



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA BACHILLERATO, EN BASE A LA COLECCIÓN CIENTÍFICA DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DE LA UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Beatriz Rayo Aguilar

Máster Universitario en Formación del Profesorado

(Especialidad/Itinerario Física y Química)

Centro de Estudios de Postgrado

Año Académico 2021-22

PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA BACHILLERATO, EN BASE A LA COLECCIÓN CIENTÍFICA DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DE LA UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Beatriz Rayo Aguilar

Trabajo de Fin de Máster

Centro de Estudios de Postgrado

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2021-22

Palabras clave del trabajo:

Trabajos prácticos, niveles de apertura, procesos cognitivos.

Nombre Tutor/Tutora del Trabajo: Emma Soledad Sánchez Clark

Nombre Tutor/Tutora: Joan Frau Munar

ÍNDICE.

RESUMEN.	5
1. OBJETIVOS.....	6
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.	6
2.1. El estudio de las ciencias.	6
2.2. Trabajos prácticos de laboratorio (TPL).	9
2.2.1. Definición de trabajos prácticos.	10
2.2.2. Importancia de los trabajos prácticos en educación.	10
2.2.3. Posibles problemáticas o dificultades.	12
2.2.4. Clasificación de los TPL. Nivel de apertura.	12
2.3. Relación Universidad y Bachillerato.	16
2.4. Colección científica del departamento de Química de la Universitat de les Illes Balears.	18
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.	19
3.1. Competencias.	19
3.2. Objetivos.	19
3.3. Material y espacios.....	20
3.3.1. Alternativa 1. Préstamo del instrumento.	20
3.3.2. Alternativa 2. Jornadas prácticas en la UIB.	21
3.4. Organización de la práctica. Nivel de apertura.....	21
3.4.1. Prácticas Polarímetro. Todos los azúcares no endulzan igual. ¿Cómo podemos diferenciarlos?	22
3.4.2. Planteamiento cerrado (ANEXO 2).....	24
3.4.3. Planteamiento ligeramente abierto, investigación estructurada. (ANEXO 3).....	25
3.4.4. Práctica Espectroscopio. Física y Química sin presupuesto. Espectros y bombillas. Construcción de un espectroscopio casero.....	27

3.4.5. Planteamiento de investigación abierta.	29
3.4.6. Planteamiento como proyecto.	31
3.5. Evaluación.....	34
4. CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFIA.	41
ANEXO 1. Autorización de préstamo.	43
ANEXO 2. Práctica: polarímetro. Planteamiento cerrado.....	44
ANEXO 3. Práctica: polarímetro. Planteamiento ligeramente abierto, investigación estructurada.....	53
ANEXO 4. Práctica: espectroscopio. Guía del docente.....	62

RESUMEN.

La ciencia y la tecnología tiene una gran repercusión en la sociedad de hoy en día y en su desarrollo. Por ello, es alarmante el descenso en el número de jóvenes que optan por el estudio de las ciencias.

Durante los estudios de Bachillerato el número de estudiantes en ciencias se mantiene similar al de otros estudios. No obstante, el rendimiento que alcanzan los estudiantes en asignatura como la Física y la Química es bajo y se manifiesta cierto desinterés y apatía hacia estas ramas. Hecho que se ve reflejado en el número de matriculados en una carrera de ciencias.

Esta situación se ha podido acrecentar como consecuencia de la división entre la teoría y la práctica en los procesos de enseñanza-aprendizaje y la transmisión de información poco contextualizada. Los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) brindan una serie de aspectos muy positivos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo no solo un factor motivacional, sino también un importante recurso para el aprendizaje de muchos contenidos, actitudes y competencias.

Este tipo de actividades requieren de una serie de recursos que no todos los centros educativos se pueden permitir. Este trabajo final de máster propone una secuencia de sesiones prácticas utilizando recursos de la UIB para disminuir estas dificultades y mejorar la relación Universidad-centros educativos.

La UIB es un centro con gran experiencia en proyectos de divulgación científica. Además, la colección científica del departamento de Química, nos proporciona dos instrumentos (polarímetro y espectroscopio) que permiten trabajar contenidos del currículum de las asignaturas de Física y Química de las Islas Baleares para el nivel de Bachillerato.

Los TPL se pueden clasificar según su nivel de apertura, su elección dependerá de parámetros como el grupo clase, el tiempo o los objetivos que deseemos.

En este trabajo mostraremos diferentes prácticas con diferentes niveles de apertura, para el fomento de TPL en bachillerato.

1. OBJETIVOS.

El objetivo general de este trabajo es la aplicación de prácticas de laboratorio (aprovechando la colección científica del departamento de Química de la Universitat de les Illes Balears) para mejorar la comprensión de los conceptos incluidos en el currículum de Física y Química de Bachillerato de las Islas Baleares.

Como objetivos específicos se han establecido los siguientes:

1. Justificar el uso de prácticas de laboratorio como herramienta idónea desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias, fomentando el protagonismo de los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Fomentar el trabajo experimental como elemento clave y fundamental para el desarrollo de competencias asociadas a la práctica científica en el aula.
3. Proponer una secuencia de trabajos prácticos de laboratorio que permita relacionar la colección científica del departamento de Química de la Universitat de les Illes Balears y el currículum de Física y de Química de Bachillerato.
4. Acercar el aula a la realidad científica de un centro universitario como es la Universitat de les Illes Balears.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.

2.1. El estudio de las ciencias.

La ciencia y la tecnología tiene una gran repercusión en la sociedad de hoy en día, debido a su relación con muchos sectores que forman parte de nuestra vida cotidiana, como pueden ser la sanidad, la alimentación, los recursos energéticos, el medio ambiente, el transporte, los medios de comunicación... Todo ello, da lugar a que la economía, a nivel mundial, esté sujeta al desarrollo científico-tecnológico. Razón por la cual el conocimiento de las ciencias adquiere un papel importante en todos los países (Solbes, 2011).

Uno de los mayores problemas ante los que se enfrenta la sociedad actual, donde la ciencia y la tecnología juegan un papel clave para el desarrollo, es el

alarmante descenso en el número de jóvenes que optan por estudios de ciencias y Matemáticas (Bermúdez-Rochas, 2012).

Según datos estadísticos recogidos por el Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021) en España, el porcentaje de alumnos matriculados en el bachillerato de ciencias y tecnología no difiere significativamente de los matriculados en el bachillerato de humanidades y ciencias sociales (Imagen 2.1.1). Mientras que, para los matriculados en artes, si podemos observar un porcentaje mucho menor.

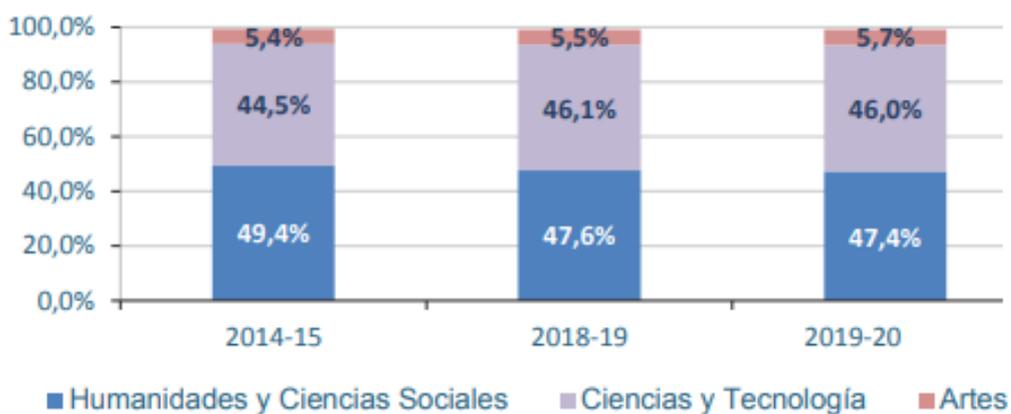


Imagen 2.1.1. Distribución porcentual del alumnado de Bachillerato según modalidad cursada (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2021)

En cambio, para estudios universitarios esta tendencia cambia drásticamente. Según los datos recopilados por el Ministerio de Ciencia (2019), podemos observar que el porcentaje de matriculados en carreras de ciencias es mucho menor al de ciencias sociales y jurídicas, siendo el área de ciencias la que tiene el menor porcentaje, llegando únicamente a un 5,62% en 2016-2017 y disminuyendo con respecto al 2006-2007 (Imagen 2.1.2).

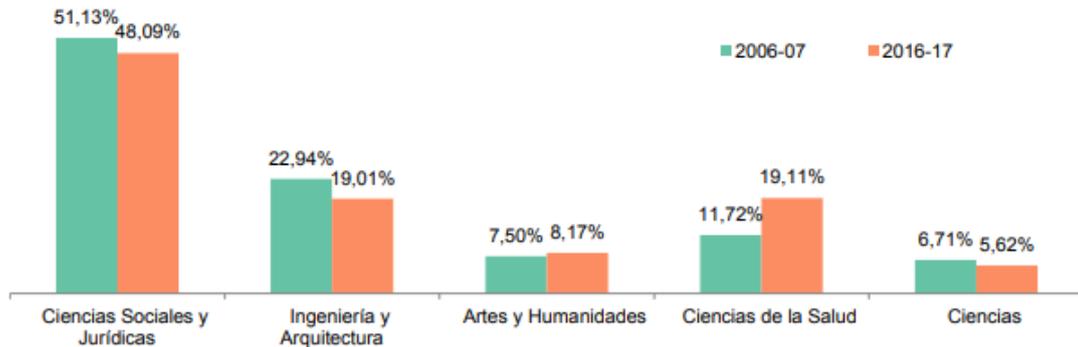


Imagen 2.1.2. Evolución de la distribución del número de estudiantes egresados en Grado y 1er y 2º Ciclo por rama de enseñanza durante 10 años (cursos 06-07 y 16-17) (Ministerio de Ciencia, 2019).

Finalmente, con tal de acercarnos a la situación de Baleares, si observamos algunos datos recopilados por la Universitat de les Illes Balears (UIB) únicamente un 7,86% de alumnos matriculados se deciden por las ciencias, siendo este porcentaje el menor en todas las ramas de estudios de grado que oferta dicha universidad (Imagen 2.1.3).

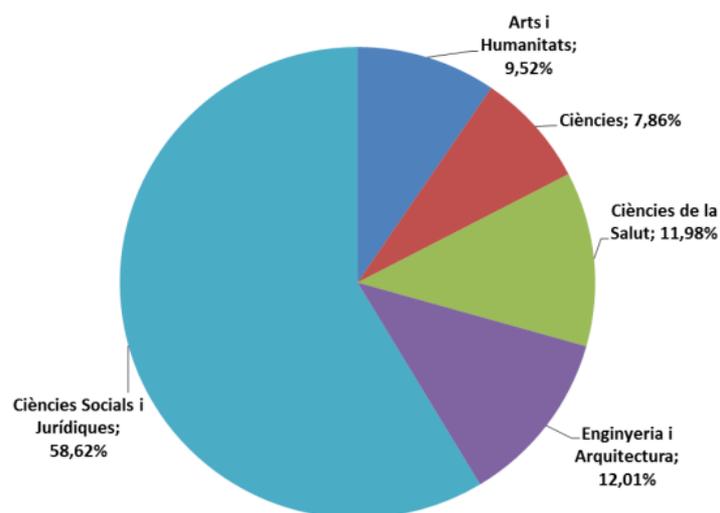


Imagen 2.1.3. Alumnos matriculados a los estudios de grado por rama de conocimiento (Payeras, 2015).

Esta tendencia que mostramos con la recopilación de datos estadísticos también tiene su respaldo en estudios como los de Espinosa-Rios et al, (2016) donde se

reconoce que los estudiantes de bachillerato manifiestan cierto desinterés y apatía hacia el estudio de la Química. Este hecho se comprueba con el bajo rendimiento que alcanzan los estudiantes en esta asignatura y en su escasa participación.

Esta situación se ha podido acrecentar como consecuencia de la división entre la teoría y la práctica en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Enfocando la transmisión de contenidos mediante teoría o resolución de problemas que resultan ser poco útiles o significativos para los estudiantes, lo que ocasiona una ruptura entre el carácter experimental que caracteriza esta ciencia y que es un aspecto fundamental para despertar el interés y la motivación. Es decir, se transmite una serie de información poco contextualizada difícil de asimilar para el alumnado. Si queremos que la enseñanza de las ciencias sea más completa y cercana al alumno, las situaciones planteadas en clase y la manera de abordar los temas debe ser, siempre que se pueda, contextualizada y problemática. Trabajando los conceptos de esta forma, el alumno se siente más interesado, participa de su propio conocimiento y deja de ser un mero receptor de información (Vázquez-González, 2004).

Es por esto, que considero trascendental el empleo de diversas estrategias didácticas que permitan recrear el trabajo de los científicos para que los estudiantes se sientan atraídos e interesados por el estudio y la comprensión de los fenómenos que los rodean, para así empezar a desarrollar y fortalecer los conocimientos conceptuales, procedimentales, actitudinales, y las competencias científicas.

2.2. Trabajos prácticos de laboratorio (TPL).

La enseñanza de las ciencias hace uso de actividades comunes con otras disciplinas, como búsqueda de información, lectura de textos, recursos audiovisuales...

Sin embargo, en el caso de la enseñanza de las ciencias, considerando su carácter experimental, hacer uso de trabajos prácticos, donde interactúen la

teoría y la práctica, es totalmente necesario para favorecer un mejor aprendizaje (Aguilar-Muñoz et al, 2011).

2.2.1. Definición de trabajos prácticos.

El término de trabajos prácticos (TP) se utiliza con frecuencia, en educación, para referirse a las actividades en las que el alumnado utiliza determinados procedimientos para resolver las situaciones o problemas que se plantean articulando diferentes acciones que entrelazan la teoría y la práctica.

Los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) se pueden considerar como un subgrupo más concreto de TP. Sin embargo, aun siendo un tema ampliamente trabajado por docentes e investigadores en enseñanza, es difícil encontrar una definición de estos (Zorrilla, 2018).

Algunos autores hacen una aproximación al concepto de TPL brindando una serie de características concretas de estos trabajos. Por ejemplo, Fernández, (2013) plantea que los TPL son actividades realizadas por los alumnos, con un grado variable de participación en su diseño y ejecución. Donde:

- Se implican el uso de diferentes procedimientos científicos (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, elaboración de conclusiones...)
- Se requiere de la utilización de material científico específico (a veces simplificado para facilitar su empleo).
- Es necesaria una organización compleja (más que en las típicas actividades de lápiz y papel).

