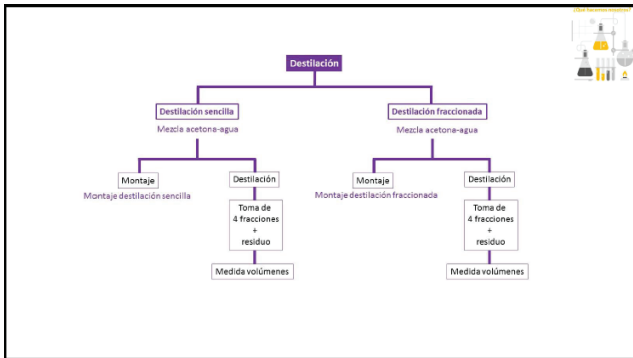


Table 1 shows the percentage response rate of "very important" of students and the TAs.

Statement: An effective lab TA....	Student rank	% Very important	TA Rank	% Very important
Grades lab reports correctly and fairly	1	78.3	9	50
Is well prepared for the lab	2	77.1	2	78.6
Thoroughly understands the lab	3	76.7	1	85.7
Is able to help students understand what is going on in the lab	4	71.8	4	64.3
Explains and demonstrates the necessary techniques	5	64.4	7	57.1
Shows respect for students	6	64.2	5	64.3
Listens carefully and tries to understand students' problems	7	59.7	6	64.3
Gives feedback on lab reports that is helpful	8	52.4	10	50
Is available for help outside the lab	9	50.8	13	35.7
Is genuinely concerned with students' progress in the lab	10	47.6	14	35.7
Makes students aware of safety issues	11	42.3	3	78.6
Is warm and friendly	12	42.2	15	28.6
Is enthusiastic about teaching in the lab	13	39.9	16	28.6
Motivates students to do their best in the lab	14	38.8	12	46.2
Asks students questions to help them solve their own problems rather than doing it for them	15	37.9	11	50
Has a good sense of humor	16	34.5	17	21.4
Encourages students to ask questions or express opinions	17	32.8	8	57.1

Data Source *J. Chem. Educ.*, 80, 1197-1205

Resumen características buen instructor

- *Conocimiento:**
 - Procedimientos, técnicas, seguridad
 - Conceptos químicos
 - Conocimiento de cómo aprenden los estudiantes
 - Saber enseñar
- *Destrezas comunicativas:**
 - Explicar de varias formas un concepto/procedimiento complejo
 - Usar lenguaje laico o científico según corresponda
- *Dominio afectivo:**
 - Voluntad de ayudar
 - Ser accesible y amigable



¿Cómo preguntamos?

Tiempo de espera → Dar tiempo al alumno para pensar → Esperar cinco segundos → Si no hay respuesta, intentar preguntar de otra forma

Cómo
Cuando
Dónde
Por qué...

Taxonomía de Bloom

Taxonomía de Bloom revisada. Anderson and Krathwohl, 2001. Basado en Fergus, S. (2015). "Using Perseus to support the transition to higher education". In Terry, M.J. and Mc.Donnel, C. (Eds.), Teaching Chemistry in Higher Education, Cressbach Press, Dublin, pg 181-194.

Alumno autónomo

- Los alumnos indican lo que les ha resultado más difícil y qué consejo le darían a sus compañeros

Actividad que ha interesado	Consejo que darías al siguiente grupo
Nombre: _____	Nombre: _____
Actividad: _____	Actividad: _____

Evaluación por pares

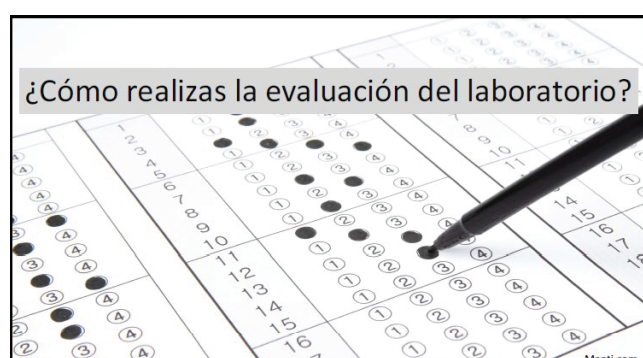
Cuadro chequeo por pares de la destreza en la valoración:

Primera valoración

Alumno que hace la valoración: _____

Alumno que hace el chequeo: _____

Pasos del protocolo	Comentario compañero / feedback
Tareas de la semana Comprobar que: - la muestra está correctamente etiquetada - se cura	
Añadición del indicador y comienzo valoración Comprobar que: - sólo se han añadido 2-3 gotas de indicador	



How do we evaluate the lab? Some thoughts and a proposal.

Context

- School of Chemistry (UNAM) numbers: ~4000 students
- Students/Teacher ~20
- 3 teaching degrees
- 3 shared needs in laboratory courses
- 2 laboratory lab

How do teachers evaluate?

