



Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales  
Programa Uruguay

Maestría en Educación, Sociedad y Política  
Promoción: 2018 - 2020

Evaluación de las propuestas experimentales para los cursos de Química.  
Una revisión en artículos publicados en revistas especializadas en el pe-  
ríodo 2015-2020

Tesis para obtener el grado de Maestría en Educación, Sociedad y Política

**Presenta:**

María Bardanca Veiga

Directora de Tesis: Dra Silvana Darré Otero

Montevideo, marzo de 2022



## Índice

Índice de tablas	5
Índice de figuras	6
Glosario de términos y abreviaturas	7
Resumen	8
Palabras clave	8
Introducción	9
<b>CAPÍTULO 1 TEÓRICO – CONCEPTUAL</b>	<b>10</b>
1.1 Antecedentes	11
1.2 ¿Qué se entiende por actividad experimental en la enseñanza de la química?	16
1.3 Evolución histórica de las actividades experimentales en la enseñanza de la química	18
1.3.1 Dónde, cuándo y por qué fueron introducidas las actividades experimentales.	18
1.3.2 Evolución de las actividades experimentales como recurso didáctico.	19
1.3.3 Influencia de la evolución de la tecnología en las metodologías propias de la asignatura.	19
1.4 Propuestas innovadoras para la enseñanza de las ciencias.	22
1.5 Rol del docente en las actividades experimentales.	23
1.6 Importancia de las actividades experimentales	25
1.7 Clasificación de las actividades experimentales	27
1.7.1 En función de la estrategia didáctica mediante la cual se proponen	29
1.7.2 En función de los objetivos para las que son propuestas.	30
1.8 Cienciometría	32
<b>CAPÍTULO 2 METODOLÓGICO</b>	<b>35</b>
2.1 Fundamento metodológico.	35
2.2 Universo, unidad de análisis y período de tiempo a observar.	38
2.3 Criterio de selección de la muestra	40
2.4 Viabilidad de la investigación.	41

	4
2.5 Categorías e indicadores	42
2.6 Técnica de recolección de datos	43
2.7 Herramientas de análisis.	45
<b>CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE DATOS Y ARGUMENTACIÓN</b>	<b>47</b>
3.1 Sección 1 Introducción sobre las publicaciones relevadas.	47
3.1.1 <i>Journal of Chemical Education</i> (JCE)	47
3.1.2 <i>Chemistry Education Research and Practice</i> (CERP)	48
3.1.3 Enseñanza Química	49
3.1.4 EUREKA	50
3.2 Sección 2 Análisis de los datos individuales en cada una de las categorías en estudio.	52
3.2.1. Número de artículos publicados	53
3.2.2 País de filiación de la institución educativa que declaran los autores pertenecer.	57
3.2.3 Tipo de colaboración entre los/las docentes	59
3.2.4 Criterios temáticos y metodológicos que orientan las propuestas en función del país o la región	63
3.2.5. Nivel de educación para el cual está destinada la actividad experimental presentada. Estrategia didáctica planteada para su ejecución. ¿Aplican TIC?	71
3.2.6 Propuesta de actividades multidisciplinarias	73
3.3 Comparación de resultados y relación con publicaciones seriadas locales.	75
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
Referencias bibliográficas	84
Anexo 1. Plantilla para el registro de los datos crudos	95
Anexo 2. Plantilla excel para registro de los datos procesados en las categorías definidas	96

## Índice de tablas

Tabla 1. Las 5 revoluciones de la química.	21
Tabla 2. Clasificación de actividades experimentales	28
Tabla 3. Estilos de actividades experimentales	29
Tabla 4. Tipos de actividades experimentales Clasificación de las actividades experimentales.	31
Tabla 5. Revistas seleccionadas para llevar a cabo la investigación en donde se indica información extraída de la JSR de 2018.	41
Tabla 6. Categorías e indicadores establecidos para la investigación	42
Tabla 7 Páginas web de las revistas relevadas	44
Tabla 8. Categorías en estudio	46
Tabla 9. Resumen de características de las publicaciones seriada consultadas.	46
Tabla 10. Número de artículos en cada una de las publicaciones en el período 2015-2020.	54
Tabla 11. Tipo de colaboración entre los docentes	55
Tabla 12. Porcentaje de artículos en función del número de autores por trabajo publicado	59
Tabla 13. Asignaturas abordadas en las propuestas experimentales publicadas en 2015-2020	60
Tabla 14. Actividades experimentales teniendo en cuenta la estrategia didáctica y el tipo de experiencia.	64
Tabla 15. Trabajos que incluyen TIC en las publicaciones seriadas relevadas	70
Tabla 16. Propuestas de actividades multidisciplinarias teniendo en cuenta el país de filiación de la institución que declaran los autores y las disciplinas involucradas.	71
Tabla 17. Número de artículos publicados en revistas locales seleccionadas.	74
Tabla 18. Información relevada en las publicaciones nacionales.	75
Tabla 18. Información relevada en las publicaciones nacionales.	78

## Índice de figuras

Figura 1 Factores que tienen en cuenta los docentes al diseñar actividades experimentales	25
Figura 2. Relación entre los campos info/biblio/ciento/ciber/web/metric.	33
Figura 3. Captura de pantallas del <i>co-author index</i> en donde se reportan el número de autores	62

## **Glosario de términos y abreviaturas**

ACS	American Chemical Society
ADEQ	Asociación de Educadores en Química
ANEP	Administración Nacional de Educación Pública
CES	Consejo Educación Secundaria
CERP	Chemistry Education Research and Practice
CFE	Consejo de Formación en Educación
DIKW	Data Information Knowledge Wisdom
EEUU	Estados Unidos de América.
ISSN	International Standard Serial Number
JCE	Journal of Chemical Education
PAT	Process Analytical Technology
Q	Cuartil
RSC	Royal Society of Chemistry
SJR	Scimago Journal Ranking
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación.
TLP	Trabajos Prácticos de Laboratorio
UNAM	Universidad Autónoma de México
UK	United Kingdom
UTU	Universidad del trabajo del Uruguay

## Resumen

Es muy común en la enseñanza de la química, que se haga referencia al rol importante que ocupan las actividades experimentales, con el fin entre otros factores, de lograr un aprendizaje genuino de los contenidos de la asignatura.

En función de esto, interesa conocer si la importancia que tienen estas actividades a nivel internacional está reflejada en el número de propuestas, así como también saber cuáles son las temáticas más frecuentes y las metodologías de enseñanza utilizadas. Si hay temas innovadores y si se emplean TIC. En función de todo lo anteriormente mencionado, importa determinar si hay tendencias por país o en determinadas regiones geográficas, si los docentes trabajan solos o en equipos y comparar los resultados obtenidos a nivel internacional con las publicaciones de nuestro país.

Para ello se lleva a cabo una investigación documental entre 2015 y 2020, en una muestra intencional conformada por cuatro publicaciones seriadas extranjeras y dos nacionales. En la elección de las publicaciones extranjeras se tuvo en cuenta el alcance, la posición que ocupan en un ranking de base de datos reconocido, la frecuencia de publicación, el idioma y el país de la institución editora de la revista. Mientras que para la elección de las publicaciones nacionales se tuvo en cuenta además del alcance, el prestigio de la institución editora y si tenía revisión por pares.

Los resultados evidencian el bajo número de artículos sobre actividades experimentales, que las temáticas de las propuestas son variadas y están en función de los contenidos de las asignaturas y del nivel para el cual están destinadas. Hay propuestas sobre temas innovadores en la enseñanza, como nanotecnología y TIC, así como también, los que están incluidos en Química Ambiental. Las principales metodologías empleadas son las que se presentan como ejercicio práctico siguiendo un procedimiento y las propuestas que se desarrollan mediante indagación guiada. No se observan tendencias teniendo en cuenta el país o la región geográfica.

### Palabras clave

Educación en ciencia, trabajos experimentales, enseñanza de la química

## Introducción

En los distintos niveles del sistema educativo en Uruguay: primaria, enseñanza media y enseñanza terciaria (en carreras específicas) están incluidas asignaturas de ciencias en las que se realizan actividades experimentales. Estas son empleadas por los y las docentes como recurso didáctico con el fin de lograr diferentes objetivos.