2.2.2. Importancia de los trabajos prácticos en educación.

Los TPL brindan la posibilidad de aprender a partir de las propias experiencias de los estudiantes, convirtiéndose en un importante recurso para el aprendizaje de muchos de los contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales y competenciales (Rosalba et al, 2022).

Aplicar actividades específicas relacionadas con el trabajo de laboratorio, permite entre otros aportes, poner en marcha mecanismos cognitivos necesarios

para el aprendizaje del conocimiento científico y para la construcción de conceptos (Hernández-Millán et al, 2012).

La integración de trabajos prácticos en el aula se ha planteado en numerosas ocasiones como posible solución ante la creciente desmotivación de los alumnos hacia las ciencias. Estudios como los de Rosalba et al, (2022) demuestran la existencia de una actitud positiva del alumnado hacia la realización de trabajos en grupo y de prácticas de laboratorios, a pesar de que en estos espacios de aprendizaje, el trabajo es más exigente, debido a la elaboración de informes o actividades post laboratorio. Del mismo modo, la ejecución de estas actividades post laboratorio, permiten a los estudiantes elevar su nivel de aprendizaje.

Los TPL no son solo un factor motivador, sino que también son un método que puede presentar muchas ventajas en el ámbito del proceso de enseñanza-aprendizaje. Aportan una mejor comprensión teórica de diversos contenidos, aclarando con mayor facilidad las dificultades presentadas por los estudiantes, permitiendo cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad. También, permiten al estudiante poner en juego sus conocimientos previos y verificarlos mediante la práctica (Aguilera, 2019).

De tal manera que los TPL favorecen no solo el aprendizaje de contenidos, sino también, aspectos actitudinales; como la creación de hábitos de trabajo (por ejemplo, la rigurosidad o el espíritu de colaboración), o factores asociados a la confianza en los estudiantes o la capacidad para resolver problemas (Walz et al, 2007). Permiten realizar acciones sociales, psicológicas y motoras, por medio de un trabajo colaborativo, permitiendo establecer una comunicación de carácter científico, manejar materiales, equipos e instrumentos que permitan a los estudiantes solucionar problemas con una dirección científica (Abad, 2019).

Es por todo lo mencionado que, es importante implementar prácticas de laboratorio en el proceso enseñanza-aprendizaje como un método guiado por el docente. Debe ser un plan organizado y aplicado en un ambiente adecuado que conste con las normas de seguridad, para el cuidado de los estudiantes. Además, se debe realizar con un continuo control, seguimiento y mejora del

diseño curricular, a fin de que el proceso sea siempre innovador (Rosalba et al, 2022).

2.2.3. Posibles problemáticas o dificultades.

La problemática que presentan los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias no ha variado mucho desde sus orígenes. Este hecho se ha visto justificado en base a distintos argumentos, como: falta de material, de recursos o de instalaciones, escasez de tiempo, el excesivo número de alumnos, la escasa formación docente ... (Solbes & Tarin, 2007) (Fernández, 2010) (Nappa et al, 2015).

Además, la realización de actividades experimentales puede resultar en algunos casos particularmente compleja y es por ello por lo que su eficacia ha sido puesta en duda en numerosas ocasiones y por diversas causas (Fernández et al, 2011). En muchos casos los TPL suelen presentarse como un procedimiento tipo “receta de cocina”, para los cuales inclusive los resultados están predeterminados (Flores et al, 2009), careciendo así de valor educativo real. Sin embargo, las prácticas de laboratorio no tienen por qué responder siempre a un mismo patrón o estructura, como veremos más adelante en el apartado 2.2.4. de clasificación.

Otra problemática, es que no todas las instituciones cuentan con laboratorio y materiales de Física y Química para la experimentación. Para suplantar estas necesidades muchos docentes recurren a la experimentación con materiales del hogar o la utilización de laboratorios virtuales, que aun siendo de gran utilidad hacen perder un poco el carácter de TPL (Rosalba et al, 2022).

La elaboración de este trabajo final de máster pretende buscar soluciones o mejoras a estas dificultades presentes en los centros educativos para la realización de trabajos prácticos de laboratorio en Bachillerato.

2.2.4. Clasificación de los TPL. Nivel de apertura.

Los TPL pueden presentar una gran variedad de características, pudiendo encontrar diferentes tipos (experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos, experimentos para contrastar hipótesis, de investigación...). Es por ello que,

llegados a este punto, es conveniente definir el **nivel de apertura**; como la proporción en la que el docente facilita los problemas, las maneras y medios para afrontar ese problema y la respuesta a esos problemas.

Existen varias propuestas de clasificación para los TPL (Zorrilla, 2018), como la de Herron (1971) que diferencia 5 niveles de prácticas experimentales según sus objetivos y la proporción en que están dados los materiales, métodos y soluciones. También encontramos la perspectiva de Priestley (1997) que propone una escala de siete niveles de apertura clasificando las actividades prácticas de laboratorio según los procesos cognitivos que se requieren (Tabla 1). Otra categorización digna de mención es la efectuada por Petrucci et al, (2006), quienes analizan dos dimensiones relativas a los TPL: el nivel de apertura y el control de variables (Imagen 2.2.4.1).

Tabla 1. Tipos de Trabajos Prácticos de Laboratorio según Herron (1971) y Priestley (1997).

Herron (1971).				Priestley (1997)		
Nivel	Nombre	Objetivo/Material /Método/Solución	Estilo de práctica	Nivel	Nombre	Proceso cognitivo requerido
0	Demostración	Dado/Dado/Dado/Dada	Expositivo	1	Herméticamente cerrado	Conocimiento
1	Ejercicio	Dado/Dado/Dado/Abierta	Expositivo	2	Muy cerrado	Conocimiento
2	Investigación estructurada	Dado/Dado en parte/Dado en parte o abierto/Abierta	Expositivo/ Investigación	3	Cerrado	Conocimiento y comprensión
3	Investigación abierta	Dado/Abierto/Abierto/Abierta	Investigación	4	Entreabierto	Comprensión y aplicación
4	Proyecto	Dado en parte o abierto /Abierto/Abierto/Abierta	Investigación	5	Ligeramente abierto	Aplicación
				6	Abierto	Análisis y síntesis
				7	Muy abierto	Síntesis y evaluación

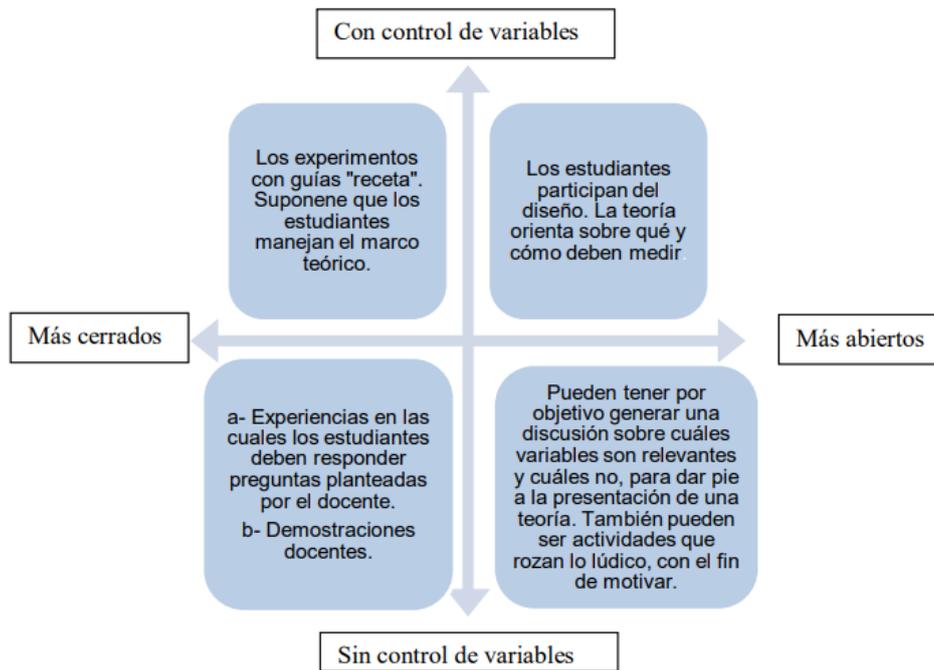


Imagen 2.2.4.1. Tipos de Trabajos Prácticos de Laboratorio según Petrucci, Ure y Salomone, 2006 (adaptación de Zorrilla, 2018) .

Tras esta indagación respecto a los trabajos prácticos de laboratorio, podemos decir que propuestas como la presentada en este trabajo final de máster, son una herramienta para promocionar las prácticas de laboratorio en centros de educación no universitaria, incluso si presentan impedimentos de materiales y recursos, ya que es una oferta conjunta con la UIB, que puede potenciar estos aspectos. Además, las prácticas propuestas en este trabajo reducirían considerablemente el tiempo de trabajo a realizar por el docente del centro educativo y pretenden estar diseñadas con diferentes grados de apertura para guiar al alumnado hacia un aprendizaje significativo y eficiente, trabajando tanto el contenido como las competencias claves descritas en el currículum.

Debemos percibir el laboratorio como un lugar idóneo para trabajar los contenidos y las competencias. El laboratorio no es más que un aula donde se pueden trabajar todas las competencias del currículum establecidas en el Decret 35/2015 (BOIB núm. 73, de 16 de maig de 2015). Incluso, competencias que no se suelen o son más complicadas de trabajar en un aula normal (Bermúdez-Rochas, 2012).

2.3. Relación Universidad y Bachillerato.

Tal como se muestra en el apartado 2.1, hay un descenso considerable de estudiantes que deciden dedicarse al ámbito de las ciencias. Este descenso se ve incrementado en el paso de bachillerato a la universidad.

Para promocionar estos estudios y mejorar la relación de los centros educativos de secundaria y la universidad, la Universitat de les Illes Balears (UIB) tienen numerosos programas y proyectos.

Entre ellos podemos destacar, el **Programa d'Orientació i Transició a la Universitat (Port-UIB)** formado por personal de dos instituciones, la Comissió Mixta Conselleria d'Educació, Universitat i Recerca y la Universitat de les Illes Balears. Este programa está dirigido para estudiantes no universitarios (ESO, bachillerato y formación profesional), estudiantes ya inmersos en el proceso de transición hacia estudios superiores o estudiantes universitarios, que en cualquier caso necesiten acciones de información, motivación i orientación en la continuidad de sus estudios.

Los objetivos de este programa son:

- Garantizar la relación y comunicación entre profesorado de secundaria y UIB
- Facilitar la coordinación entre los estudios no universitarios y universitarios.
- Difundir estudios de la UIB
- Divulgar la UIB y su papel como institución de formación superior y de investigación de calidad.

Estos objetivos, los cumplen mediante actividades como: conferencias, jornadas, charlas, talleres...

Si nos centramos en el ámbito de las ciencias, dentro de la actividad de la UIB, podemos destacar el programa de DemoLab, la actividad de Ciència per a tothom y el programa formativo ESTALQUIM.

- **DemoLAB** es una iniciativa de la Facultat de Ciències de la UIB para promover el interés del estudio científico entre los alumnos de secundaria. Se desarrolla dentro del marco de Port-UIB y consiste en actividades prácticas relacionadas con los contenidos científicos de cuarto de ESO y primero de bachillerato. Las actividades disponibles para primero de bachillerato relacionadas con la Física y la Química son: “el plano inclinado” (Física) y “determinación de la acidez del aceite de oliva” (Química).
- **Ciència per a tothom** nació de la inquietud del profesorado de la UIB para fomentar la vocación científica y tecnológica entre los jóvenes. Es una actividad destinada para estudiantes de primaria y secundaria, así como para el público en general. Las actividades consisten sobre todo en experimentos de ciencia y tecnología orientados a diferentes niveles educativos donde los estudiantes universitarios realizan las demostraciones y explicaciones durante la feria.
- **ESTALQUIM**, orientado a desarrollar la vocación científica en niños y niñas con especial talento en el campo de la Química (organizado por la UIB y la Asociación de Químicos de las Islas Baleares). Los niños y niñas de segundo de ESO que entran en el proyecto reciben formación y atención especializada durante dos cursos académicos utilizando una metodología de aprendizaje activo y lúdico en la que los alumnos son los protagonistas, entrenando su capacidad de experimentación, su creatividad y su capacidad de razonamiento y resolución de problemas. El primer año consiste de 12 talleres que se realizan en la UIB y en el segundo año los estudiantes son los encargados de explicar a sus compañeros de clase y en su centro educativo una actividad experimental siempre en colaboración con un profesor de la UIB y un profesor del centro educativo.

Este tipo de proyectos tienen una gran acogida de participantes y centros de educación secundaria que se inscriben. A modo de ejemplo, el año pasado se ofreció, de manera virtual debido al COVID-19, 45 actividades dentro del marco

de Ciència per a tothom, donde participaron 7.274 alumnos: 2.967 de primaria i 4.307 de secundaria de 76 centros de les Illes Balears (Diari de la UIB, 2021).

Este tipo de actividades nos muestran que la UIB tiene los medios y recursos necesarios para llevar a cabo el tipo de actividades mostradas en esta propuesta didáctica. Tiene los materiales necesarios (la colección científica del departamento de Química), experiencia para guiar prácticas de laboratorio a nivel de secundaria y bachillerato (adquirida en el DemoLab) y personal motivado para participar en divulgación científica. Además, también hemos podido corroborar que este tipo de actividades tienen un gran éxito.

2.4. Colección científica del departamento de Química de la Universitat de les Illes Balears.

La conservación del patrimonio científico e histórico de una sociedad es una característica que define su nivel de salud y madurez. En las Islas Baleares hay un buen número de museos y colecciones. No obstante, aún no existe ningún museo de referencia en materia de ciencia y tecnología.

La Universitat de les Illes Balears y en concreto el departamento de Química, durante más de cuarenta años de existencia desde su creación, ha podido ir atesorando una amplia colección de instrumentación de laboratorio del que ya no se hace uso. La recopilación de todas estas piezas, anteriormente dispersas entre los diversos laboratorios, y su catalogación permitirá la difusión de las mismas con una doble vertiente, la académica y la divulgadora.

Esta actuación permite dar a conocer la ciencia que se hace en la comunidad, aportando visibilidad. Todo esto, en el marco de las estrategias regionales de innovación y fomento de la investigación (agenda 2030).