- Most evaluate with lab reports without feedback.
- Other common evaluation instruments are oral presentations (67%) and pre and post-tests (78%).
- Rubrics are used to assess lab reports and oral presentations.

Findings

- Only summative evaluation tools are used
- Lack of clarity in the activities we want to develop and evaluate
- Lab reports are almost exclusively poor

Proposal

- Focus on the development of high level cognitive skills
- Developing a set formative of evaluation instruments
- This lab tests as entry tickets.
- Peer evaluated development of lab techniques.
- Problem based situations related to professional practices.

What is evaluated?

- Knowledge of methodology
- Familiarity with lab techniques
- Comprehension of theoretical concepts related to the experimental task.
- Correct handling of data related to the topic.

What we want to evaluate?

- TTT
- Familiarity with proper lab techniques.
- Link theoretical concepts with theory class.
- Apply concepts learned in theory class.

Methodology

- A questionnaire was applied to 20 active professors of the Physical Chemistry Department.
- Only professors who have taught for more than 5 years were considered.
- 5 teachers were interviewed in person.

References

- Interview with a Chemistry Professor

¿Qué se trabaja?

Competencias relativas al aprendizaje de la materia: química real

ilustrar ideas y conceptos, de la teoría a la práctica

Competencias experimentales: Manejo de equipamiento y reactivos. Procedimientos seguros, medidas precisas, observación cuidadosa...

Competencias científicas: Observación, deducción e interpretación

Competencias generales: Trabajo en equipo, realización de un informe, organización del tiempo, resolución de problemas

¿Qué se debería evaluar?

Competencias relativas al aprendizaje de la materia: química real

ilustrar ideas y conceptos, de la teoría a la práctica

Competencias experimentales: Manejo de equipamiento y reactivos. Procedimientos seguros, medidas precisas, observación cuidadosa...

Competencias científicas: Observación, deducción e interpretación

Competencias generales: Trabajo en equipo, realización de un informe, organización del tiempo, resolución de problemas

Evaluación por estaciones

Structured Chemistry Examinations

SChemEs

- Apparatus Assembly & Handling
- Interpretative Exercises
- Information Management
- Basic Techniques
- Numeracy

Stewart B. Krinn, Abdullah Al-Ahmad, and Suzanne Ferguson. Using Structured Chemistry Examinations (SChemEs) As an Assessment Method To Improve Undergraduate Students' Generic, Practical, and Laboratory-Based Skills. J. Chem. Educ. 2014, 91, 468-476. doi:10.1021/acs.jchemeduc.3b00944

station 9

station 9

This question was taken verbatim from the helpful questions section of the hydroboration lab. Answer it in your exam booklet.

9) What reaction occurs when the borane-THF complex encounters water? [Hint: one product is $B(OH)_3$]

Once finished, wait for the signal and please proceed to the next station.

Figure 11. 1st ed. A One-Hour Practical Lab Exam for Organic Chemistry. J. Chem. Educ. 2007, vol. 84, # 9, 1453-1455

Evaluación de destrezas prácticas por insignias y video

Los alumnos se graban haciendo cada una de las destrezas prácticas

El profesor ve el video y puntúa

Si bien, insignia conseguida

Si errores, feedback

Ultimo día: Tiempo para recuperar destrezas Se vuelven a grabar

Evaluación de destrezas prácticas por insignias y video

Los alumnos se graban haciendo cada una de las destrezas prácticas

Revisión entre pares de los videos

El profesor ve el video y puntúa

Si bien, insignia conseguida

Si errores, feedback

Ultimo día: Tiempo para recuperar destrezas Se vuelven a grabar

Checklist de pares de la destreza en la valoración:

Primeros valores

Alumno que hizo el chequeo:

Alumno que hizo el chequeo:

Nombre de la destreza	Parce del protocolo	Comentarios constructivos	Feedback
Comprender el video de la destreza			
Atención del profesor y comentarios constructivos			
Comprender el video de la destreza			
Comprender el video de la destreza			

Prueba práctica

Hasta curso 20/21 **Curso 22/23**

Parte 1: Prueba de presión (individual)

Preparar una disolución de un líquido o un sólido en 7 minutos

Parte 2: Realización de una práctica (pareja)

Realizan una práctica similar a la hecha por ellos pero con cambios

2 horas

Entregan informe

La práctica que hacen es por sorteo

Parte 2: Realización de prácticas (pareja)

Realizan DOS prácticas similar a la hecha por ellos con cambios

70 minutos

Entregan informe

Una práctica igual para todos y otra por sorteo

Parte 3: (individual)

Destrezas

Esquema

10 minutos

Opciones para mejorar

Hacer la parte 2 también individual

Hacer evaluación por estaciones (para que todos hagan lo mismo) o combinar práctica y estaciones

Etapas

Etapas 1 Realización experimento 1

- Estudiar la influencia de la concentración de tiosulfato sódico en la velocidad de la reacción $Na_2S_2O_3 + HCl$