Tanto ellos como ellas manifiestan que tratan de proponer actividades experimentales que sean innovadoras, sencillas, de bajo costo, que despierten la curiosidad del estudiantado y que estén sustentadas por un potente marco teórico que facilite la comprensión y el aprendizaje de los contenidos de la asignatura.

En la bibliografía de referencia se encontró que hay una brecha entre lo que expresan los y las docentes y lo que realmente hacen (Nieda, 1994) (Hodson, 1994).

Habitualmente los y las docentes publican en revistas especializadas, tanto sus investigaciones en educación, como estrategias de enseñanza desarrolladas en el aula; lo que permite hacer un seguimiento de sus trabajos y reflexiones en el ejercicio de la docencia. Estas publicaciones constituyen un vínculo entre la actividad científica y la profesional en un determinado campo del saber. Además, facilitan la comunicación y posibilitan no solo conocer los aportes en innovación educativa sino también como son los movimientos individuales como de grupos.

Esta tesis está centrada en analizar mediante una investigación documental en publicaciones seriadas especializadas, las actividades experimentales de química, propuestas para ser llevadas a cabo en la enseñanza de la química. Se busca valorar varios factores, como por ejemplo si hay tendencias temáticas nacionales o regionales, y en el caso que las hubiese establecer si hay algún vínculo que las conecte. Otros aspectos de interés consisten en analizar si las actividades experimentales, están circunscriptas a la asignatura o si son transdisciplinarias, si los autores siempre son los mismos o si pertenecen a distintos centros educativos, así como también comparar con las propuestas publicadas localmente.

La principal presunción es que, si bien los y las docentes resaltan en su discurso la importancia de estas actividades, ellas no están reflejadas con la misma intensidad en los trabajos que publican en las revistas especializadas.

Esta investigación, busca aportar un conocimiento sobre la realidad actual de las propuestas de actividades experimentales de química de docentes de centros educativos de diferentes países incluyendo el Uruguay. Va a permitir valorar la importancia

establecida para estas actividades, y su relación con el número de artículos publicados. Permitirá comparar las temáticas y las metodologías tanto didácticas como las propias de la asignatura, de los otros países con aquellas que se proponen en nuestro país. En caso positivo de existir diferencias, podrían enriquecer y contribuir como insumo, en el proceso de mejora continua de la calidad de nuestra enseñanza.

El objetivo general de esta investigación consiste en analizar en cuatro publicaciones periódicas seriadas extranjeras, las propuestas experimentales de química que han realizado los y las docentes y compararlas con las elaboradas en publicaciones de Uruguay, en el período 2015-2020.

Dentro de los objetivos específicos, se busca identificar los criterios temáticos y metodológicos de las propuestas, en función del país o la región geográfica; así como también, la existencia de ejes transversales, que involucren temáticas de otras asignaturas ya sea con trabajo colaborativo intradepartamental o interinstitucional y por último se busca comparar las propuestas locales con las provenientes de otros países.

Por lo que en función de los objetivos específicos, con este trabajo se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los criterios temáticos y metodológicos que orientan las propuestas? ¿Cuáles son los ejes transversales, que involucren temáticas de otras asignaturas en las propuestas? ¿Qué similitudes y diferencias se observan entre las propuestas locales y las de otros países?

En cuanto al contenido la tesis comienza con un repaso sobre los principales antecedentes, se realiza una breve historización de las actividades experimentales en general y especialmente como recurso didáctico, teniendo en cuenta propuestas innovadoras, la incidencia de la tecnología en la educación y el rol que ejerce el docente.

## **CAPÍTULO 1 TEÓRICO – CONCEPTUAL**

Este capítulo hace referencia a conceptos y trabajos que son importantes para la presente investigación y que permiten establecer un vínculo con publicaciones previas relevantes. La información que es seleccionada y evaluada críticamente no solo permite enriquecer la visión de nuestro problema de investigación, sino que también constituye un marco de referencia para analizar e interpretar los resultados de la investigación.

En esta sección se comienza haciendo referencia a antecedentes de investigaciones sobre actividades experimentales, se continúa planteando la polisemia de nombres

y conceptos sobre lo que se entiende por actividad experimental y como se define en el presente trabajo. Se continúa con una breve evolución histórica de las mismas, lo que permite conocer no solo los cambios que han tenido al ser empleadas como recurso didáctico sino también como incide la evolución de la tecnología en las propuestas. Se analiza su clasificación en función de la estrategia didáctica y de los objetivos para las que son propuestas y por último al ser esta una investigación documental se desarrollan conceptos básicos de cienciometría empleados en este trabajo.

### **1.1 Antecedentes**

En nuestros tiempos es muy común, recurrir a la consulta de publicaciones serias con el fin de obtener información sobre algún tema en particular, pero rara vez nos cuestionamos porqué surgió este tipo de publicaciones.

En su obra “Hacia una ciencia de la ciencia” Derek John de Solla Price (1973, p. 109) establece que una publicación constituye un medio de comunicar conocimientos y que los artículos científicos surgieron como consecuencia de la gran cantidad de libros existentes. Este autor hace referencia a las reflexiones escritas por Barnaby Rich en 1613 realizadas unos 500 años antes de que se publicara la primera revista “Una de las desgracias de esta época es la multiplicidad de libros, sobrecargan el mundo de tal manera que no es posible digerir la abundante cantidad de material inútil que cada día se produce y se publica”. Price además establece, que la finalidad de estos trabajos originales breves, consiste en suministrar información de aportes recientes, en donde cada artículo se apoya en otros anteriores y a su vez este puede ser el inicio de otro; siendo estos los motivos por los que los y las investigadores/as las consultan habitualmente a lo largo del desarrollo de su trabajo y en este caso van a ser la herramienta fundamental para poder responder las preguntas de esta investigación.

Las ciencias y en particular la química, desempeñan un rol importante en distintos aspectos de la vida de la sociedad, buscando mejorar su calidad de vida. Está involucrada en varios campos como el de la salud, protección del medio ambiente y procesos industriales que generan insumos variados, imprescindibles para nuestro modo de vida actual.

Por lo que el conocimiento básico en ciencias es fundamental, ya sea para la formación de futuros profesionales que actuarán dentro de los distintos campos de la ciencia, como también para el ciudadano o la ciudadana común, con el fin de que le permita

tomar, no sólo decisiones frente a distintos eventos en la vida cotidiana, sino también interpretar y fijar una postura fundamentada ante alguna información nacional o internacional. En función de esto, en nuestro país la enseñanza de las ciencias y en particular de la asignatura química, está incluida en varios niveles en el currículo de la enseñanza media obligatoria. (ANEP). En esta, está comprendida Enseñanza Secundaria (ES) y la formación técnico profesional que está a cargo de la Universidad de Trabajo del Uruguay (UTU). En la enseñanza media, están planteados 2 ciclos: el ciclo básico común, que abarca los tres primeros años y un segundo ciclo que en Enseñanza Secundaria se denomina Bachillerato Diversificado con una extensión de 2 años (presenta varias orientaciones) y en UTU también hay un segundo ciclo que tiene dos niveles. En el primero están incluidos los Bachilleratos Tecnológicos: Educación Media Tecnológica (3 años) y Educación Media Profesional (2 años) y un segundo nivel que comprende los Tecnólogos y las Tecnicaturas, en ambos casos con una extensión de 5 semestres.

Los y las docentes buscan no sólo vencer el mito generalizado de que la química es difícil, sino también despertar el interés del alumnado en la asignatura y generar competencias para resolver situaciones cotidianas (López y Tamayo, 2012). Para ello emplean distintas estrategias didácticas que convergen en un consenso de la importancia de las actividades experimentales.

Pero no alcanza con llevarlas a cabo, sino que es importante establecer la estrategia didáctica mediante la cual son propuestas y además importa si la temática es de interés para el estudiantado Hodson (1994). De estos factores va a depender el éxito o fracaso para lograr los objetivos docentes propuestos.