Además, permitiría lograr objetivos paralelos en materia de divulgación científica en acontecimientos realizados con anterioridad de gran éxito como las Ferias de la Ciencia o como el propuesto en este trabajo final de máster.

Es por todo lo mostrado anteriormente que consideramos que este trabajo será de gran utilidad para, mediante una serie de trabajos prácticos de laboratorio, mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado de bachillerato,

así como su relación con la universidad y su alfabetización científica, dando utilidad a estos instrumentos de la colección.

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

En este apartado se presenta una propuesta didáctica fundamentada en 2 prácticas de laboratorio con 2 niveles de apertura diferentes para cada una, usando instrumentos de la colección científica de la UIB y dirigida a alumnos de bachillerato.

Los instrumentos a utilizar serán: el polarímetro y el espectroscopio.

A continuación, se indican las competencias y objetivos que pueden trabajarse, así como los bloques del currículum de las Islas Baleares con los que mantiene relación cada práctica de laboratorio propuesta en concreto.

3.1. Competencias.

Las 6 competencias básicas que se deben trabajar en Bachillerato según el Decret 35/2015 (BOIB núm. 73, de 16 de maig de 2015) son: comunicación lingüística, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, competencia de aprender a aprender, competencia social y cívica y sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

La siguiente propuesta didáctica nos permite trabajar las competencias siguientes:

1. Comunicación lingüística.
2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
3. Competencia de aprender a aprender.
4. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

3.2. Objetivos.

En relación con los objetivos expuestos por el Decret 35/2015 (BOIB núm. 73, de 16 de maig de 2015), con esta propuesta didáctica se pretenden alcanzar los objetivos siguientes:

2. Usar la terminología científica para poder expresarse con precisión en el ámbito científico e interpretar expresiones relacionadas con la ciencia y la tecnología en el lenguaje cotidiano.

3. Interpretar los resultados de actividades experimentales de laboratorio usando los conocimientos científicos adquiridos y saber manipular el instrumental básico del laboratorio de Química respetando las normas de seguridad.

6. Comprender la relación de la Química con otras ciencias y con la tecnología, valorando su influencia recíproca y la participación cooperativa de todas ellas en el progreso y bienestar de la humanidad.

7. Mantener actitudes propias del pensamiento científico, como la curiosidad, el espíritu crítico, la tolerancia, la ausencia de dogmatismo y el rigor.

3.3. Material y espacios.

Se debe tener en cuenta el espacio del cual se dispone para realizar la actividad, así como el material y los recursos para cada una de las prácticas propuestas.

Tal como indica el nombre de la propuesta, el instrumento de peso, entorno al que gira la práctica forma parte de la colección científica del departamento de Química de la UIB y esta lo cedería.

Sin embargo, es una realidad que no todos los centros educativos disponen de las mismas necesidades y es por ello, por lo que en este trabajo se presentan dos alternativas para facilitar la organización de material y espacios.

3.3.1. Alternativa 1. Préstamo del instrumento.

Aprovechando que se trata de instrumentos de fácil manejo se podría optar por el préstamo y traslado de estos.

Universidades como la Universidad de Málaga o la Universidad Politécnica de Madrid ya ofrecen préstamos similares para equipos audiovisuales o de fisiología del esfuerzo.

El centro educativo podría solicitar el préstamo a través de un formulario a rellenar (ANEXO 1). Una vez aceptada la demanda, el técnico responsable del

instrumento se pondría en contacto con el centro educativo y llevaría el equipo a este. Una vez terminado el periodo de reserva que no podría pasar el límite de dos semanas, se recogería el instrumento del centro para su futura disponibilidad.

Esta alternativa proporcionaría la ventaja de no tener que trasladar al alumnado a la UIB con el correspondiente coste que conlleva, facilitando la organización a los centros educativos que tienen el resto de los recursos para elaborar las prácticas propuestas.

3.3.2. Alternativa 2. Jornadas prácticas en la UIB.

Teniendo en cuenta la experiencia de la UIB para organizar eventos en relación con centros educativos, se podrían fijar unas jornadas en las que disponer de un laboratorio que ofrezca el espacio y material necesario para realizar cada una de las prácticas descritas en este trabajo. El procedimiento para disfrutar de estas jornadas podría ser similar a las del DEMOLAB, rellenando un formulario de reserva de la práctica en concreto e incluso aprovechando este mismo espacio.

Esta alternativa daría la oportunidad de realizar las prácticas a alumnos cuyos centros educativos no tengan recursos suficientes para realizar trabajos prácticos de este calibre. Además, es una alternativa que incrementaría el vínculo de los estudiantes con la universidad sin suponer un trabajo extra considerable para esta.

3.4. Organización de la práctica. Nivel de apertura.

Dentro de los parámetros a controlar en una actividad práctica, destacaremos los cuatro siguientes, relacionados entre sí:

- Grupo-clase. Dependiendo del centro educativo o curso el número de alumnado por clase puede ser muy diverso. Además, dentro de un mismo nivel podemos encontrar que los distintos cursos, o incluso subgrupos, tengan un ritmo diferente de aprendizaje y es por ello por lo que la actividad debe adecuarse a cada grupo clase.
- El tiempo. Este factor lo tenemos que fijar, tanto el tiempo del que disponemos, como el tiempo que queremos dedicar a esta práctica. Se

trata de un factor importante, ya que de él va a depender el número, la dificultad o el planteamiento de las actividades.

- Los objetivos. Debemos tener claros los objetivos que se desarrollarán mediante la realización de la práctica. De estos podrá depender el nivel de apertura que utilicemos. Por ejemplo, si queremos que sea una actividad meramente demostrativa, en el que el único proceso cognitivo relacionado sea el conocimiento y la comprensión podremos diseñar la práctica de una manera cerrada. En cambio, si nuestro objetivo es desarrollar la capacidad de análisis y aplicación podríamos diseñarla como un proyecto más abierto (Tabla 1).
- Apooyo. Es necesario conocer si disponemos de profesores de apooyo, codocencia, posibilidad de dividir el grupo...

3.4.1. Prácticas Polarímetro. Todos los azúcares no endulzan igual. ¿Cómo podemos diferenciarlos?

Contextualización.

La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de D- glucosa y una de D-fructosa, unidas mediante enlace O-glucosídico. La ruptura por hidrólisis, de la sacarosa, origina la obtención de los dos monosacáridos que la componen por separado. A este producto resultante de la hidrólisis de la sacarosa se le denomina levulosa o azúcar invertido.

De manera natural, esta mezcla de glucosa y fructosa se encuentra, por ejemplo, en la miel y tiene la particularidad de que su poder edulcorante es un 33% mayor que el del azúcar común, por lo que se emplea en bollería, repostería, panadería y heladería, mejorando el producto final al que se le añade. Para uso alimentario, el azúcar invertido se puede obtener hidrolizando la sacarosa con ácido cítrico.

Relación con el currículum.

Con la realización de esta práctica se trabajan conceptos como la luz polarizada, la determinación de la dirección de desviación de algunos azúcares y la comprobación de que se ha producido una hidrólisis observando el plano de polarización.

Es por ello por lo que se tratan los siguientes contenidos establecidos por Decret 35/2015 (BOIB núm. 73, de 16 de maig de 2015), que marca el currículum de las Islas Baleares:

- ❖ Química (2º de bachillerato).

Contenidos del bloque 3. Reacciones Químicas.

- Equilibrio químico.
- Factores que afectan el estado de equilibrio.
- Equilibrios heterogéneos: reacciones de precipitación.
- Aplicaciones e importancia del equilibrio químico en procesos industriales y en situaciones de la vida cotidiana.
- Estudios cualitativos de la hidrólisis.
- Concepto de oxidación-reducción.

Contenidos del bloque 4. Síntesis orgánica y nuevos materiales.

- Tipos de isomería.
- Tipos de reacciones orgánicas.
- Principales compuestos orgánicos de interés biológico e industrial.
- Macromoléculas.

- ❖ Física (2º de bachillerato).

Contenidos del bloque 4. Ondas.

- Ondas electromagnéticas.
- Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas.
- El espectro electromagnético.
- Dispersión. El color.

Nivel de apertura.

En esta práctica mostramos dos planteamientos con diferente nivel de apertura según el objetivo deseado para la actividad.

3.4.2. Planteamiento cerrado (ANEXO 2).

Este planteamiento sería útil si contamos con situaciones similares a las descritas en la Tabla 2. Situaciones que, no siendo las ideales, son muy frecuentes en la mayoría de los centros educativos de las Baleares.

Tabla 2. Descripción de parámetros a considerar para la elección de un planteamiento cerrado.

Grupo-clase	Tiempo	Objetivo	Apoyo
Grupo amplio (más de 25 - 30 alumnos). Número considerable de alumnos NESE.	2 sesiones de 50 min.	Demostrar de manera práctica los conocimientos adquiridos en relación con el currículum.	Sin apoyo (por ejemplo, no tenemos posibilidad de dividir la clase, ni profesor de apoyo).

Se forman 5 grupos de laboratorio, lo más diversos posibles.

A cada grupo se le proporciona el material necesario para realizar la práctica, así como la información descrita en los fundamentos teóricos del ANEXO 2. Los experimentos a realizar se plantean mediante las siguientes cuestiones:

- Primer experimento. ¿Cómo funciona el polarímetro? Comprobación de la polarización de la luz.
- Segundo experimento. ¿Cómo desvía la luz la sacarosa?
- Tercer experimento. Hidrólisis de la sacarosa y comprobación mediante reacción redox.
- Cuarto experimento. Hidrólisis de la sacarosa y comprobación mediante la polarización de la luz.
- Quinto experimento. Identificación de dos muestras problemas mediante el uso del polarímetro.

A continuación, se muestra una guía de la planificación de las actividades para cada una de las sesiones.



Diagrama 1. Planificación de las actividades para cada una de las sesiones.

La presentación de los resultados se llevará a cabo en dos partes. En primer lugar, en el ANEXO 2 se define completamente un guion de resultados, a rellenar durante la realización de la sesión práctica. Finalmente, también se entregará un informe en el que los alumnos deban presentar los resultados de manera más explicativa, añadiendo sus conclusiones y reflexiones finales.

Al tratarse de un planteamiento cerrado debemos ser conscientes que los procesos cognitivos a trabajar serán: conocimiento y comprensión (Priestley, 1997).

3.4.3. Planteamiento ligeramente abierto, investigación estructurada. (ANEXO 3).

Este planteamiento sería útil si contamos con situaciones similares a las descritas en la Tabla 3.

Tabla 3. Descripción de parámetros a considerar para la elección de un planteamiento ligeramente abierto, investigación estructurada.

Grupo-clase	Tiempo	Objetivo	Apoyo
Grupo pequeño o medio (no más de 15 - 20 alumnos).	4 sesiones de 50 min.	En este caso se fijan 2 objetivos. - Primera parte de investigación y exposición (introducción de los fundamentos teóricos). - Segunda parte aplicación de los conceptos trabajados en la primera parte.	Disponibilidad de un profesor por cada 10 alumnos. Posibilidad de dividir la clase, profesor de apoyo (personal UIB en el caso de realizarse en sus instalaciones) ...

Se formarán grupos de 3 personas es recomendable que los grupos sean lo más heterogéneos posibles, formados por el profesor para que haya la mejor cohesión posible.

A cada grupo se le proporciona la información descrita en el ANEXO 3. Al tratarse, en este caso, de un planteamiento más abierto. La labor del docente es de guiar a los alumnos a alcanzar los objetivos. Los fundamentos teóricos se presentan con una serie de preguntas en las que el alumnado debe hacer pequeñas búsquedas bibliográficas (concepto de quiralidad o reacción de Fehling) o deben describir unas hipótesis que se verificarán en las sesiones prácticas (tipo de reacción de descomposición, efectos en la luz polarizada...) El papel del alumnado es ahora mucho más activo, por ello, se definen conjuntamente el material y reactivos necesarios para llevar a cabo los experimentos descritos.

Dichos experimentos, se plantean mediante las siguientes cuestiones:

- Primer experimento. ¿Cómo funciona el polarímetro? Comprobación de la polarización de la luz.
- Segundo experimento. ¿Cómo desvía la luz la sacarosa?
- Tercer experimento. Descomposición de la sacarosa y comprobación mediante reacción redox.
- Cuarto experimento. Descomposición de la sacarosa y comprobación mediante la polarización de la luz.
- Quinto experimento. Identificación de dos muestras problemáticas mediante el uso del polarímetro.

Este tipo de planteamientos requieren mucho más tiempo. Una planificación posible de estas sesiones sería:



Diagrama 2. Planificación de las actividades para cada una de las sesiones

La presentación de los resultados será mediante la elaboración de un informe de tres partes.

- Aprendizajes de las sesiones previas a los experimentos fundamentos teóricos).
- Realización de un guion de prácticas.
- Presentación de los resultados obtenidos con sus conclusiones y reflexión final.

Este nivel de apertura nos permite trabajar los procesos cognitivos de conocimiento, comprensión, aplicación, síntesis y análisis (Priestley, 1997).

3.4.4. Práctica Espectroscopio. Física y Química sin presupuesto. Espectros y bombillas. Construcción de un espectroscopio casero.

Contextualización.

Los espectroscopios son instrumentos destinados al análisis de la luz. El uso de técnicas espectroscópicas nos permite obtener información de numerosos fenómenos físicos, así como, de diferentes propiedades de los cuerpos.

Debido a su versatilidad, en la actualidad se emplean en diversas áreas de la ciencia que incluyen desde la investigación teórica en Química o Física cuántica hasta la industria Química o la Medicina.

El fundamento del espectroscopio se basa en un proceso que separa la luz blanca visible en sus diferentes colores. Este proceso lo vemos en la naturaleza los días lluviosos con presencia de suficiente luz solar con el arco Iris. Las gotas de agua actúan como pequeños prismas que separan las diferentes radiaciones provocando diferentes colores.

Los precios de un espectroscopio de mesa pueden rondar entre los 80 y los 950 euros. Pero en esta práctica construiremos un espectroscopio casero con muy poco presupuesto y compararemos sus resultados con uno convencional de la colección científica del departamento de Química de la Universitat de les Illes Balears (UIB).

Relación con el currículum.

Esta práctica se puede desarrollar como una actividad multidisciplinar relacionada con las asignaturas de Matemáticas, Física y Química.