Etapas 2 Visionado del video 1. Realización experimento 2

- Estudiar influencia tipo de catalizador (Cu^{2+} o Fe^{3+}) en velocidad de la reacción $K_2S_2O_8 + KI$

Etapas 3 Tarea sobre la posible mejora Experimento 2

Etapas 4 Visionado del video 2

- Explicación de la "estrategia de control de variables"

Etapas 5 Realizar experimento 2

- Estudiar como influye el tipo de catalizador (Cu^{2+} o Fe^{3+}) en velocidad de la reacción $K_2S_2O_8 + KI$
- Diseñar otro experimento para estudiar el efecto que ejerce la cantidad del catalizador en la velocidad de reacción

Ventajas

- ❖ Se evalúan las competencias trabajadas en el laboratorio
- ❖ El alumno toma mayor conciencia de lo que se debe aprender en un laboratorio

Algunos Inconvenientes

- ✓ Problemas de logística: varios profesores, mucho material...
- ✓ Hay que hacer una buena gestión del tiempo para evaluar lo más posible en el menor tiempo
- ✓ Necesidad de más tiempo para planificar
- ✓ Tener criterios claros de evaluación: rúbrica de evaluación

Informes de laboratorio

Importantes y necesarios

Reflexión sobre cómo hacerlos y evaluarlos

Necesitan feedback para que el alumno vaya mejorando



...Esta conclusión es legible y está puntuada correctamente. En otras palabras, es mejor que la gran mayoría de las conclusiones de laboratorio escritas por estudiantes de química introductoria

...Al igual que cuando las hojas de cálculo comenzaron a usarse para calcular promedios y estadísticas, la introducción de la IA para escribir y calcular debería eventualmente beneficiar y convertirse en el centro de la educación química, haciendo que los estudiantes puedan centrarse más en la química y el análisis y no tanto en la mecánica del cálculo y la escritura.

Potential ChatGPT Use in Undergraduate Chemistry Laboratories, Tim Humphry and Amy L. Fuller, J. Chem. Educ. 2023, 100, 4, 1434-1436. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemeduc.3c00006>

1

Sesión de instrucciones 1 (1 ó 2 horas)

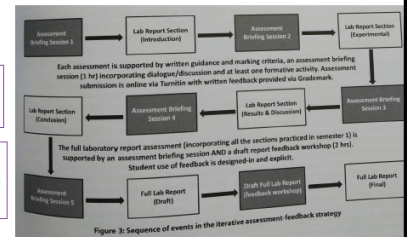
Ejercicio 1:
Trabajo en grupo
Examinan artículos para ver estructura
Discusión posterior

Ejercicio 2:
Discusión entre pares
Estudiantes crean esquema sobre qué debe contener la introducción

Ejercicio 3:
Trabajo en grupo
Evalúan y mejoran los esquemas propuestos
Utilizan los criterios marcados
Hacen feedback

Ejemplo

Hacer el informe de laboratorio como un artículo



R. L. Dault, L. M. Hancock, C.J. Haxton, M. J. McInerney, R. K. Jones, D. Piana, D. L. McFarney, Developing scientific reporting skills of early undergraduate chemistry students, in Teaching Chemistry in Higher Education, 2019, Coshack Press



Prof. Giuseppe Fregapanè and Sergio Gómez. Ciencia y Tecnologías de los alimentos

https://www.uclm.es/ciudad-real/quimicas/transferencia_visibilidad/innovadocente/3ideas

Alternative Assessments to the traditional lab report

Communication is an essential transferable/successful skill that we as instructors need to use and value in our students. There are three main types of communication: verbal communication, verbal/nonverbal communication, and visual communication. In the lab, we often assess students' understanding through lab reports, however, traditional lab reports or essays are one type of communication. In addition, many non-major students will not grade communicate or reading/interpreting through traditional lab reports in their future career. Thus, when assessing students in the lab, we as instructors should vary our assessment students to develop more relevant and varied communication skills.



Alternative Assessments to the traditional lab report (Dr. Nikita Burrows, Assistant Professor, Monmouth University, USA)

JPC-Teaching Chemistry in Higher Education



Creating a Laboratory Skills Passport

The laboratory provides an excellent environment for testing in a wide range of skills, both technical and non-technical ones. However, it is often difficult for students to recognize the different skills that they are learning in a given practical session. Since 2015, a better understanding of the skills students acquire during their laboratory programme and how they will contribute to their overall careers is key to the success in higher education (Burrows 2023). In order to improve students' awareness of the skills they acquire in the lab, we decided to create a Laboratory Skills Passport. Our aim was focused on 2nd and 3rd year degree chemistry courses, but we applied our on the application-level disciplines with a laboratory component. This 3 key ideas you may wish to consider when implementing a Skills Passport for your students across an institution.



Dr Trinidad Velasco-Torrijos, Faculty of Science & Engineering, Maynooth University, Ireland