La colectividad docente tiene asumida la importancia de las actividades experimentales, tal es así que en la Sala Nacional de docentes del Departamento de Química se acuerda su organización interna en 5 secciones, en las que están contenidos campos del conocimiento especializado de la disciplina; una de estas secciones es “Metodología experimental y sus procedimientos para la Educación Química” siendo esta propuesta aprobada por el Consejo de Formación en Educación (ANEP. CFE., 2018). A pesar de esta convicción son pocas las investigaciones que se han llevado a cabo en Uruguay sobre las actividades experimentales. Entre ellas podemos mencionar una de las más recientes, la tesis de Maestría en Educación, Sociedad y Política de Oraides Carvalho (2018) quien investigó sobre “El rol de las clases prácticas en la enseñanza de la química en bachillerato. La distancia entre el discurso y la práctica”. Esta docente indagó como son percibidas y como son llevadas a cabo las actividades experimentales en los cursos

de segundo y tercer año de Bachillerato. Para obtener la información, realizó entrevistas, encuestas, observación de algunas clases y revisión tanto de protocolos, como evaluaciones escritas y material de apoyo. Esta investigadora encontró que, si bien los y las docentes sostienen que las actividades experimentales son relevantes en los procesos tanto de enseñanza como de aprendizaje de la química, muchos de ellos, ellas, ni siquiera van a los laboratorios y desarrollan sus clases en el aula mediante el modelo didáctico de carácter tradicional centrado en la transmisión de información.

En esta tesis además se hace referencia al proyecto de Bernardou y Soubiron (2003) “Las pequeñas investigaciones en el laboratorio: la opinión de los estudiantes” y al artículo de Duglio (2007) “Los prácticos de laboratorio: una mirada interpretativa en prácticas de enseñanza de química en bachillerato”. En el primer caso, el trabajo se desarrolló con estudiantes de tercer año de bachillerato diversificado opción medicina y opción ingeniería en la unidad curricular: Biomoléculas. Las autoras plantearon a sus alumnos el desarrollo de actividades experimentales mediante la modalidad de indagación. Este tipo de propuesta se aplicó durante 4 años, lo que les permitió a las autoras concluir sobre las bondades que presenta la estrategia experimental planteada. Ellas verificaron a través de las opiniones de los y las estudiantes (las que fueron recogidas mediante un cuestionario múltiple opción) que no sólo promueve el trabajo en equipo, sino que además, genera una relación más estrecha entre docentes y estudiantes y que esta metodología, favorece la autonomía del alumnado cuando se enfrenta a la resolución de una situación problema.

El trabajo de Duglio estuvo dirigido a las actividades experimentales de química en el mismo nivel académico que el trabajo anterior. En los contenidos curriculares de estos cursos está establecido un desarrollo paralelo de un curso teórico y un curso práctico de laboratorio en donde ambos deben estar sincronizados, debido a que hay una relación de mutua dependencia entre ellos. Para el desarrollo del curso práctico de laboratorio, hay lineamientos sobre cuáles y cuando se deben realizar las actividades. Esta autora realizó una observación de prácticas de enseñanza de química tanto en el aula como en los prácticos de laboratorio y comprobó tres hechos, el primero, la existencia de un divorcio entre ambos cursos, porque por diversos motivos es frecuente que se produzca desfasaje entre ellos, lo que afecta la integración de conceptos impidiendo la construcción de conocimiento disciplinar. Segundo, los estudiantes manifiestan ser seducidos por cursos con actividades de laboratorio flexibles y por último constataron la poca autonomía que tienen los y las docentes en estos cursos prácticos de laboratorio.

Además, en la bibliografía se encontró dos investigaciones que se llevaron a cabo en nuestro país en otros niveles de educación

La investigación de Nandez (2017) fue sobre “Las prácticas de enseñanza de las Ciencias naturales en Educación Inicial: estudio de tres instituciones privadas”. Las Ciencias Naturales en este nivel de enseñanza presentan una particularidad, y es que se consideran como una unidad, no están disociados, como sí ocurre en niveles superiores.

La investigación estuvo enfocada en educación inicial, en los niveles 4 y 5 años de edad. Se llevó a cabo, mediante un estudio de caso en donde se aplicó en primera instancia una encuesta a las maestras, observación estructurada de espacios institucionales y posteriormente entrevistas tanto a la directora como a las maestras. Al finalizar el estudio se concluyó que al observar a los y a las niñas, se aprecia que las actitudes procedimentales propiamente científicas, como son la observación y la curiosidad, están involucradas en su vida cotidiana. Las maestras consultadas opinaron que la curiosidad innata del niño y el cuestionamiento del porqué de las cosas constituyen condiciones propicias para la enseñanza de las Ciencias Naturales, además todas ellas concordaron en la importancia de su enseñanza a temprana edad. La investigadora percibió que no hay una única forma de enseñar estos temas, ni una estrategia didáctica que dé buenos resultados en todos los casos para todos los contenidos ni para todas las edades. Por otra parte, también encontró que los padres y madres de los y las alumnas no acompañan desde el hogar el trabajo comenzado por la maestra en el aula. Por último, teniendo en cuenta su formación de base, las maestras manifestaron la necesidad de instancias de actualización y de referentes que las asesoren en estos temas y su enseñanza.

Por último, hay una investigación sobre “El trabajo práctico, un cotidiano poco reflexionado” que se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación Didáctica (LID) por las investigadoras Esperben, Luaces y Franco (1994). Este trabajo en particular resultó importante porque demuestra que en Uruguay el interés en la investigación sobre las actividades experimentales no es un tema nuevo y data por lo menos, de más de 25 años. Estas investigadoras en su trabajo, comienzan haciendo referencia a artículos de publicación reciente sobre el tema, en donde sus autores/as son internacionalmente reconocidos/as por la comunidad de docentes de ciencias. Posteriormente hacen mención a los resultados de una investigación que ellas realizaron en 1992 en donde participaron docentes de química y biología de todo el Uruguay. En esta investigación encontraron que el 87,9 % de los docentes de Montevideo y el 69,2 % de los docentes del interior afirmaban que realizaban actividades experimentales con frecuencia en sus clases.

Además el 76,4 % de los docentes encuestados, consideraban que las actividades experimentales que se realizaban en Enseñanza Media, no permitían al alumno colocarse en situación de “verdadera investigación científica”. Por otro lado, cuando plantearon si existieran condiciones óptimas para el trabajo práctico ¿qué actividades experimentales creen que habría que proponer? Analizando las respuestas estas autoras observaron que no se destacaron diferencias marcadas con las actividades que se estaban realizando en ese momento. Además en la investigación encontraron que los docentes encuestados, al proponer las actividades experimentales priorizaban principalmente objetivos generales (como despertar curiosidad, incrementar el interés y la motivación del estudiante) y no tanto los objetivos específicos de las mismas. Teniendo en cuenta esto, Esperben, Luaces y Franco concluyeron que la importancia que manifestaron los docentes, no estaba acompañada de la reflexión sobre el ¿qué? el ¿porque? y ¿para qué? de la actividad experimental propuesta, lo que dio origen al título de su trabajo. Estas autoras consideran que es necesario tener en cuenta la evaluación de una serie de factores (previo al planteo de la propuesta experimental) que los docentes encuestados no manifestaron en la investigación realizada.

No se encontraron en fuentes bibliográficas fácilmente accesibles de otros trabajos realizados en Uruguay.

En otros países también se han publicado trabajos relacionados con la investigación sobre las actividades experimentales, entre ellos se eligieron dos relativamente recientes llevadas a cabo en países sudamericanos. Una de ellas es la de Franco, Velazco y Riveros (2017) “Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016)”. Los autores llevaron a cabo una investigación documental en donde seleccionaron cinco revistas de origen iberoamericano, indexadas y reconocidas en bases de datos y una de origen colombiano. Su objetivo fue caracterizar los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) de química, física, biología y ciencias naturales en general. La información fue procesada mediante ciencia-metría y concluyeron que los TPL están siendo un apoyo fundamentado para la enseñanza de las ciencias naturales. Además, en la muestra analizada encontraron que del total de artículos publicados el 3.7% se correspondían a TPL en donde predominan las experiencias de aula seguidas del análisis de sus implicancias didácticas y por último a la aproximación a la investigación. A su vez destacan que las implicancias didácticas de los TPL es una tendencia emergente en los artículos publicados en el lapso de tiempo en estudio.