A continuación, mostramos los contenidos establecidos por Decret 35/2015 (BOIB núm. 73, de 16 de maig de 2015), que marca el currículum de las Islas Baleares en estas distintas materias:

- ❖ Física y Química (1º de bachillerato).

Contenidos del bloque 1. Aspectos cuantitativos de la Química.

- Métodos actuales para el análisis de sustancias: espectroscopia y espectrometría.

- ❖ Física (2º de bachillerato).

Contenidos del bloque 4. Ondas.

- Naturaleza y propiedades de las ondas electromagnéticas.
- El espectro electromagnético.
- Dispersión. El color.

Nivel de apertura.

En la web encontramos muchos recursos con relación a diferentes niveles de prácticas de construcción de un espectroscopio. Es por ello por lo que se ha

decidido plantear dicha práctica en dos niveles de gran apertura. Proponemos una alternativa de investigación abierta y otra de proyecto. Ambas propuestas presentan los mismos objetivos y permitirán trabajar en los mismos procesos cognitivos: análisis, síntesis y evaluación según Priestley, (1997).

La elección entre una u otra alternativa tendrá más relación con el grupo-clase y el apoyo del que dispongamos.

3.4.5. Planteamiento de investigación abierta.

En primer lugar, mostramos los parámetros adecuados para elegir este planteamiento (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción de parámetros a considerar para la elección de un planteamiento de investigación abierta.

Grupo-clase	Tiempo	Objetivo	Apoyo
Grupo mediano (entre 20 - 30 alumnos).	4 sesiones de 50 min.	<p>En este caso se fijan los siguientes objetivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajar en contextos reales. - Trabajar la investigación y creatividad del alumnado, así como su capacidad de unir conceptos aprendidos. - Fomentar el trabajo en equipo de desarrollo - Trabajar la crítica constructiva. 	Sin apoyo (por ejemplo, no tenemos posibilidad de dividir la clase, ni profesor de apoyo).

Se formarán 5 grupos de entre 5 y 6 personas, heterogéneos y cohesionados.

A todos los grupos se le plantea el siguiente caso:

En el centro educativo siempre se ha realizado una práctica de espectroscopia donde se presentaban 3 bombillas diferentes: de sodio, de helio y de wolframio, y los alumnos debían identificarlas.

Este año ha surgido un problema y es que el profesor de Física y Química ha roto el espectroscopio del centro mientras lo limpiaba y no funciona. Dicho profesor os pide ayuda, se le ha ocurrido que tal vez podáis construir uno y así poder realizar la práctica correspondiente. ¿Crees que es factible? ¿Cómo lo haríais?

Esta práctica podría desarrollarse justo después de tratar el bloque 1 del currículum de Física y Química de bachillerato (Aspectos cuantitativos de la Química) donde aparece como contenido, métodos actuales de espectroscopia, para dar una idea inicial que guíe a los alumnos.

Debemos destacar que en este tipo de sesiones prácticas la organización de las sesiones por parte del docente es vital. Por ello si contamos con un grupo-clase numeroso se puede volver muy difícil. De ahí que, aun siendo abierto, se sugiera la construcción del espectroscopio. La labor del docente debe centrarse en guiar a los alumnos a alcanzar los objetivos. Como guía para el docente en relación con los fundamentos teóricos, la construcción del espectroscopio y otros aspectos clave de la práctica se adjunta el ANEXO 4.

Los alumnos deberán buscar la información adecuada para la construcción del equipo y posteriormente realizar la práctica. Para cumplir exitosamente con sesiones prácticas como esta, es de gran utilidad marcar unas pequeñas pautas y objetivos a cumplir en cada sesión para ayudar al docente a que todo el grupo-clase pueda alcanzar los objetivos marcados.

Entre las pautas marcadas deberán aparecer las siguientes actividades:

- Una búsqueda de información sobre el montaje de un espectroscopio casero.
- Selección de material y recursos necesarios.
- Construcción del espectroscopio.
- Búsqueda de información de los correspondientes espectros que esperamos encontrar.
- Realizar el experimento con cada espectroscopio construido y las bombillas.

- Selección de la bombilla de sodio.
- En este punto el docente explicará a los alumnos que, “gracias a sus contactos” ha podido conseguir que la UIB les ayude con su espectroscopio de mesa comercial para verificar sus respuestas.
- Comprobación y comparación de los resultados obtenidos.

Al igual que en los casos anteriores mostraremos una posible planificación para facilitar llevar a cabo cada una de estas actividades.

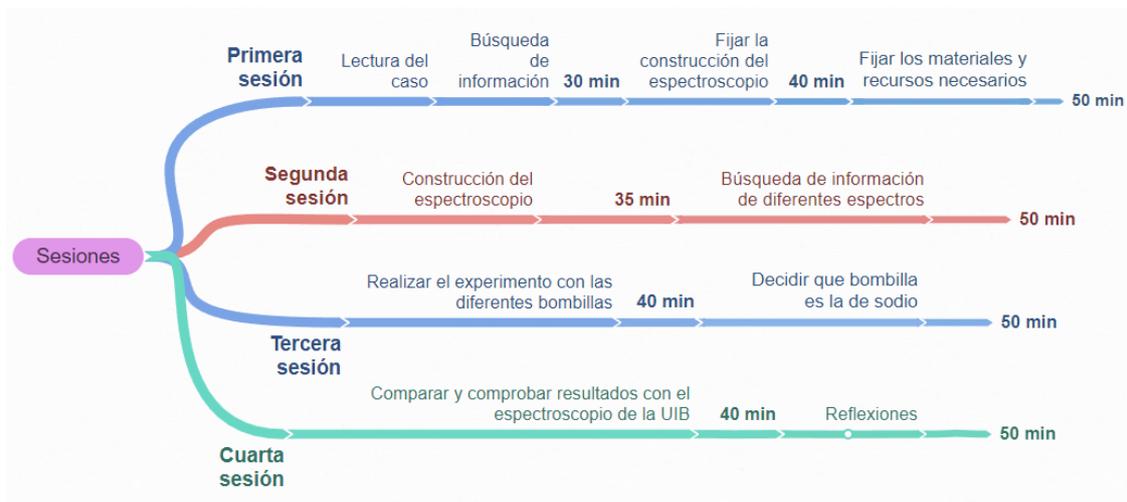


Diagrama 3. Planificación de las actividades para cada una de las sesiones

La presentación de los resultados será mediante la elaboración de un guion de prácticas sobre la construcción de un espectroscopio y la identificación de diferentes tipos de bombillas.

3.4.6. Planteamiento como proyecto.

Este planteamiento sería útil si contamos con situaciones similares a las descritas en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de parámetros a considerar para la elección de un planteamiento de proyecto.

Grupo-clase	Tiempo	Objetivo	Apoyo
Grupo pequeño (entre 15 - 20 alumnos).	4 sesiones de 50 min	<p>En este caso se fijan los siguientes objetivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajar en contextos reales - Trabajar la investigación y creatividad del alumnado, así como su capacidad de unir conceptos aprendidos. - Fomentar el trabajo en equipo de desarrollo - Trabajar la crítica constructiva. 	<p>Disponibilidad de hacer codocencia con otros departamentos como, por ejemplo, el de tecnología (para la labor de construcción).</p> <p>Para fomentar la motivación, aunque no sería necesario, si conveniente la ayuda del equipo de dirección y mantenimiento para dar realismo al caso.</p>

Se formarán grupos de mínimo 3 y máximo 5 personas, lo más heterogéneos posibles, preferiblemente formados por el profesor para que haya la mejor cohesión posible.

A todos los grupos se le plantea el siguiente caso:

La asociación de vecinos se ha puesto en contacto con el centro educativo, para pedir unas lámparas de sodio para el alumbrado público de las calles. Haciendo limpieza en el almacén del centro, se han encontrado una serie de diferentes tipos de bombillas, aunque se desconoce de qué tipo son, ya que las marcas de las cajas y bombillas se han borrado.

Antiguamente en el centro se hacía una práctica con este tipo de bombillas y un espectroscopio (ahora roto), es por ello por lo que el equipo directivo sabe que algunas de estas cajas de bombillas encontradas son de sodio, aunque no pueden verificar cuales.

El equipo de mantenimiento ha pedido ayuda al departamento de Física y Química para descubrir cuáles son las bombillas que podrían donar a la asociación de vecinos.

¿Podrías ayudar al departamento de Física y Química y proponer una solución?

Al tratarse, en este caso, de un planteamiento totalmente abierto, la labor del docente es la de guiar a los alumnos a alcanzar los objetivos, fijar pautas específicas a las necesidades de cada grupo, reubicar ideas o conceptos del alumnado... Igualmente, en el ANEXO 4, se proporciona información útil para el docente a nivel de la elaboración de la práctica y los resultados.

Los alumnos irán completamente por libre es por ello por lo que fijar una serie de pequeñas pautas y objetivos a cumplir en cada sesión ayudará al docente a que todo el grupo-clase pueda avanzar en una dirección más o menos correcta y concreta.

Entre las pautas marcadas deberán aparecer las siguientes actividades:

- Una búsqueda de información inicial sobre tipos de bombilla, relación con las unidades didácticas estudiadas en Física y Química. ¿Por qué el profesor cree que puedo solucionar esta problemática?
- Lluvias de ideas. Al ser una propuesta totalmente libre, pueden aparecer todo tipo de ideas. Es por ello por lo que se necesita unificar todo lo planteado por los grupos, que cada uno de ellos plantee sus propuestas y el docente pueda guiarlos en las posibles problemáticas o soluciones que están presentando. A partir de esta actividad se fijaría la tarea de construir un espectroscopio.
- Construcción del espectroscopio.
- Búsqueda de información de posibles espectros que pudiéramos encontrarlos.
- Realizar el experimento con cada espectroscopio construido y las bombillas.
- Selección de la bombilla de sodio.

- En este punto el docente explicará a los alumnos que, “gracias a sus contactos” ha podido conseguir que la UIB les ayude con su espectroscopio de mesa comercial para verificar sus respuestas.
- Comprobación y comparación de los resultados obtenidos.

A continuación, mostraremos una posible planificación para facilitar llevar a cabo cada una de estas actividades del proyecto.



Diagrama 4. Planificación de las actividades para cada una de las sesiones

La presentación de los resultados será mediante la realización de un informe para la asociación de vecinos sobre el trabajo realizado para poder verificar que las bombillas que se les facilitan son de sodio, tal como habían solicitado.

3.5. Evaluación.

Una vez realizada la práctica, debe corroborarse que los objetivos establecidos se han cumplido, para ello se realizará una evaluación de cada actividad.

Este tipo de prácticas nos permiten poder trabajar diferentes aspectos como puedan ser actitudes, conocimientos, competencias, desempeño de los alumnos... La evaluación no solo debe considerar el trabajo escrito final ni debe ser un aspecto conocido únicamente por el profesor.

El empleo de rúbricas puede ser de gran utilidad para esta labor. Su uso se valora positivamente tanto por el alumnado como por los docentes, resaltando que mejoran la realimentación y la organización de las prácticas. Conocer la rúbrica

antes de realizar las actividades, también contribuye a que el alumnado conozca que se espera exactamente de él.

No obstante, el éxito de este instrumento de evaluación dependerá principalmente de dos factores:

- Su diseño. Para un buen diseño, es necesario un proceso de reflexión inicial para establecer que se espera del alumnado durante la práctica. Después se podrá elaborar una lista con los resultados de aprendizaje a alcanzar (conocimientos, habilidades, actitudes...) que deberán poseer el alumnado como resultado de la realización de la práctica. Esto permitirá establecer los criterios de evaluación y las acciones constituyentes de un rendimiento bajo, aceptable o excepcional. También es fundamental conocer bien la rúbrica para su buen manejo durante la evaluación de la práctica en el periodo de observación.
- El número de alumnos. El cumplimiento de las rúbricas en las prácticas de laboratorio puede ser una ardua tarea para el docente, en sesiones con un gran número de alumnado. Debido a que realizar de manera simultánea la observación y puntuación de cada apartado de la rúbrica, además de atender a las necesidades de los alumnos que están realizando los experimentos, se vuelve una tarea prácticamente imposible (Tortajada-Genaro & Noguera-Murray, 2013).

Como posibles mejoras al uso de rúbricas en prácticas de laboratorio con un gran número de alumnado, se podría:

- Reducir los criterios de evaluación para que sean asumibles por el docente.
- Evaluar cada grupo en lugar de cada alumno. Sin embargo, hemos de ser conscientes que esta alternativa puede condicionar a la calificación final del alumno. Si sería útil en situaciones donde se desarrollen más de una práctica, con grupos rotatorios.
- Co-evaluación, (las rúbricas se cumplimentarían por compañeros) ofreciendo ventajas como una mayor implicación del alumnado.

- Auto-evaluación, incluirla nos permite obtener una información de cómo se han sentido los alumnos, además nos puede servir de guía, teniendo en cuenta que varios autores dictan que los alumnos suelen ser más críticos con su propio trabajo que el profesor (Tortajada-Genaro & Noguera-Murray, 2013).

En el caso que los parámetros a controlar por el docente sean excesivos y no se vea en la capacidad de poder desarrollar el buen uso de una rúbrica, una alternativa podría ser un check list o lista de control. Este instrumento de evaluación permitirá anotar si una característica está o no presente, pero no evaluar su grado de calidad, frecuencia, cantidad, intensidad... Es por ello por lo que siempre se recomendará el uso de rúbricas. No obstante, en actividades donde la demanda del docente sea muy alta se podría llevar un control con este tipo de instrumento de evaluación.

A continuación, se muestran dos rúbricas a modo de ejemplo para una práctica de laboratorio de diferente nivel de apertura. Esta información debería adaptarse a las situaciones concretas del grupo-clase entre otros aspectos, para cada caso en particular.

Para obtener diferentes ideas de rúbricas el centro nacional de desarrollo curricular en sistemas no propietarios (CEDEC) tiene un amplio listado de rúbricas que pueden resultar útiles para definir la más adecuada a nuestro trabajo.

Tabla 6. Ejemplo de rúbrica para un trabajo práctico de laboratorio de alto nivel de apertura con un grupo reducido de alumnos.