Otra investigación es la de Silva (2018) “La experimentación en la enseñanza de química: un análisis de los abordajes en los libros de texto”. El autor lleva a cabo una investigación documental en 15 libros, empleados en la enseñanza de química en los tres primeros años de enseñanza media en Brasil. Los libros pertenecen a cinco colecciones diferentes y en ellos encontró 183 propuestas experimentales en total, las que fueron categorizadas en 6 tipos de actividades experimentales. Este autor concluyó que solo en una de las colecciones hay un número de propuestas experimentales elevado y constante. En otra de las colecciones el número de propuestas es escaso para los tres niveles de enseñanza y en las otras tres es variable. Además, la mayor parte de las actividades propuestas corresponden a una de las categorías: la “empírico-inductiva” en donde la actividad experimental se emplea sólo como una comprobación de hechos y teoría, destacando la observación y el descubrimiento.

## 1.2 ¿Qué se entiende por actividad experimental en la enseñanza de la química?

En la bibliografía se han encontrado varias formas en la que los autores, tanto de libros como de artículos, denominan a las actividades experimentales. Algunos autores como Hodson (1994) realizaron una precisión sobre ciertos nombres con los que habitualmente se las asignan. Este autor puntualizó en su ponencia presentada en el IV Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas que se llevó a cabo en Barcelona en setiembre de 1993, que “trabajo de laboratorio” es una expresión empleada frecuentemente en Norteamérica mientras que “trabajo práctico” es usada más habitualmente en Europa y Australasia. También se les puede nombrar como “experimentos”. Así por ejemplo Mori y Curvelo (2017) llevaron a cabo un estudio sobre la polisemia de los términos Experimentación y Educación en ciencias. Estos autores brasileños, comenzaron su trabajo buscando las entradas de las palabras experiencia, experimentación, experimentar y experimento en tres diccionarios de lengua portuguesa, y encontraron que en estas fuentes bibliográficas para estos términos hace referencia a significados prácticos. Mientras que los portugueses Martins *et al* definen tres tipos de actividades experimentales.

- Trabajo laboratorial: se define como un conjunto de actividades que surge en el laboratorio, con equipos propios o con estos mismos equipos en otro lugar si eso no implica riesgo para la salud o seguridad.

- Trabajo práctico: se aplica a todas las situaciones en las que el alumno participa activamente en la realización de una tarea que puede ser o no del tipo de laboratorio.
- Trabajo experimental: se aplica a actividades prácticas donde hay manipulación de variables. Traducción de Martins et al (2007, p. 36)

Pero estas definiciones no son aceptadas en forma universal y salvo alguna excepción puntual, por lo general todas estas formas de designar a las actividades experimentales son utilizadas como sinónimos. Lo que no es tan simple como parece, muchas veces se produce confusión y Hodson mencionó que hay planes de estudio de ciencias en que no todo trabajo de laboratorio es experimental y que no todo trabajo práctico se realiza en el laboratorio. En esta tesis no van a ser considerados como actividades experimentales las propuestas de problemas de lápiz y papel a pesar de que Martínez *et al* (1999) establecen que estas propuestas “permiten aplicar los aspectos teóricos a situaciones prácticas específicas” y que Gil *et al* (1999, p. 316) consideran a “las prácticas de laboratorio y la resolución de problemas de lápiz y papel como variantes de una misma actividad”

Todas las denominaciones mencionadas, en general son usadas como sinónimos en la bibliografía, al igual que en este trabajo y además aquí se adiciona el nombre de actividades experimentales.

Como definición de actividad experimental compartimos dos de ellas: la de Sanmartí y la de Millar. La establecida por Neus Sanmartí (2002) entiende como “trabajos prácticos cualquier actividad que comporte la manipulación de materiales, objetos u organismos con la finalidad de observar y analizar fenómenos”. Esta definición es genérica y se aplica tanto a la química, como a la física o a la biología. Presenta varias ventajas, entre ellas la manipulación, puede incluir también aquellas actividades que emplean simuladores (software) para realizar trabajo experimental en forma virtual. Además, no se limita al laboratorio, pueden ser realizadas en la institución educativa o fuera de ella y por último establece que observa y analiza fenómenos, lo que implica un contenido conceptual.

Mientras que la de Millar, define la actividad experimental como “cualquier actividad de enseñanza y aprendizaje en la cual los estudiantes trabajan individualmente o en pequeños grupos, observan y o manipulan los objetos o materiales que ellos están estudiando” (Millar, 2010, citado en Yesiloglu y Köeoglu, 2020) Esta definición tiene

como punto común la observación y la manipulación y complementa la anterior porque especifica que puede ser empleada tanto como recurso en la enseñanza como en el aprendizaje y además especifica la manera de participación del estudiantado, indicando que puede ser individual o en un grupo reducido. En esta definición no se incluyen los organismos debido a que el autor sólo está considerando la disciplina química.

### **1.3 Evolución histórica de las actividades experimentales en la enseñanza de la química**

Para desarrollar la evolución histórica de las actividades experimentales en la enseñanza de la química se van a considerar tres ejes, en donde cada uno de ellos está centrado en la mirada de un aspecto particular de esta temática. En el primero se considera dónde, cuándo y por qué fueron introducidas en la enseñanza. En el segundo, se enfoca en la evolución de su empleo como recurso didáctico y por último en el tercero se analiza como influyó la evolución de la tecnología en las metodologías de manipulación, propia de la asignatura.

#### **1.3.1 Dónde, cuándo y por qué fueron introducidas las actividades experimentales.**

Las actividades experimentales son y han sido empleadas como recurso didáctico, desde el comienzo de la enseñanza de la química. Según Johnstone (1993) los primeros pasos en la enseñanza de la química se remontan a mediados del siglo XVIII con las clases expositivas esporádicas del Profesor William Cullen, en la universidad de Glasgow. Este profesor ejercía un cargo docente en medicina y la química estaba contenida dentro de las temáticas de ese campo del saber. Su sucesor fue el profesor Joseph Black quien comenzó a impartir sistemáticamente clases de química. Sus clases eran motivantes y muy claras en donde combinaba la exposición teórica con demostraciones experimentales. Continúa Johnstone señalando que, posteriormente Thomas Thompson, influenciado por Black y presionado por la industria, para entrenar químicos para desempeñarse tanto en los laboratorios de control de calidad, como de investigación química, introdujo a principios del siglo XIX el trabajo práctico en la formación de los químicos en la universidad de Edimburgo. A pesar de que las actividades prácticas de laboratorio en forma sistemática se extendieron por toda Europa, solo estaban reservadas a la formación de profesionales, para el desempeño en la industria y en la investigación. Recién

hacia principios del siglo XX se comienza gradualmente a dejar esta posición de formación utilitaria de aplicación y se integra en la formación de cultura general para el ciudadano y el trabajo en el laboratorio es incorporado en el curriculum de química en la enseñanza media.

### **1.3.2 Evolución de las actividades experimentales como recurso didáctico.**

La forma en que son planteadas fue variando a la largo del tiempo, así Hoftein (2017) y Domin (1999) mencionan que después de la primera guerra mundial, el conocimiento científico se incrementó y en la enseñanza, el laboratorio fue utilizado para realizar actividades experimentales, principalmente como medio para confirmar e ilustrar información previamente aprendida, ya sea en una clase expositiva del docente o en los libros de texto.

Esta forma de trabajo se extendió hasta la década de 1960, en donde en muchos países se llevó a cabo la reforma de la educación en ciencia, la que tenía como objetivo que el estudiantado estuviese involucrado en actividades de descubrimientos de distintos principios y leyes de la química, indagación y resolución de situaciones problema. Como consecuencia de esto, las actividades experimentales y el laboratorio pasaron a ocupar un lugar relevante en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias.

En estos momentos en las primeras décadas del siglo XXI, estamos empezando a transitar una nueva era de reformas en la educación científica. En esta etapa se busca que la enseñanza de las ciencias no esté destinada solamente para aquellos y aquellas estudiantes que van a continuar con carreras académicas en ciencias, sino que se generen competencias y esté dirigida a todos. Por lo que se consolida la transición entre los marcos cognitivos a sociales.

En resumen, en todos estos años se ha transitado de conductas a conocimientos y a competencias y en cada una de ellas, las actividades experimentales, han sido empleadas como herramienta didáctica, acompañando estos cambios.

### **1.3.3 Influencia de la evolución de la tecnología en las metodologías propias de la asignatura.**

También es interesante destacar en la evolución, que las propuestas de las actividades experimentales, han variado en función de los instrumentos de medición y ensayo

disponibles, de los que dependen distintas metodologías de laboratorio. Hay varios factores que inciden en el desarrollo de las nuevas metodologías, uno de ellos es la química orgánica, que desde tiempos remotos viene estando abocada a la síntesis de nuevas moléculas y siempre fue necesario e imprescindible establecer su pureza y poder calcular los rendimientos de los respectivos procesos de síntesis. Por lo tanto en paralelo y por necesidad se fue desarrollando la química analítica que requería instrumental para sus determinaciones tanto cualitativas como cuantitativas. Según Chamizo (2017) la historia de la Química se reconstruye alrededor de cinco momentos que se consideraron revolucionarios y que en algunos casos inclusive generaron subdisciplinas.

En cada uno de los momentos revolucionarios se incorporan instrumentos que producen grandes adelantos (más que los 300 años anteriores) todo lo que hizo que los químicos empezaron a pensar la estructura de la materia en otros términos hasta llegar a la mecánica cuántica

Por razones educativas y razones realísticas, las tres primeras revoluciones son nombradas después por las entidades químicas que emergieron de ellas: átomos en la primera, moléculas e isómeros en la segunda y electrones e isótopos en la tercera. Es a partir de la estructura de estas entidades, que se apoya la enseñanza de la química en la educación media en la actualidad.

A continuación se muestra la tabla 1, en donde se resumen los períodos en el tiempo, los científicos e instrumentos que fueron los protagonistas en cada una de esas etapas, las subdisciplinas que se desarrollaron y las entidades químicas que hicieron posible cada uno de estos adelantos.

**Tabla 1. Las 5 revoluciones de la química.**

Las 5 revoluciones de la química

Años	Protagonistas	Instrumentos	Subdisciplinas	Entidades
1754-1818	Black, Cavendish, Priestley, Lavoisier, Dalton	Balanza Cuba pneumatica	Química	Átomo
1828-1874	Wholer, Berzelius, Liebig, Cannizaro, Pasteur, Mendeleiev	Kaliapparat Polarímetro	Orgánica	Molécula
1887-1923	Thomson, Ostwald, Lewis, Aston, Curie, Rutherford	Tubo de rayos catódicos Espectrómetro de masas	Fisicoquímica	Electrón, núcleo Isótopo, radical
1945-1966	Zavoisky, Tiselius, Pauling, Woodward, Martin, Synge, Mulliken	Cromatógrafo UV, IR, RMN Difracción de rayosX	Química Instrumental Química Cuántica Biología Molecular	Espín
1973-1999	Lovelock, Fisher, Wilkinson, Crutzen, Molina, Rowland, Kroto, Curl, Smalley, Cram, Lehn, Pedersen, Binning, Roher, Zwill	Detector de captura de electrones Microscopía de efecto túnel de barrido Fotólisis de destello con haz láser de Ti-zafiro	Organometálica Química verde Supramolecular Nanoquímica Femtoquímica	Nanopartícula

Fuente: (Chamizo, 2017, p. 204).

Sumado a todo esto, se debe destacar que en la última década del siglo XX se comenzaron a fabricar en forma masiva, computadoras cada vez más potentes que permiten procesar grandes cantidades de datos y realizar múltiples cálculos, permitiendo tener resultados en unos pocos minutos y además mediante el empleo de sensores e interfases se pueden obtener gráficas en forma simultánea al desarrollo del experimento, lo que incide positivamente en la enseñanza de la química, porque al tener datos procesados en forma simultánea, favorece una mejor comprensión de la actividad propuesta. También estas tecnologías posibilitan evidenciar que está ocurriendo una reacción química cuando no hay ningún cambio que se pueda percibir con los órganos de los sentidos, como es el caso de la valoración conductimétrica o potenciométrica de un ácido con una solución de hidróxido de sodio en donde después de cada agregado del agente titulante se registra un cambio numérico en el instrumento de medida (Bardanca, 2017, p. 79)

Estas revoluciones en la historia, que marcaron el desarrollo tanto en la investigación como en la industria, se permean a la enseñanza. La tecnología cada vez más, permite generar simuladores de equipos de medición y ensayo a bajo costo, aplicables en la enseñanza experimental de la química, lo que posibilita simular o acercarse al trabajo que se lleva a cabo en forma habitual en los laboratorios de investigación. Los avances

tecnológicos en computación generaron los laboratorios virtuales que permiten el trabajo con sustancias y/o procesos riesgosos y probar condiciones de temperatura, presión, pH y concentraciones límites que por razones de seguridad no serían viables en el laboratorio. También da la posibilidad al estudiantado, de realizar repaso para una instancia de evaluación curricular y/o repetir un experimento, las veces que sean necesarias, hasta la total comprensión de los principios o leyes químicas que los sustentan.

Todas estas propuestas apoyadas en las tecnologías están enmarcadas en lo que habitualmente se dan en llamar propuestas innovadoras para la enseñanza.

#### **1.4 Propuestas innovadoras para la enseñanza de las ciencias.**

Estas propuestas implican el empleo de recursos y tecnologías y una ejecución haciendo uso de estrategias diferentes a lo acostumbrado, en determinadas condiciones de espacio y de tiempo.

Según la UNESCO (2014, citado en UNESCO, 2016.)

La innovación educativa es un acto deliberado y planificado de solución de problemas, que apunta a lograr mayor calidad en los aprendizajes de los estudiantes, superando el paradigma tradicional. Implica trascender el conocimiento academicista y pasar del aprendizaje pasivo del estudiante a una concepción donde el aprendizaje es interacción y se construye entre todos.

En educación siempre se está partiendo de experiencias anteriores, sobre las cuales se puede seguir creciendo y mejorando, por eso se habla de “experiencias educativas innovadoras” las cuales van a estar contextualizadas en las características de cada institución educativa y los patrones culturales de los actores que en ellas intervienen.

En general estas propuestas se presentan como proyecto de aula y no necesariamente están vinculadas a reformas curriculares ni a cambio del plan de estudios.

Puede ser que no resulte fácil establecer cuando estamos frente a una propuesta innovadora, Lo Priore y Anzola (2010, p. 87) plantean una lista de posibles actividades que pueden ser consideradas como innovadoras, la que se reproduce a continuación:

- Cambios de método y práctica del docente, tales como: temas generadores, proyectos interdisciplinarios, organización de las asignaturas, metodologías para la participación activa del alumnado, experiencias teórico-prácticas.
- Cambios en las estrategias didácticas: estrategias de transferencia, trabajo en grupo, trabajo colaborativo, simulación de situaciones reales.
- Cambios en las actividades: ensayos innovadores en la secuencia de acciones, actividades significativas, que fomenten la creatividad del participante y otras.
- Cambios de espacios de aprendizaje: trabajo de aula viva en la naturaleza, en la comunidad, en el aula, fuera de ella, vía síncrona y asíncrona a través de espacios virtuales.
- Cambios de recursos didácticos: incorporación y/o creación de recursos que promuevan el aprendizaje, incluyendo los recursos que ofrecen las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

Sin duda la política educativa de las autoridades de la enseñanza puede estimular y apoyar a las instituciones para que se propongan este tipo de experiencias con el fin de fomentar la mejora continua de la calidad de la enseñanza. En nuestro país desde 2009 la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) llama a concurso para que los docentes presenten este tipo de propuestas, que luego son recogidas en una publicación con periodicidad anual, llamada “Sembrando experiencias” (Uruguay Educa) en donde está incluido un capítulo para la divulgación de los aportes innovadores, para la enseñanza de las ciencias.

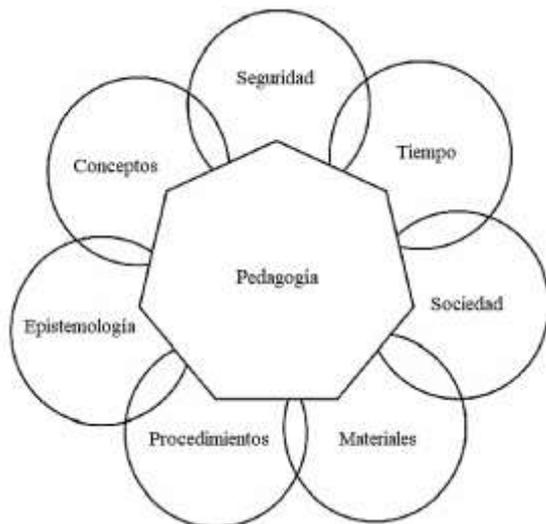
Mediante esta publicación, se busca la divulgación a una comunidad amplia de docentes, el carácter innovador, la manera pertinente y creativa de los proyectos, los que incluyen problemáticas propias de las comunidades educativas

En estas propuestas, el rol de las y los docentes como actores del cambio educativo es importante, donde la institución educativa es su espacio de acción y propulsor.