CATEGORÍA	4 SOBRESALIENTE	3 NOTABLE	2 APROBADO	1 INSUFICIENTE	PESO	PUNTOS
ACTITUDES					15%	
Comportamiento del grupo durante la práctica	El grupo muestra perfecto orden durante la práctica, respeto hacia sus compañeros, cuidado en el uso del material de laboratorio y acata las instrucciones del profesor	El grupo muestra perfecto orden durante la práctica, respeto hacia sus compañeros, pero muestra descuido en el uso del material de laboratorio. Acata las instrucciones del profesor.	El grupo muestra algo de desorden durante la práctica, respeto hacia sus compañeros, pero muestra descuido en el uso del material de laboratorio. Acata las instrucciones del profesor.	El equipo muestra absoluto desorden y descuido en el desarrollo de la práctica. Muestra falta de respeto por sus compañeros y, en ocasiones, no atiende las instrucciones del profesor.		
TRABAJO/ INVESTIGACIÓN PREVIA					25%	
Búsqueda y selección de la información	Consulta diversas fuentes bibliográficas. Realiza una selección de información eficaz. Selecciona información suficiente y muy relevante.	Consulta algunas fuentes bibliográficas. Realiza una selección de información eficaz. Selecciona información relevante.	Consulta sólo una fuente bibliográfica. Realiza una selección de información eficaz. La información que selecciona no siempre es relevante.	No realiza la búsqueda bibliográfica. La información dada es muy poco relevante.		
Comprensión del tema	Comprende en profundidad todos los conceptos tratados sobre el tema, sus características e ideas.	Comprende los principales conceptos sobre el tema, sus características e ideas.	Comprende los conceptos básicos sobre el tema, sus características e ideas.	No comprende los conceptos sobre el tema, sus características e ideas.		
Propósito o pregunta	El propósito o la pregunta que debe ser contestada durante el trabajo en el laboratorio está claramente identificado y presentado.	El propósito o la pregunta que debe ser contestada durante el trabajo en el laboratorio está parcialmente identificado y presentado.	El propósito o la pregunta que debe ser contestada durante el trabajo en el laboratorio está parcialmente identificado y se presenta de una manera no muy clara.	El propósito o la pregunta que debe ser contestada durante el trabajo en el laboratorio es erróneo		
Materiales	Todos los materiales usados de en el experimento son descritos claramente y con precisión.	Casi todos los materiales usados de en el experimento son descritos claramente y con precisión.	Algunos materiales usados de en el experimento son descritos claramente y con precisión.	Muchos materiales usados de en el experimento no están descritos.		

DESEMPEÑO DE LAS ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO					30%	
Organización y limpieza durante la práctica	El grupo muestra mucha organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, las responsabilidades están bien definidas, conocen las actividades a desarrollar. Se designa un responsable del equipo que demuestra liderazgo y autoridad	El grupo muestra bastante organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, pero se nota confusión en la asignación de responsabilidades. No conocen claramente las actividades a desarrollar. Se designa un responsable del equipo que demuestra liderazgo y autoridad	El grupo muestra bastante organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, pero se nota confusión en la asignación de responsabilidades. No conocen claramente las actividades a desarrollar. No está definido el responsable del equipo.	El grupo muestra desorganización durante la práctica, su área de trabajo está sucia, se nota confusión en las actividades y responsabilidades. No está definido el responsable del equipo.		
Desempeño del alumnado en base a los conocimientos	El grupo realiza perfectamente la práctica. Aplican los conocimientos adquiridos. Presenta seguridad en sus acciones	El grupo realiza muy bien la práctica. Aplican los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en los cálculos.	El grupo realiza bien la práctica. Aplican la mayoría de los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en los cálculos.	El grupo realiza la práctica con mucha dificultad. No sabe aplicar los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en la realización de los cálculos.		
CONOCIMIENTOS					30%	
Elaboración del informe	El grupo: - revisa bibliografía - realiza la tarea originalmente - contesta a las cuestiones - entrega informe a tiempo - aporta información adicional	El grupo: - revisa la bibliografía - realiza la tarea - contesta a las cuestiones - entrega informe a tiempo	El grupo: - realiza la tarea - contesta a las cuestiones - entrega informe a tiempo	El grupo: - realiza la tarea - contesta a las cuestiones pero de forma irregular		

Tabla 7. Ejemplo de rúbrica para un trabajo práctico de laboratorio de bajo nivel de apertura.

CATEGORÍA	4 SOBRESALIENTE	3 NOTABLE	2 APROBADO	1 INSUFICIENTE	AUTO-EVALUACIÓN	PUNTOS
ACTITUDES						
Comportamiento	El grupo muestra perfecto orden durante la práctica, respeto hacia sus compañeros, cuidado en el uso del material de laboratorio y acata las instrucciones del profesor	El grupo muestra perfecto orden durante la práctica, respeto hacia sus compañeros, pero muestra descuido en el uso del material de laboratorio. Acata las instrucciones del profesor.	El grupo muestra algo de desorden durante la práctica, respeto hacia sus compañeros, pero muestra descuido en el uso del material de laboratorio. Acata las instrucciones del profesor.	El equipo muestra absoluto desorden y descuido en el desarrollo de la práctica. Muestra falta de respeto por sus compañeros y, en ocasiones, no atiende las instrucciones del profesor.		
DESEMPEÑO DE LAS ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO						
Organización y limpieza durante la práctica	El grupo muestra mucha organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, las responsabilidades están bien definidas, conocen las actividades a desarrollar. Se designa un responsable del equipo que demuestra liderazgo y autoridad	El grupo muestra bastante organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, pero se nota confusión en la asignación de responsabilidades. No conocen claramente las actividades a desarrollar. Se designa un responsable del equipo que demuestra liderazgo y autoridad	El grupo muestra bastante organización durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia, pero se nota confusión en la asignación de responsabilidades. No conocen claramente las actividades a desarrollar. No está definido el responsable del equipo.	El grupo muestra desorganización durante la práctica, su área de trabajo está sucia, se nota confusión en las actividades y responsabilidades. No está definido el responsable del equipo.		
Desempeño del alumnado en base a los conocimientos	El grupo realiza perfectamente la práctica. Aplican los conocimientos adquiridos. Presenta seguridad en sus acciones	El grupo realiza muy bien la práctica. Aplican los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en los cálculos.	El grupo realiza bien la práctica. Aplican la mayoría de los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en los cálculos.	El grupo realiza la práctica con mucha dificultad. No sabe aplicar los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en la realización de los cálculos.		
CONOCIMIENTOS						
Elaboración del informe	El grupo: - contesta las cuestiones - resuelve los ejercicios - entrega informe a tiempo - aporta información adicional	El grupo: - contesta las cuestiones - resuelve los ejercicios - entrega informe a tiempo	El grupo: - contesta las cuestiones - resuelve los ejercicios - entrega informe a tiempo	El grupo: - contesta las cuestiones - resuelve los ejercicios, pero de forma irregular		

4. CONCLUSIONES.

La Educación ha sufrido un gran cambio metodológico pasando de clases tradicionales donde lo único importante eran los conceptos teóricos, a metodologías más activas donde, a parte del conocimiento, es importante aprender de forma competencial.

La elaboración de este trabajo final de máster ha permitido extraer las siguientes conclusiones.

- Aplicar actividades específicas relacionadas con el trabajo de laboratorio permite poner en marcha diferentes mecanismos cognitivos necesarios para el aprendizaje, favorecer la motivación de los alumnos hacia las ciencias, aportar una mejor comprensión teórica, contextualizar la labor científica y trabajar no solo contenidos sino también aspectos actitudinales y competencias.
- Los trabajos prácticos de laboratorio pueden desarrollarse con diferentes niveles de apertura según los objetivos que queramos fijar.
- El desarrollo de una práctica puede suponer todo un reto. La elección de un nivel de apertura u otro deberá fijarse dependiendo de los parámetros a controlar por el docente como: el grupo-clase, el tiempo, los objetivos o el apoyo del que disponga.
- Las prácticas propuestas reducirán considerablemente el tiempo de trabajo a realizar por el docente del centro educativo y pretenden estar diseñadas con diferentes grados de apertura para guiar al alumnado hacia un aprendizaje significativo y eficiente.
- El uso de equipos de la colección científica del departamento de Química de la UIB favorecerá una mejor relación del alumnado de bachillerato con la universidad.
- El mejor instrumento de evaluación para los trabajos prácticos de laboratorio son las rúbricas. Aunque en situaciones en las que tengamos un gran número de alumnos pueden ser sustituidas con instrumentos menos eficaces, pero más fáciles de manejar como los check list.

BIBLIOGRAFIA.

- Abad, F. (2019). Prácticas de laboratorio en el proceso enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Biología. *Universidad central de Ecuador* 45(45), 95–98.
- Bermúdez-Rochas, D. D. (2012). Las prácticas de laboratorio en la didácticas de las ciencias experimentales, un lugar idóneo para la convivencia de los diferentes estilos de aprendizaje. *Estilos de Aprendizaje: Investigaciones y Experiencias*, 9.
- Ministerio de Ciencia, Innovación y U. (2019). Datos y cifras del sistema universitario español 2018-2019. Ministerio de Ciencia, Innovation y Universidades, 130. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras/Datosycifras1516.pdf>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2021). Curso escolar 2021-2022. Datos y Cifras., 1–41. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras/Datosycifras1516.pdf>
- Payeras, M. (2015). Dades i Xifres d'Alumnes. Curs 2014-15 Universitat de les Illes Balears.
- Rosalba, I., Lara, M., Sabrina, D., & Murillo, M. (2022). Enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Química en 1ero de bachillerato técnico agropecuario. Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- Santolaya, P. L. (2009). Construcción de un espectroscopio. IES Vicenta Ferrer Escrivá
- Solbes, J., & Tarin, F. (2007). ¿ Qué hacemos si no coinciden la teoría y el experimento?(o los obstáculos de la realidad). *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, (52), 97–107.

- Tortajada Genaro, L., & Noguera Murray, P. (2013). Diseño y aplicación de las rúbricas en la evaluación in situ del aprendizaje en el laboratorio. *Hekademos: Revista Educativa Digital*, (13), 35–42.
- Vázquez González, C. (2004). Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 1(3), 213–223.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i3.05
- Walz, M. V., Weisz, R. M., y Albarenque, R. L. (2013). El trabajo experimental en Física como estrategia de motivación. Un trabajo de años. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, (8).
- Zapata (2020). Polarimetría: fundamento, tipos, aplicaciones, ventajas y desventajas. Liferder. Recuperado de: <https://www.liferder.com/polarimetria/>.
- Zorrilla, E. (2018). Las practicas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales desde una perspectiva psicosocial. Tesis doctoral UNCUYO, 15 - 38.

ANEXO 1. Autorización de préstamo.

 <p>Universitat de les Illes Balears</p>	AUTORIZACIÓN DE PRÉSTAMO ESPECIAL DE MATERIAL DE LA COLECCIÓN CIENTÍFICA DEL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DE LA UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS.
--	--

CENTRO EDUCATIVO _____ PROFESOR/A _____

CURSO _____ GRUPO _____

SOLICITANTE _____ DNI: _____ EMAIL _____

TELÉFONO DE CONTACTO _____

TRABAJO PARA EL QUE SOLICITA EL EQUIPO _____

MATERIAL POR SOLICITAR:

EQUIPO: [] POLARÍMETRO [] ESPECTROSCOPIO

FECHA DE RESERVA SOLICITADA (3 opciones por orden de preferencia)

Indique (día/mes/año_ hora: minutos)

1º _____

2º _____

3º _____

TIEMPO DE PRESTAMO

[] 1 SEMANA

[] 2 SEMANA

[] 3 SEMANA

FIRMA RESPONSABLE
DEL CENTRO EDUCATIVO

FIRMA RESPONSABLE UIB

Una vez aceptada la solicitud, el/la técnico/a responsable se pondrá en contacto con el centro. Con la firma de este documento se compromete a tratar el material de manera responsable y con fines meramente educativos.

ANEXO 2. Práctica: polarímetro. Planteamiento cerrado.

Titulo.

Todos los azúcares no endulzan igual. ¿Cómo podemos diferenciarlos?

Objetivos.

- Demostrar a los alumnos, de forma empírica, el concepto de luz polarizada.
- Determinar la dirección de desviación del plano de esta luz de algunos azúcares.
- Comprobar que se ha producido una hidrólisis mediante dos métodos una reacción colorimétrica redox y observando el cambio de dirección del plano de polarización.

Fundamentos teóricos.

Luz polarizada.

Las ondas luminosas no suelen estar polarizadas, de forma que la vibración electromagnética se produce en todos los planos. Al hacerla pasar por una sustancia denominada polarizador, la luz que sale vibra en un solo plano y se llama luz polarizada.

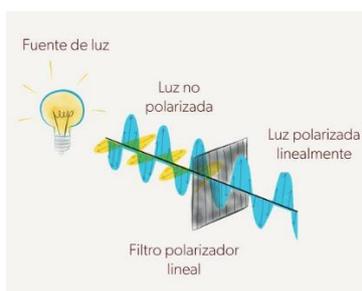


Imagen Anexo 2.1. Esquema polarización de la luz.

Actividad óptica azúcares.

Algunas moléculas de mono y disacáridos son moléculas quirales. Esto significa que una molécula y su imagen especular (imagen del espejo) no pueden

superponerse. Un ejemplo cotidiano serían las manos, podemos colocarlas una en frente de la otra y coincidirían como en un espejo, pero si ponemos una sobre la otra no coinciden, como podemos ver en la Imagen Anexo 2.2. Estas moléculas quirales, se denominan isómeros y se identifican con las letras D o L como mostramos para la glucosa, del mismo modo en la Imagen Anexo 2.2.