### **1.5 Rol del docente en las actividades experimentales.**

En las actividades experimentales él y la docente desempeña un rol relevante porque:

- a) es quien gradúa la dificultad y la apertura del problema que se propone al alumnado. Es conveniente que haya una progresión de dificultad creciente en las actividades propuestas en donde es necesario tener en cuenta la edad de los y las estudiantes.
- b) va a tener una acción mediadora en las observaciones que realiza el estudiantado. Si bien el alumnado es capaz de llevar a cabo un experimento, su observación es selectiva basada en sus conocimientos previos. No hay garantía de que perciban lo que realmente ocurre sin una forma guiada.
- c) trata de evitar que haya una sobrecarga de la memoria de trabajo. lo que favorece que el aprendizaje significativo tenga lugar. Muchas veces una hoja con instrucciones para realizar la actividad, ejecución de técnicas con los cuidados de seguridad necesarios, realizar observaciones, registrarlas empleando el lenguaje con las definiciones estrictas, crean una sobrecarga de la memoria del y de la estudiante.
- d) busca incentivar los cuestionamientos en los estudiantes. Tanto Grau (1994) como Furman, Barreto y Sanmartí (2013) establecen que lo difícil es establecer la pregunta de indagación. En las indagaciones las preguntas rara vez son iniciadas por el estudiante, no emergen en forma espontánea. Esto probablemente ocurre porque cuestionarse es un proceso de razonamiento que está embebido estructuralmente en el pensamiento crítico, creativo y de solución de problema y además está asociado al nivel intelectual de la persona.
- e) es quien adapta o diseña las actividades experimentales que se proponen. Cuando se diseñan actividades experimentales según Wei y Li (2017) los docentes generalmente tienen en cuenta 8 factores que clasifican en las siguientes categorías: seguridad, tiempo, sociedad, materiales, procedimientos, aspectos epistemológicos del docente, conceptos que se desean arraigar en el estudiante y aspectos pedagógicos. Estos factores son los mismos que les permiten establecer diferencias entre los distintos tipos de actividades experimentales que se realizan en los centros de enseñanza y las que realizan los científicos en los centros de investigación como se muestra en la figura 1.



Se comparte con Wei y Li el planteo de un modelo ideal para el diseño del trabajo práctico en donde deben estar incluidas las 8 dimensiones. Estos autores establecen que la dimensión pedagógica debería ser considerada seriamente y ocupar un lugar central, porque en definitiva establece el significado y el objetivo final de la actividad en el centro educativo y las diferencias de las actividades experimentales de los científicos.

tienen en  
el diseñar ac-  
tales

Wei y Li (2017,

Las siete dimensiones restantes deberían tener el mismo peso, pero, en una investigación que llevaron a cabo en la universidad de Macau (China) sobre una muestra representativa de 87 docentes, encontraron que el 27% considera importante la pedagogía el 26% los procedimientos y epistemología un 14%. Mientras que seguridad, tiempo, conceptos, materiales y sociedad fueron considerados en porcentaje menores que van entre 2 y 8% en donde se ve claramente que a pesar de que los docentes habitualmente las consideran importantes, las ponderan de distintas manera.

Las ocho dimensiones están interconectadas y el trabajo experimental no debe ser propuesto en función de una o dos de las dimensiones.

La implicación de este modelo, es que la noción de actividad experimental no debe ser entendida, solo como contenido pedagógico o curricular, sino que debe ser visto como práctica científica multifacética, que incluya varias dimensiones interconectadas.

### 1.6 Importancia de las actividades experimentales

En la actualidad, para los y las docentes hay un convencimiento muy firme de que las actividades experimentales permiten lograr eficiencia en la tarea de enseñar. Ellas constituyen un recurso para generar conocimiento mediante la realización de ensayos y

modelización, en donde se identifican y controlan variables de los procesos o de los fenómenos en estudio.

Tanto en la bibliografía, como en las guías para educadores, se presentan propuestas que están sistematizadas por grupos de docentes expertos y creativos

Debido a la importancia que tienen, hay libros que contienen únicamente propuestas de actividades experimentales, (Fernández, 2013) (Roca, 2014) (González et al, 2013) (Ceretti y Zalts, 2000) que luego cada docente lleva a cabo la transposición didáctica en donde la adapta a su realidad, a fin de resolver las distintas situaciones que se le suscitan al momento de enseñar.

También hay publicaciones periódicas seriadas que han dedicado números enteros a esta temática como es el caso de *Alambique* (1994 (2) y 2004 (39)) y *Chemical Education Research and Practice* (2007 (2))

Hay un sentimiento arraigado entre los docentes en donde sin ningún tipo de cuestionamiento consideran que las actividades experimentales son un buen recurso didáctico. Es cierto que incrementa la batería de herramientas para enseñar y le da un respiro al alumno del trabajo escrito y de las clases expositivas pero ¿realmente hacen que el aprendizaje de las ciencias sea más sencillo?

Recién hacia los alrededores de 1960 comenzaron las preguntas reflexivas acerca del aprendizaje de la ciencia y surgen nuevas formas de pensar de cómo enseñar y aprender ciencia.

Kerr en una investigación en 1961 (citado por Johnstone, 2001) encontró que las actividades experimentales son empleadas por los docentes con distintas finalidades, entre ellas:

1. Encauzar y estimular la observación, descripción y su registro cuidadoso
2. Promover el sentido común y el método científico
3. Desarrollar manipulación
4. Entrenar la mente en la resolución de situaciones problema
5. Cumplir con requerimientos de exámenes prácticos
6. Desarrollar trabajo teórico que ayude a la pre-comprensión.
7. Verificar hechos y principios enseñados.
8. Ser una parte integral del proceso de encontrar por indagación un hecho y llegar a principios de la química
9. Despertar y mantener interés en los temas.

10. Logar hacer que los fenómenos sean más reales a través de la experiencia.

Estos puntos en lineamientos generales fueron reafirmados y retomados por Hofstein (2017) en donde muchos de estos objetivos coinciden con los objetivos generales de la educación en ciencias. Además Johnstone (2001, p 45) también consideró los objetivos afectivos: como el interés en el tema, disfrutar del tema y sentir la realidad del fenómeno discutido teóricamente.

Para aprender química, no alcanza con conocer sus principios y leyes, definiciones y modelos, sino que también es importante conocer sus métodos y tener presente que no se trata de un conjunto de conocimientos estáticos, sino que se está cuestionando constantemente, los modelos teóricos en los que se sustentan, generando un proceso dinámico y de alguna manera esta idea debe permearse en su enseñanza a través de las actividades experimentales.

Estas por su importancia están incluidas en los contenidos programáticos de la asignatura química en los distintos niveles de la educación formal.

En función de que la didáctica según responde a concepciones sobre la educación, la sociedad, el sujeto, el saber y la ciencia, nos conduce a un conjunto de principios de acción y técnicas utilizadas al enseñar y es por esto que en los libros de didáctica de las ciencias (Benia, 2013) (Varela Martha, 2010) (del Carmen Luis, 2000) generalmente incluyen un capítulo o parte de él para fundamentar su importancia, la potencialidad que tienen y presentan las distintas estrategias para su planteo en el aula.

### **1.7 Clasificación de las actividades experimentales**

Desde su implementación en la enseñanza de la química, las actividades experimentales han tenido grandes adherentes y detractores. Pero se considera que pueden ser muy beneficiosas o tener un efecto negativo en la enseñanza, en función de cómo se proponen y de los objetivos que se pretenden lograr con ellas.

En la bibliografía se han encontrado varias clasificaciones de las tareas experimentales, que se sustentan en criterios diversos.

Así por ejemplo, Chin et al (2004, citado en Downing y Holtz 2008, p. 74) las han organizado en tres categorías, en función del ámbito en que se desarrollan, clasificándolas en actividades experimentales en el laboratorio cuyo propósito es generar nuevos

aportes al conocimiento científico, actividades experimentales en la escuela, cuyo objetivo es promover el conocimiento de la ciencia que está incluido en la bibliografía y por último, en actividades experimentales en el lugar del campo de trabajo, las que dan soporte a los objetivos de un proyecto en particular.