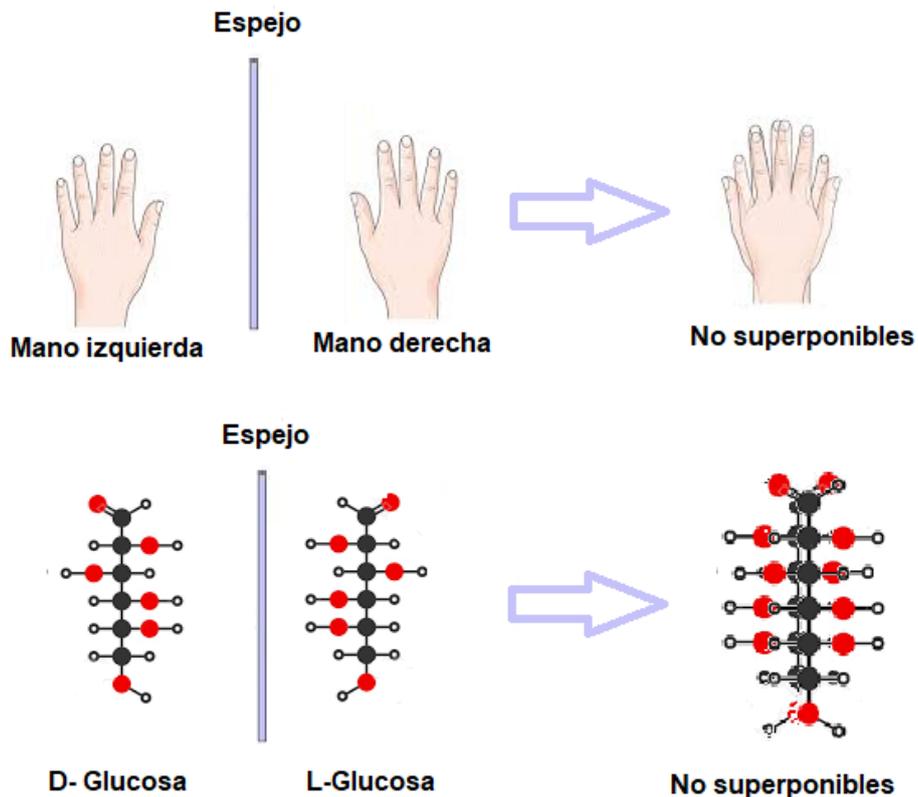


Imagen Anexo 2.2. Esquema quiralidad. Ejemplo cotidiano con manos y ejemplo con un azúcar como la glucosa.

Las moléculas que presentan quiralidad, a pesar de tener la misma composición Química, presentan diferentes propiedades, una de ellas relacionada con la luz polarizada. Es por ello por lo que se dice que son ópticamente activas porque tienen la capacidad de girar el plano de un haz de luz polarizada.

Supongamos que la luz procedente de una fuente es polarizada al pasar por un polarizador. Si hacemos pasar esta luz por un recipiente que contenga una disolución de una especie Química quiral, en este caso un glúcido mono o

disacárido (azúcar) la luz que sale del recipiente sigue estando polarizada, pero su plano de polarización habrá girado un cierto ángulo α .

Para medir ese ángulo (α) se pasa la luz por un segundo polarizador que giramos hasta comprobar que deja pasar la máxima cantidad de luz. Momento en el que la luz tiene la misma dirección del plano de la luz polarizada que sale del recipiente. Todo este proceso se ve esquematizado en la Imagen Anexo 2.3.

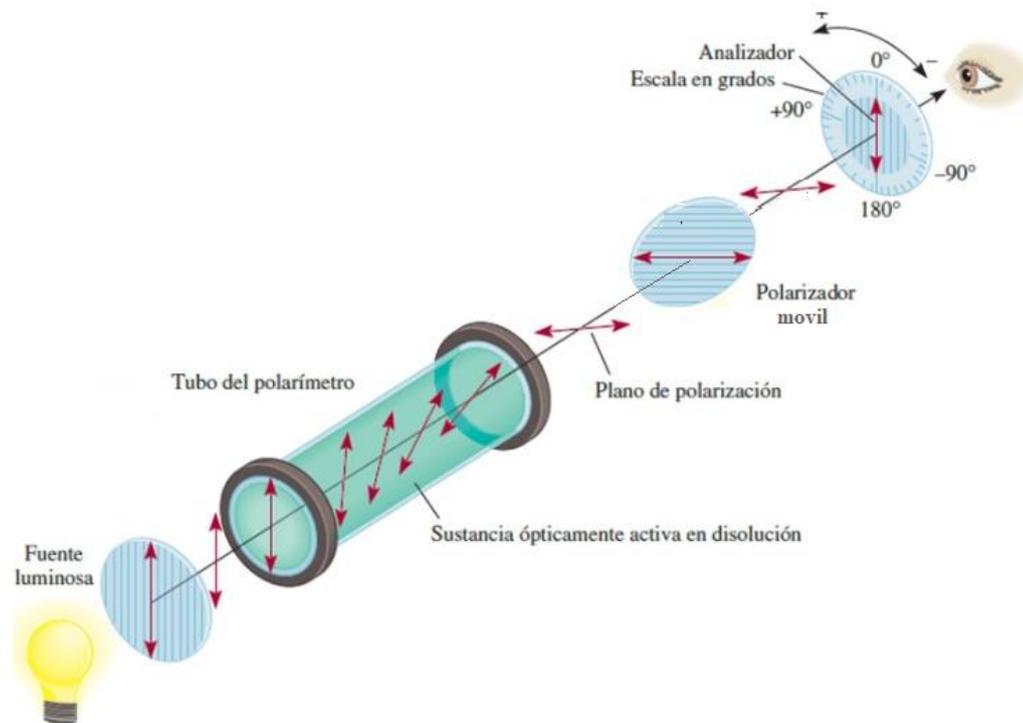


Imagen Anexo 2.3. Esquema de un polarímetro manual (Zapata, 2020).

El ángulo de desviación de la luz depende de la actividad óptica rotatoria específica de la sustancia, de la concentración de la disolución, así como de la longitud de onda de la luz emitida y de la temperatura, entre otras variables.

Las moléculas pueden desviar el plano hacia la derecha, denominadas dextrógiras o hacia la izquierda, levógiras.

Hidrólisis de la sacarosa.

La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de D-glucosa y una de D-fructosa (Imagen Anexo 2.4)

La hidrólisis, en medio ácido y en caliente, de la sacarosa, da como producto los monosacáridos que la componen. La sacarosa se comporta como dextrógira frente a la luz polarizada, al igual que la D-glucosa, (ambas desvían el plano de luz polarizada hacia la derecha); mientras que la D-fructosa lo hace hacia la izquierda, es levógira.

El poder rotatorio específico de la fructosa es mayor que el de la glucosa, por lo que después de la hidrólisis se puede observar una desviación del plano de la luz polarizada de la derecha, en la sacarosa, a la izquierda, debido a la actividad de la fructosa libre en la disolución.

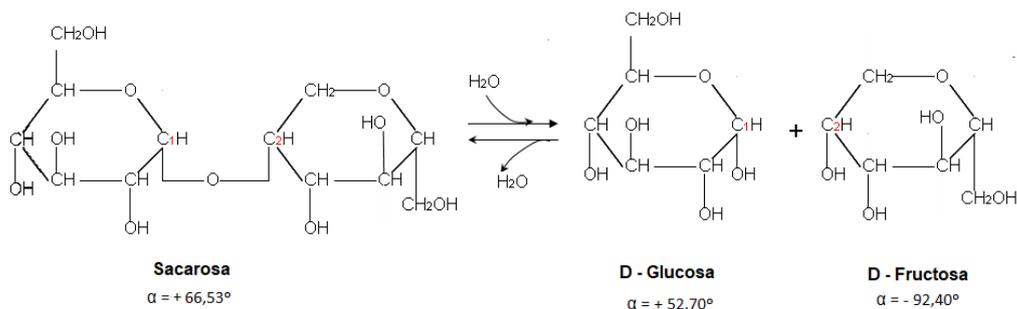
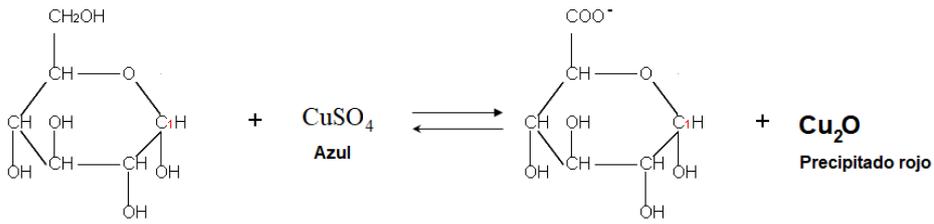


Imagen Anexo 2.4. Reacción de la hidrólisis de la sacarosa.

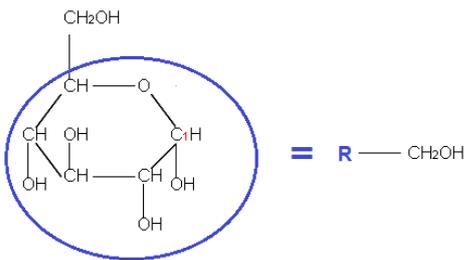
Reacción de Fehling. Ejemplo de método colorimétrico de una redox.

Esta reacción se basa en el carácter reductor de los monosacáridos. Si el azúcar que se investiga es reductor, se oxida dando lugar a la reducción del sulfato de cobre (II), de color azul, a óxido de cobre (I), de color rojo-anaranjado (Imagen Anexo 2.5.)

Reaccion de Fehling para la glucosa.



D - Glucosa



D - Glucosa

Semireacciones

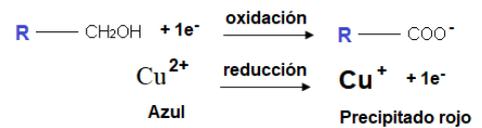


Imagen Anexo 2.5. Esquema de la reacción de Fehling para la D – Glucosa y las correspondientes semirreacciones redox.

Materiales y reactivos.

- Foco emisor de luz.
- Polarímetro UIB (imagen derecha).
- Mechero Bunsen.
- Recipiente con agua para realizar el baño María.
- Tubo de ensayo.
- Dos pinzas y dos nueces para sujeción.
- Balanza.
- Matraz aforado de 50 mL.
- Sacarosa.
- HCl (o ácido cítrico).
- Agua destilada.
- Reactivos Fehling:
 - o Fehling A (comercial) o 7 g CuSO₄ · 5 H₂O en 100 mL de agua destilada.
 - o Fehling B (comercial) o 5 g de tartrato de sodio y potasio + 12 g NaOH en 100 mL de agua destilada



Experimentos.

Primer experimento. ¿Cómo funciona el polarímetro? Comprobación de la polarización de la luz.

Se instala una fuente luminosa en el polarizador. Se va girando el analizador para observar que en una posición la cantidad de luz que pasa es máxima, y en esta, los planos de la luz tienen la misma dirección; mientras que en otra no pasa la luz, cuando los planos son perpendiculares.

Tomamos la medición de referencia de la posición de máxima extinción de luz.

Segundo experimento. ¿Cómo desvía la luz la sacarosa?

Se prepara una disolución de sacarosa de concentración conocida.

Se coloca la disolución en el compartimento del polarímetro entre los polarizadores. Se hace pasar la luz polarizada por la disolución de sacarosa, que interpondremos entre los dos polarizadores. Se observa a través del analizador que, en la posición de referencia, la disolución de sacarosa no presenta la extinción de luz máxima. Se ajusta de nuevo el analizador a la posición en que la extinción de luz sea máxima. De este modo, se mide el ángulo de desviación de la luz, con respecto a la primera posición.

Tercer experimento. Hidrólisis de la sacarosa y comprobación mediante reacción redox.

Se lleva a cabo la reacción de hidrólisis, para ello, se prepara una disolución de concentración conocida de sacarosa y se le añaden unas gotas de HCl (aproximadamente 1 mL de HCl por 4 mL de disolución). Posteriormente, se calienta al baño maría, sin llegar a ebullición y se deja enfriar a temperatura ambiente.

Una vez alcanzada la temperatura deseada, realizamos la prueba de Fehling para comprobar que toda la muestra se ha hidrolizado.

Se introduce en un tubo de ensayo 3 mL de la disolución de sacarosa hidrolizada y se añaden 2 mL de Fehling A y otros 2 mL de Fehling B. Se calienta suavemente con el mechero y si se obtiene una coloración roja (consecuencia de la reducción del cobre) confirma la presencia de azúcares reductores, glucosa y fructosa.

Cuarto experimento. Hidrólisis de la sacarosa y comprobación mediante la polarización de la luz.

Se introduce en el tubo del polarímetro para tal fin, una cantidad de la disolución de sacarosa hidrolizada y se procede a medir el ángulo de desviación igual que en el segundo experimento, con el fin de confirmar la presencia de glucosa y fructosa.

Quinto experimento. Identificación de dos muestras problemas mediante el uso del polarímetro.

Con la realización de los experimentos anteriores se ha podido observar que la ruptura por hidrólisis, de la sacarosa, origina la obtención de los dos monosacáridos que la componen (D- glucosa y D-fructosa) por separado. A este producto resultante de la hidrólisis de la sacarosa se le denomina levulosa o azúcar invertido.

De manera natural, esta mezcla de glucosa y fructosa se encuentra, por ejemplo, en la miel y tiene la particularidad de que su poder edulcorante es un 33% mayor que el del azúcar común, por lo que se emplea en bollería, repostería, panadería y heladería, mejorando el producto final al que se le añade.

Para la realización de este experimento, tenemos dos muestras problema A y B (similares a la imagen Anexo 2.6) una de ellas es jarabe glucosa y la otra es miel.



Imagen Anexo 2.6. Muestras problema.

Se prepara una disolución de concentración conocida de cada una de las muestras problemas. Se introduce en el tubo del polarímetro cada una de ellas por separado y se mide el ángulo de desviación igual que en el segundo experimento, con el fin de poder identificarlas.

Resultados.

- Primer experimento.
 - Indica la posición del analizador donde la luz pasa totalmente ($^{\circ}$)
 - Indica la posición de analizador en la que la luz no pasa ($^{\circ}$)
 - Indica la diferencia entre ambos planos de polarización ($^{\circ}$)
- Segundo experimento.
 - ¿Cuántos gramos de sacarosa has pesado? ¿En qué volumen? Calcula su concentración.
 - Hacia qué sentido se desvía el plano de la luz (derecha/izquierda)
 - ¿Cómo se define este tipo de sustancias?
 - Indica el ángulo de polarización
 - ¿Cuánto se ha desviado el ángulo de polarización respecto al de referencia (primer experimento)?
- Tercer experimento.
 - ¿Qué coloración has obtenido?
 - Has confirmado por ende la presencia de azúcares reductores.
- Cuarto experimento.
 - Hacia qué sentido se desvía el plano de la luz (derecha/izquierda)
 - Indica el ángulo de polarización
 - ¿Cuánto se ha desviado el ángulo de polarización respecto al de referencia (primer experimento)? ¿Y con respecto al segundo experimento?

- Explica a qué es debido este fenómeno.
- Quinto experimento.
 - A partir de los resultados obtenidos identifica que muestra (A o B) es el jarabe de glucosa y cuál es la miel.
 - ¿Qué muestra problema elegirías para elaborar un pastel? ¿Por qué?

ANEXO 3. Práctica: polarímetro. Planteamiento ligeramente abierto, investigación estructurada.

Título.

Todos los azúcares no endulzan igual. ¿Cómo podemos diferenciarlos?

Objetivos.

- Guiar a los alumnos en el concepto de luz polarizada y el uso de un polarímetro.
- Determinar la dirección de desviación del plano de esta luz de algunos azúcares.
- Comprobar que se ha producido una hidrólisis mediante dos métodos una reacción colorimétrica redox y observando el cambio dirección del plano de polarización.

Fundamentos teóricos.

NOTA. Como guía para el profesor se podría consultar el ANEXO 2 cuya información descrita aparece más desarrollada y ordenada.

Luz polarizada.

Las ondas luminosas no suelen estar polarizadas, de forma que la vibración electromagnética se produce en todos los planos. Al hacerla pasar por una sustancia denominada polarizador, la luz que sale vibra en un solo plano y se llama luz polarizada.

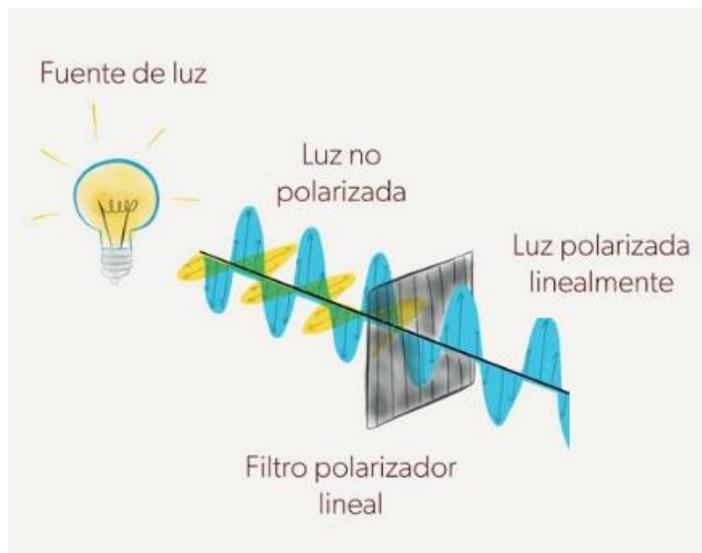


Imagen Anexo 3.1. Esquema polarización de la luz.

Actividad óptica azúcares.

Coloca una mano frente a la otra **¿estas coinciden?** **¿Y si las colocamos una encima de la otra?** Considera una molécula como si fuera la mano, donde los átomos que la componen serían nuestros dedos, **¿Existirían moléculas igualmente no superponibles?** **¿Cómo se llaman a este tipo de moléculas?** **¿Los azúcares son de este tipo de moléculas?**

Haz una pequeña búsqueda para verificar tus respuestas y familiarizarte con los conceptos de quiralidad e isomería D y L.

Podrás ayudarte de la Imagen Anexo 3.2. para explicar tus hallazgos a los compañeros en caso de ser necesario.

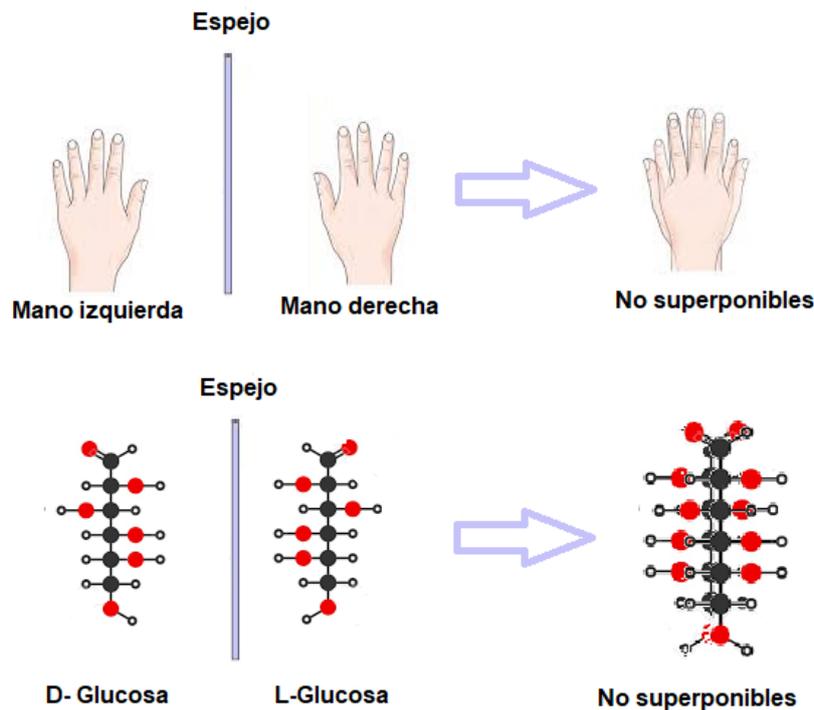


Imagen Anexo 3.2. Esquema quiralidad. Ejemplo cotidiano con manos y ejemplo con un azúcar como la glucosa.

Las moléculas que presentan quiralidad, a pesar de tener la misma composición química, presentan diferentes propiedades, una de ellas relacionada con la luz polarizada. Es por ello por lo que se dice que son ópticamente activas porque tienen la capacidad de girar el plano de un haz de luz polarizada.

Supongamos que la luz procedente de una fuente es polarizada al pasar por un polarizador. Si hacemos pasar esta luz por un recipiente que contenga una disolución de una especie química quiral, **¿Qué sucedería con el plano de la luz? ¿Se te ocurre como poder medir este giro del plano? ¿Este giro será siempre en el mismo sentido? ¿Crees que la concentración de la especie química u otros factores podrían afectar a la polarización de la luz?** Realiza tus hipótesis para responder a estas preguntas y las pondremos a prueba en la sesión práctica con la ayuda del polarímetro (Imagen Anexo 3.3).

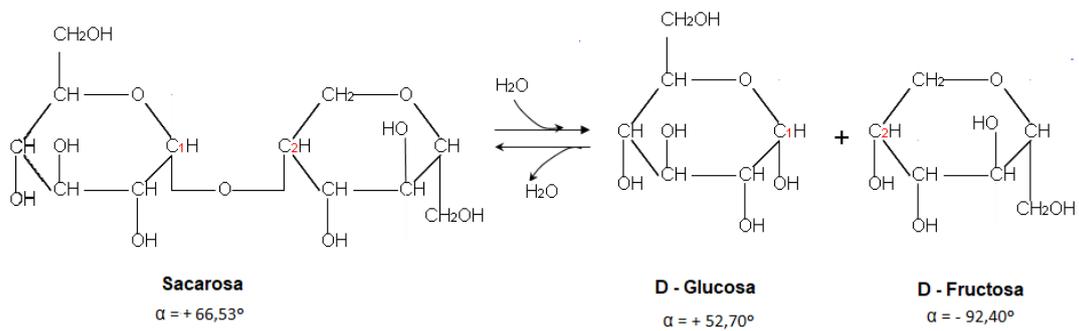


Imagen Anexo 3.4. Reacción de descomposición de la sacarosa.

Reacción de Fehling. Ejemplo de método colorimétrico de una redox.

¿Te acuerdas en qué consiste una reacción redox? ¿Crees que las moléculas orgánicas pueden sufrir este tipo de reacciones? Haz una pequeña búsqueda respecto a la reacción de Fehling para poder contestar a las preguntas expuestas. Podrás ayudarte de la Imagen Anexo 3.5. para explicar tus hallazgos a los compañeros en caso de ser necesario. ¿Podrías completar las correspondientes semirreacciones?

Reaccion de Fehling para la glucosa.

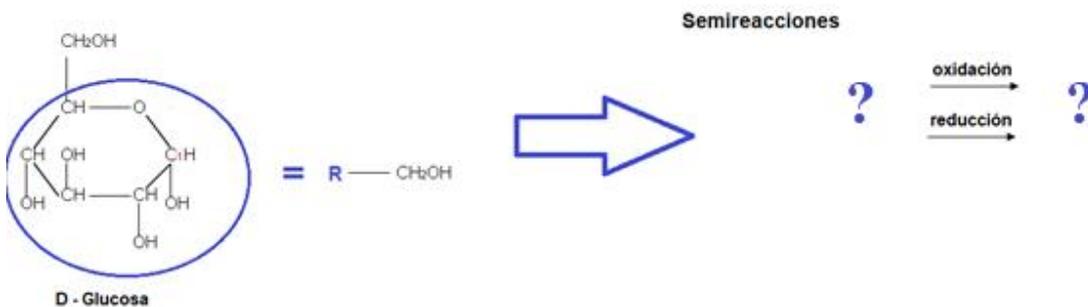
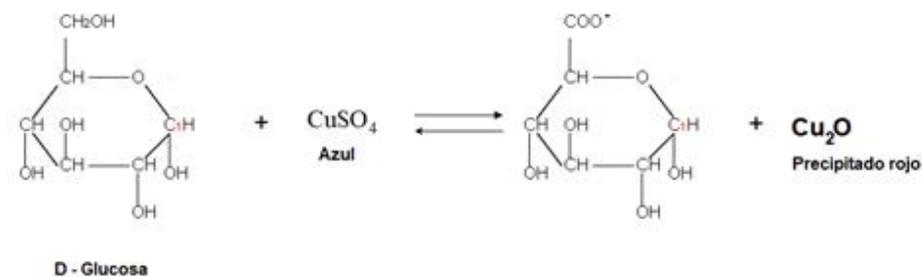


Imagen Anexo 3.5. Esquema de la reacción de Fehling para la D – Glucosa y las correspondientes semirreacciones redox.

Materiales y reactivos.

Lee el apartado posterior de experimentos.

Describe una lista del material de laboratorio y los reactivos que consideres necesarios para realizar dichos experimentos (puedes guiarte de toda la información presentada en este anexo). Antes de la sesión práctica se hará una comparación con el resto de los grupos y se fijará el material definitivo para la experimentación.



Experimentos.

Primer experimento. ¿Cómo funciona el polarímetro? Comprobación de la polarización de la luz.

Se instala una fuente luminosa en el polarizador. Se va girando el analizador para observar que en una posición la cantidad de luz que pasa es máxima, y en esta, los planos de la luz tienen la misma dirección; mientras que en otra no pasa la luz, cuando los planos son perpendiculares.

Tomamos la medición de referencia de la posición de máxima extinción de luz.

Segundo experimento. ¿Cómo desvía la luz la sacarosa?

Se preparan dos disoluciones de sacarosa de concentración conocida.

Se coloca una de las disoluciones en el compartimento del polarímetro entre los polarizadores y se hace pasar la luz polarizada por la disolución de sacarosa. **¿Qué observas en el analizador? ¿Puedes rotar el analizador para que la extinción de luz sea máxima?** De este modo, se mide el ángulo de desviación de la luz, con respecto a la primera posición.

Repite el procedimiento con la otra disolución de sacarosa de diferente concentración.

Tras estas observaciones, comenta tus hipótesis con los compañeros. **¿Eran correctas? ¿Las has podido comprobar?**

Tercer experimento. Descomposición de la sacarosa y comprobación mediante reacción redox.

A estas alturas ya sabes qué tipo de reacción se lleva a cabo para esta descomposición de la sacarosa (lo corroborarás en la sesión previa a las prácticas). Para poder realizarla, se añaden unas gotas de HCl a la disolución de sacarosa, (aprox 1 mL de HCl por 4 mL de disolución). Se calienta al baño maría, sin llegar a ebullición. Una vez la muestra alcanza de nuevo la temperatura ambiente realizamos la prueba de Fehling para comprobar el final de la reacción.

Se introduce en un tubo de ensayo 3 mL de la disolución de sacarosa obtenida y se añaden 2 mL de Fehling A y otros 2 mL de Fehling B. Se calienta suavemente con el mechero. **¿Cómo sabremos si ha terminado la reacción?** Recuerda lo que explicaron tus compañeros.

Cuarto experimento. Descomposición de la sacarosa y comprobación mediante la polarización de la luz.

Se introduce en el tubo del polarímetro para tal fin, una cantidad de la disolución de sacarosa obtenida tras la reacción y se procede a medir el ángulo de desviación igual que en el segundo experimento. **¿Obtenemos los mismos resultados respecto a la polarización de la luz? ¿Qué sustancias están presentes ahora en la disolución? ¿Puedes confirmar la presencia de glucosa y fructosa?** Reflexiona sobre tus hipótesis planteadas y los resultados obtenidos.

Quinto experimento. Identificación de dos muestras problemas mediante el uso del polarímetro.

Con la realización de los experimentos anteriores se ha podido observar que la ruptura por hidrólisis, de la sacarosa, origina la obtención de los dos monosacáridos que la componen (D- glucosa y D-fructosa) por separado. A este

producto resultante de la hidrólisis de la sacarosa se le denomina levulosa o azúcar invertido.

De manera natural, esta mezcla de glucosa y fructosa se encuentra, por ejemplo, en la miel y tiene la particularidad de que su poder edulcorante es un 33% mayor que el del azúcar común, por lo que se emplea en bollería, repostería, panadería y heladería, mejorando el producto final al que se le añade.

Para la realización de este experimento, tenemos dos muestras problema A y B (similares a la Imagen Anexo 3.6) una de ellas es jarabe glucosa y la otra es miel. **¿Cómo podrías identificar cada una de ellas con la utilización del polarímetro?, ¿Qué muestra problema elegirías para elaborar un pastel? ¿Por qué?**



Imagen Anexo 3.6. Muestras problema.

Resultados.

Se debe elaborar un informe con los siguientes apartados.

- Aprendizajes de las sesiones previas a los experimentos. Escribir de manera resumida los fundamentos teóricos necesarios para las sesiones prácticas describiendo:
 - Las hipótesis fijadas por el grupo.
 - Los fundamentos teóricos correctamente definidos.
 - Una reflexión de vuestros conocimientos previos y actuales.
- Guion de prácticas. Escribir un guion de prácticas que sirviera a un alumno para desarrollar la sesión práctica por sí solo como si no hubiera asistido antes a clase.
- Resultados obtenidos.

- Expresar los resultados obtenidos para cada experimento.
- Escribir una reflexión sobre los resultados que esperábamos obtener y los obtenidos.

ANEXO 4. Práctica: espectroscopio. Guía del docente.

Titulo.

Práctica Espectroscopio. Física y Química sin presupuesto. Espectros y bombillas. Construcción de un espectroscopio casero.

Objetivos.