En la tabla 2 se presenta un resumen de otras clasificaciones, que a pesar de que fueron propuestas por distintos autores en tiempos diferentes, presentan puntos en común. Estas similitudes a veces no resultan de fácil reconocimiento, debido a la polise-  
mia del lenguaje.

**Tabla 2. Clasificación de actividades experimentales**

Clasificación de actividades experimentales		
Woolnough y Allsop(1985), Chamizo(2013)	Gott, Welford y Fould (1988)	Leite y Figueroa (2004)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencias</li> <li>• Ejercicios prácticos</li> <li>• Investigaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentos ilustrativos</li> <li>• Experimentos informativos</li> <li>• Actividades de observación</li> <li>• Uso de habilidades básicas</li> <li>• Investigaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad práctica</li> <li>• Actividad de laboratorio</li> <li>• Trabajo experimental</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia en base a la literatura consultada

Woolnough y Allsop consideran experiencias a aquellas actividades que buscan una familiarización con los fenómenos de la ciencia, los ejercicios prácticos para aprender habilidades prácticas y técnicas y las investigaciones que permitan y posibiliten trabajar como los científicos o tecnólogos en la resolución de problemas. Esta clasificación fue retomada por Chamizo y Nieto (2013 p 14). Otra clasificación es la propuesta por Gott Welford y Fould que las dividen en cinco categorías, en donde las actividades de observación incluyen la interpretación, el empleo de actividades básicas implica también el uso de instrumentos, las investigaciones a su vez las sub clasifican en función del tipo y número de variables que intervienen (Gott y Dugan, 1995 citado en Caamaño, 2004, p. 8). Las experiencias ilustrativas cumplen la función de conocer y aprender la teoría que las sustentan y finalmente los experimentos informativos proponen que los alumnos tomen conciencia de determinados fenómenos

Finalmente, Leite y Figueroa presentan otra clasificación; consideran que la actividad práctica, corresponde a cualquier actividad en la que el alumnado esté activamente involucrado (no necesariamente en forma experimental). En la actividad de laboratorio consideran que está implicada la utilización de materiales de laboratorio. Esta actividad se puede desarrollar tanto en el laboratorio como en el salón de clase, si no es riesgosa. Por último, mencionan el trabajo experimental, que incluye cualquier actividad que involucre control de variables y se puede desarrollar en el laboratorio, en el campo de trabajo o en ambientes multimedia. Puede ser un trabajo guiado o de indagación.

Como se ha expuesto, las actividades experimentales se pueden clasificar en función de distintos criterios, en el desarrollo de este trabajo se tuvo en cuenta dos criterios de clasificación. En el primero, se consideró la estrategia didáctica mediante la cual se proponen las actividades experimentales y en el segundo los objetivos que se persiguen con ellas.

### 1.7.1 En función de la estrategia didáctica mediante la cual se proponen

Dentro de este criterio nos remitimos al trabajo de Johnstone (2001) en donde presentó una clasificación con cuatro estilos diferentes de actividades experimentales siendo ellas: actividades expositivas, por descubrimiento, basadas en planteo de una situación problema y las de indagación. También indicó algunas de las características principales de cada una de ellas. En la tabla 3 se presenta un resumen de las consideraciones que realizó este autor.

**Tabla 3. Estilos de actividades experimentales**

Estilo de la actividad experimental	Resultado final	Proceso de acercamiento	Procedimiento para la actividad
Expositivo	Predeterminado	Deductivo	Suministrado por el docente
Descubrimiento	Predeterminado	Inductivo	Suministrado por el docente.
Basado en planteo de una situación problema	predeterminado	Deductivo	Generado por estudiante
Indagación	Sin determinar	Inductivo	Generado por estudiante

Fuente: Traducido de Johnstone y Al-Shuali (2001, p. 45)

Tanto en las actividades expositivas, como en las de descubrimiento, el procedimiento es suministrado por el docente y estudiantes y docentes conocen cual va a ser el resultado de la actividad; lo que puede producir falta de motivación y estímulo. En la mayor parte de los casos, los y las estudiantes se remiten a comparar los resultados obtenidos con los esperados por ser conocidos

Las actividades pautadas por un procedimiento son probablemente de las más empleadas en la enseñanza de la química y según Caamaño (2004) fácilmente pueden ser convertidas en indagaciones, modificando la manera en que son presentadas y realizadas.

Para que una actividad sea considerada de indagación, se deben cumplir dos condiciones: que incluya una pregunta investigable y que implique que los estudiantes analicen datos para responderla. En estas actividades el procedimiento es generado por el estudiantado, lo que los estimula y desafía

Tanto en las actividades por descubrimiento como por indagación el docente va induciendo, guiando al estudiante para que logre alcanzar mediante sus resultados los objetivos propuestos. Según Johnstone (2001) constituyen investigaciones irreales por dos motivos una de ellas es que la actividad tiene una limitación en el tiempo (al circunscribirse al horario de clase) y por otro lado, presenta simplificaciones tanto en la manipulación como en el contexto teórico que la sustenta. Además puntualiza que ciertos docentes hacen mucho énfasis en el proceso científico y no en los contenidos de la ciencia.

Johnstone continúa diciendo que la motivación no está garantizada simplemente por el trabajo experimental, sino que se necesita despertar el interés de los y las estudiantes.

### **1.7.2 En función de los objetivos para las que son propuestas.**

Caamaño (2004) considera cuatro categorías: experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones

En la tabla 4 se resumen las características, objetivos de cada uno de los tipos de actividad experimental y se ilustra con ejemplos.

**Tabla 4. Tipos de actividades experimentales Clasificación de las actividades experimentales.**

<b>Tipo de actividad</b>	<b>características</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Experiencias</b>	Son utilizadas para obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos	Adquisición de experiencia de los fenómenos imprescindibles para plantear una comprensión teórica.	Cambios de color, desprendimiento de un gas, formación de un precipitado, formación de una especie química coloreada.
<b>Ejercicios ilustrativos</b>	Ilustrar principios y leyes e interpretar fenómenos desde perspectiva constructivista. Pueden ser demostrativas si lo realiza el profesor.	Pueden constituir una aproximación cualitativa o cuantitativa al fenómeno. El uso de sensores permiten la visualización gráfica inmediata en pantalla de los datos	La visualización cuantitativa de la relación entre el aumento de la presión y la disminución del volumen de un gas (ley de Boyle)
<b>Ejercicios prácticos</b>	Constituyen actividades para el aprendizaje de métodos y técnicas y determinación de propiedades	Aprendizaje de procedimientos o destrezas y/o ilustrar o corroborar la teoría. Actividades centradas en la determinación de propiedades o relaciones entre variables	La identificación de distintas especies químicas mediante cromatografía en papel o capa fina.
<b>Investigaciones (indagación)</b>	Actividades que se utilizan para construir conocimiento, comprender los procesos de ciencia y aprender a indagar.	Encontrar respuesta a una pregunta o corroborar una hipótesis. Según la complejidad conceptual del problema planteado requerirá un mayor o menor conocimiento conceptual para su resolución.	-¿Qué porcentaje de ácido fosfórico contienen las bebidas cola? -Los colorantes incluidos en las bebidas deportivas ¿están permitidas por las normas vigentes? ¿Son los que están declarados en la rotulación?

Fuente: Adpatado de Fernández (2014)

Se comparte con Caamaño (2004, p. 14) que en el aprendizaje de los procedimientos puede ser útil la perspectiva atomista, considerando que la primera etapa del aprendizaje está dada por el manejo de instrumentos y de técnicas pero la comprensión procedimental de la ciencia se capta mejor desde una perspectiva holística, y además en general es más motivadora. Dentro de las actividades holísticas están comprendidas las indagaciones y la resolución de problemas prácticos.