- Familiarizarse con la información de un espectro y su importancia en la investigación.
- Fabricar un espectroscopio casero para realizar nuestro estudio.
- Estudiar el espectro producido por determinadas fuentes de luz.
- Conocer la composición Química de dichas fuentes de luz.
- Valorar de forma crítica el trabajo realizado, así como los resultados tras la comparación con un espectroscopio comercial.

Fundamentos teóricos.

Espectro electromagnético.

Podemos considerar una onda, como una propagación que implica un transporte de energía y cantidad de movimiento.

Las ondas electromagnéticas están generadas por cargas eléctricas que oscilan por un conductor (por ejemplo: una antena) y que están compuestas por campos eléctricos y magnéticos, que oscilan en planos perpendiculares.

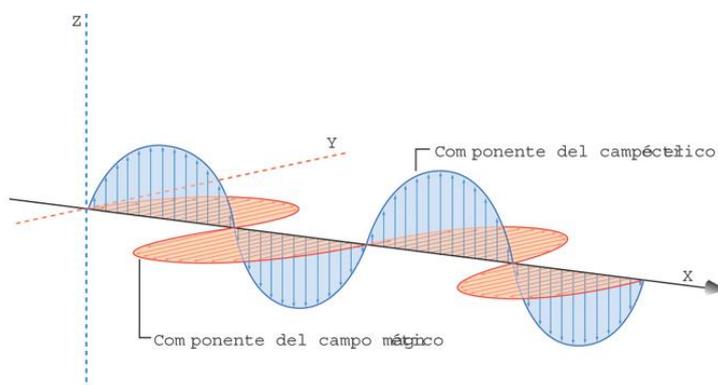


Imagen Anexo 4.1. Onda electromagnética (mhe.es)

El conjunto de ondas electromagnéticas se representa en el espectro electromagnético. De mayor a menor longitud de onda tenemos: ondas de radio, microondas, luz infrarroja, luz visible, luz ultravioleta, rayos X y rayos gamma.

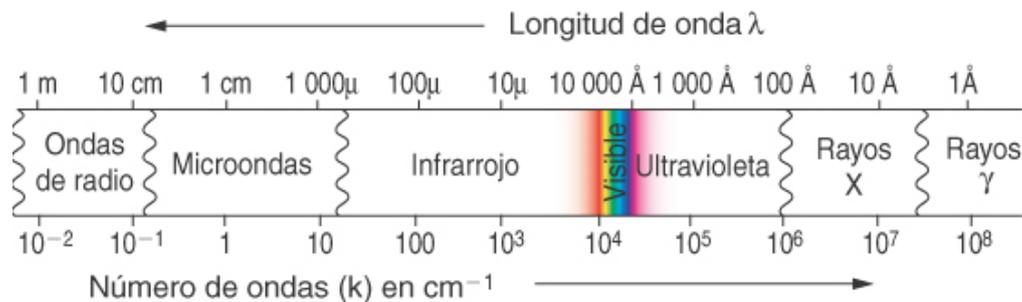


Imagen Anexo 4.2. Espectro electromagnético.

Espectros atómicos

- Espectro continuo. Cuando la luz solar pasa a través de un prisma o una red de difracción, se descompone en los diferentes colores que forman la luz blanca.
- Espectro atómico. Cada tipo de átomo sólo emite o absorbe radiaciones de determinadas frecuencias, por lo que sus espectros característicos son discontinuos.
 - o Espectro de emisión: si estimulamos una sustancia en estado gaseoso, mediante el paso de una corriente, calentamiento etc., podemos conseguir que sus átomos constituyentes emitan radiación electromagnética, que al descomponerla formará su espectro de emisión característico.
 - o Espectro de absorción: Si hacemos pasar luz blanca a través de un gas, este captará parte de las frecuencias que componen la luz. El análisis de la luz a la salida del gas nos dará el correspondiente espectro de absorción.

Los espectros de absorción son complementarios a los de emisión.

Espectros de emisión útiles para la práctica.

Con respecto a las bombillas que se muestran. Los espectros necesarios serian:

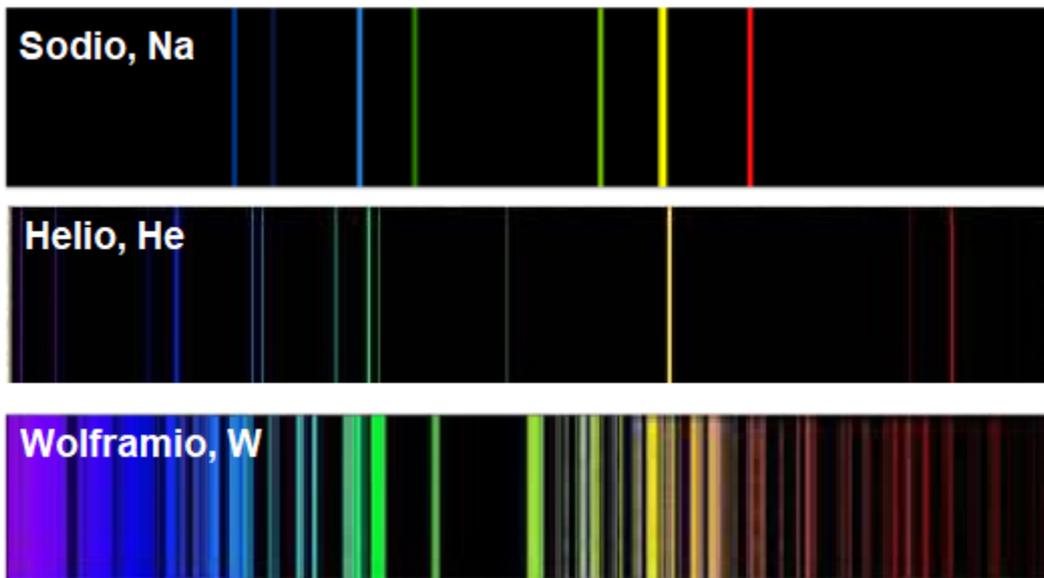


Imagen Anexo 4.3. Espectros de emisión del sodio, helio y wolframio.

Materiales y herramientas necesarias.

- Un CD virgen.
- Dos cartulinas negras u oscuras (din-A4).
- El cartón de un rollo de papel higiénico.
- Papel de aluminio.
- Pegamento, cinta aislante negra y celo.
- Tijeras y cúter.

Instrucciones para la construcción del espectroscopio.

En la web se encuentran múltiples recursos para la construcción de un espectroscopio, en este trabajo se usó el trabajo de Santolaya, (2009) como guía de referencia.

Se debe dibujar las plantillas A y B (Imagen Anexo 4.4) en las cartulinas y se recortan por las líneas continuas, para recortar la rendija se recomienda un cúter.

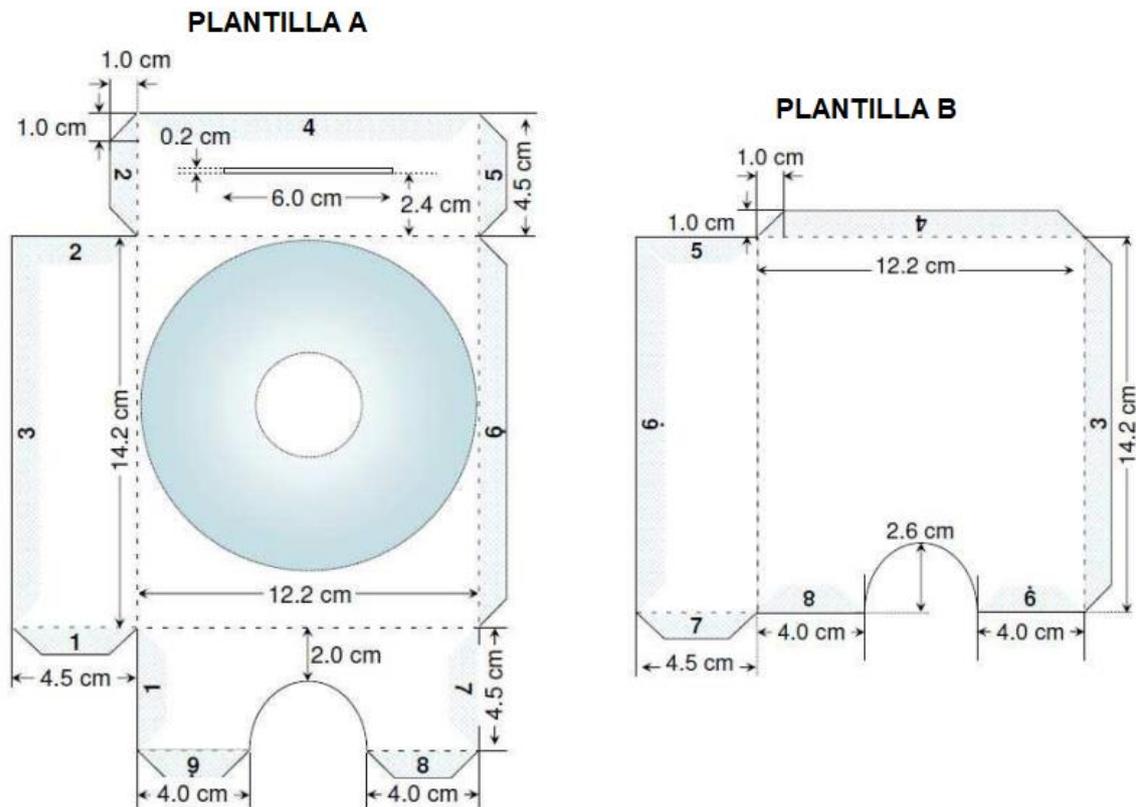


Imagen Anexo 4.4. Plantillas A y B. Santolaya, (2009).

Se cortan dos tiras de cinta aislante y se pegan paralelas a la rendija de 2 mm, de forma que quede una rendija de aproximadamente 1 mm de anchura. Una vez hecho esto, se cortan dos trozos de celo y se pegan tapando la rendija por las dos caras de la cartulina. Las cartulinas se doblen por las líneas punteadas.

Siguiendo el código numérico se unen ambas cartulinas, pegando la pestaña con el número 1 en la zona sombreada etiquetada con el número 1, y así sucesivamente (el número también indica el orden sugerido para pegar la cartulina). A la hora de pegar el CD a la cartulina, la cara reflectante debe quedar hacia afuera y lo más cerca posible de la rendija. Una vez hecho esto, se introduce el tubo de cartón de un rollo de papel higiénico por el orificio resultante y se pega con un trozo de cinta aislante formando un ángulo de unos 45°.

El resultado final se muestra en la Imagen Anexo 4.5.

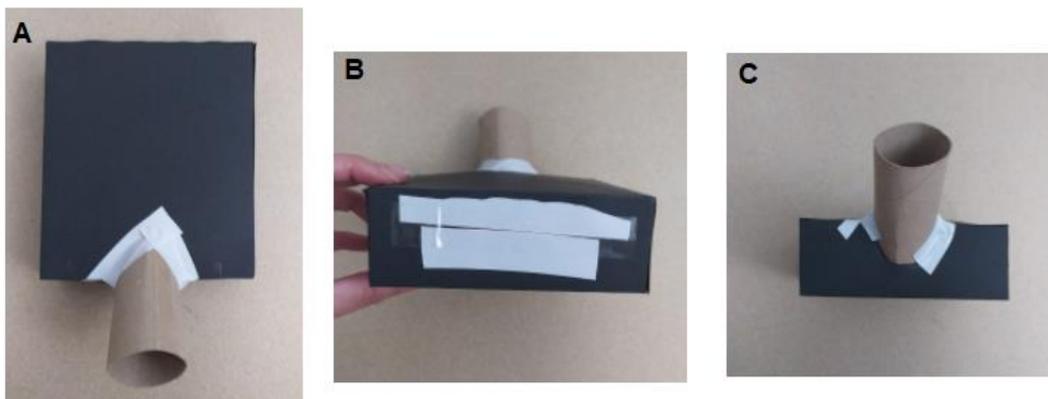


Imagen Anexo 4.5. Diferentes caras del espectroscopio casero. A) Cara superior, B) Cara de la rendija y C) Cara del tubo de observación.

Finalmente, para eliminar la contaminación lumínica, se envuelve todo el espectroscopio menos la rendija con papel de aluminio.

Resultados.

En la Imagen Anexo 4.5, mostramos el espectroscopio casero fabricado y el espectroscopio comercial de la colección científica de la UIB



Imagen Anexo 4.6. Espectroscopio casero (izq.) espectroscopio comercial (drcho.)

A continuación, se muestran unas imágenes de los “espectros de emisión” que obtuvimos con las bombillas de sodio y helio utilizando el espectroscopio casero (Imagen Anexo 4.6).

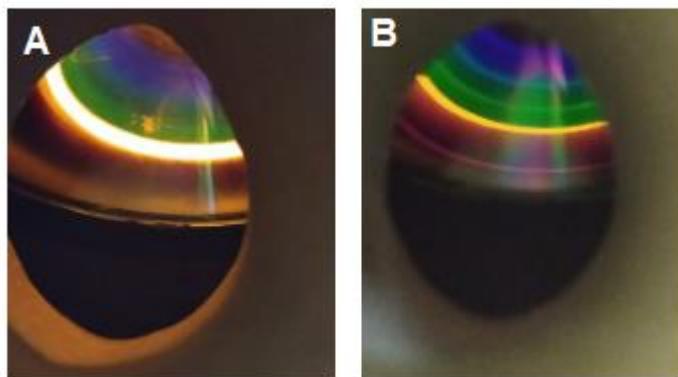


Imagen Anexo 4.6. Espectros de emisión del espectroscopio casero. A) Bombilla de helio y B) Bombilla de sodio.

En comparación con los espectros de emisión (Imagen Anexo 4.3). Podemos observar que en el helio vemos la línea amarilla, de mayor intensidad. También vemos zonas en la región de azules y verdes, siendo la región de los azules más amplias concordante con el número de líneas en esta región. En el caso del sodio, podemos observar la línea amarilla, característica, de mayor intensidad. También vemos una línea en la región de rojos que nos puede servir para diferencias ambas bombillas ya que en el caso del helio estas líneas son menos intensas y no se detectan con el espectroscopio casero.

Anotación 1. Las imágenes de los espectros obtenidos con el espectroscopio casero son de mala calidad debido a que se han fotografiado a través del tubo de observación. En la práctica se ven mucho mejor definidas las líneas de emisión.

Anotación 2. Los espectros obtenidos mediante el espectroscopio casero no se pudieron fotografiar