Gelon et al (2011) proponen una estrategia interesante, que consiste en exponer a los alumnos a fenómenos llamativos, para lo que no hay una explicación evidente. Estos

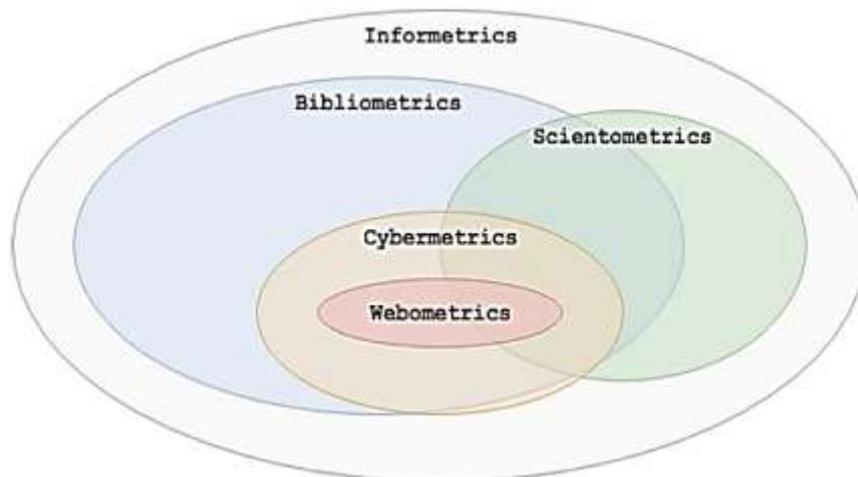
fenómenos discrepantes (Harcombe, 2001), llamados así porque no concuerdan con lo que los alumnos esperan ver, generan no sólo curiosidad sino una necesidad genuina de comprender porque sucede lo que tienen ante sus ojos. Cuando las observaciones resultan difíciles de conciliar con experiencias previas, se convierten en problemas para resolver y desafían a buscar nuevas explicaciones.

## 1.8 Cienciometría

La presente investigación de carácter documental, se orienta hacia los artículos sobre propuestas experimentales de química en publicaciones seriadas, las que son seleccionadas mediante una fundamentación cuantitativa. Este campo disciplinar dispone de métodos e instrumentos que permiten medir y analizar en forma sistemática y objetiva, muchos aspectos sobre los distintos campos del conocimiento.

La cuantitativa es un análisis de la producción multidisciplinar de la ciencia y trata de aplicar el método de la ciencia, al estudio de la ciencia, (Maz *et al*, 2009). Estos estudios abarcan no solo la medición del impacto de artículos de revistas e instituciones, el análisis de las citas que una publicación recibe de otras posteriores, de las referencias que una publicación hace de otras anteriores, sino también el mapeo de campos científicos, sus tendencias y la producción de indicadores. Todo lo cual conduce en un sentido más amplio al conocimiento de los procesos y la naturaleza de las ciencias.

La cuantitativa se solapa significativamente con otros dominios como la bibliometría, cibermetría y la webmetría como se muestra en la figura 2



**Figura 2. Relación entre los campos info/biblio/ciento/ciber/web/metric.**

El solapamiento de las elipses sólo cumple la finalidad de claridad.

Fuente: Extraída de Björneborn, Ingwersen (2004).

La bibliometría, tiene su dominio de investigación en bibliotecas y ciencias de la información, estudia aspectos cuantitativos de publicaciones escritas mientras que la informetría es el estudio de los aspectos cuantitativos de la información, considerado como un dominio general que abarca al resto de ellos.

El volumen de producción de literatura científica es enorme y está aumentando cada año en forma exponencial sobre todo en los últimos años, debido a la diversidad de disciplinas, a la sistematización de la investigación en las Universidades, y está favorecido además por la posibilidad de publicaciones *on line* y el incremento de publicaciones de acceso libre. Frente a esta realidad, hay herramientas que se utilizan para el estudio, análisis y evaluación de la ciencia, siendo la bibliometría una de las principales. Alan Pritchard a fines de los años 60 (1969) fue el que acuñó el término con la actual significación.

Esta herramienta aplica métodos matemáticos y estadísticos sobre indicadores representativos, con el fin de estudiar la actividad científica, suministrando información que es utilizada por diferentes agencias de evaluación en donde se generan bases de datos ranqueadas que se pueden utilizar con varios objetivos entre ellos para catalogar una revista.

El investigador Ruben Urbizagastegui establece además

La comunicación a través de las revistas académicas es la forma más utilizada por los investigadores para difundir los resultados de sus trabajos. En general, las revistas más prestigiosas en un determinado campo, son las que reciben un mayor número de artículos buscando su publicación. Pero en el campo científico no basta con la publicación, también es necesario que el documento publicado sea fácilmente accesible por la comunidad. Esa literatura publicada es almacenada e indizada en bases de datos bibliográficas especializadas, aunque por múltiples razones esas bases de datos nunca son completas ni logran indizar todo lo publicado en un área específica del saber. (Urbizagastegui, 2016, p. 52).

Algunas disciplinas tienen una larga tradición a nivel internacional y cuentan con numerosas revistas especializadas que demuestran una alta calidad y han sido listadas en alguna base de datos de consulta mundial como *Science Citation Index* (SCI) y *Social Science Citation Index* (SSCI) del *Institute for Scientific Information* (ISI) de Filadelfia, la *Scimago Journal and County Rank* (SJR) (Scopus desarrollada por la empresa Elsevier), *Journal Citation Reports* (JCR) (*web of science group*).

Para la selección de las publicaciones seriadas en este caso se recurrió a la clasificación SJR porque es una de las más consultadas e incluye la categoría Educación.

Las revistas ubicadas en estas bases de datos son reconocidas por satisfacer, no solo altos requerimientos de calidad editorial sino también con los de calidad técnico-científica. Se habla de revistas arbitradas, esto implica que los artículos publicados en ellas, son evaluados por editores y por pares (que poseen experticia técnica en el tema desarrollado en el artículo). La evaluación se lleva a cabo siguiendo las pautas establecidas en cada una de las revistas.

En las categorías temáticas de SJR las revistas están ordenadas en forma decreciente en función del índice de impacto (IP). Este indicador es tal vez el más conocido y fue introducido por primera vez por Garfield (1955)

El IP mide en forma global la repercusión que tiene una revista en base a la citación que reciben los artículos que en ella se publican. Su cálculo es sencillo: la SJR lo define como: el número promedio de las citas recibidas en un determinado año elegido, dividido el número total de documentos publicados en la revista en los 3 años previos.

Este indicador permite comparar revistas, establecer rankings en función de este factor y reflejar la relevancia relativa de cada título (Scimago Journal Rank, 2018)

Además, las revistas están agrupadas en cuatro partes iguales denominadas cuartiles (Q1, Q2, Q3 y Q4), en donde Q1 contiene las revistas con los factores de impacto más elevados (son las de mayor prestigio) y Q4 los más bajos.

El cuartil es un indicador que mide la posición de una revista en relación con todas las de su área. Evalúa la importancia relativa dentro del ranking de su especialidad.

En la actualidad hay instituciones como la Universidad de la República (Uruguay) que adhieren a la Carta de intención de San Francisco (DORA) (2012) Cagan (2013) y están evaluando entrar a la red AMÉRICA donde se han creado métricas distintas al índice de impacto, para el ranking de las publicaciones, Esta base de datos aún está en sus etapas iniciales, por lo que no fue considerada.

## **CAPÍTULO 2 METODOLÓGICO**

### 2.1 Fundamento metodológico.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen la investigación “como un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema”.

Mientras que Ballester, Cristóbal y Amer (2004, p. 21) la definen como “un conjunto organizado y sistematizado del conocimiento humano que tiene como objetivo aportar explicaciones fundamentadas, adquirido a través del uso del método científico”.

En estas definiciones que no datan de muchos años, se resalta que es sistemático y además son compatibles y complementarias entre sí, en donde a partir de ellas se podría generar una nueva definición que las incluyera.

Además, Ballester, Cristóbal y Amer continúan diciendo “La ciencia no es algo abstracto y aislado del mundo, sino que depende del contexto social, sin el cual es difícil comprender la conducta humana, ya que es dentro de él, donde los sujetos interpretan sus pensamientos, sentimientos y acciones (2004, p.77).

La investigación se aplica en varios campos del saber y entre ellos está la educación. Abero *et al* (2015) diferencian entre investigación en educación y sobre educación la primera se centra en la práctica educativa y es llevada a cabo por docentes que realizan

investigación y “supone una mirada ‘desde dentro’, o sea que implica la aprehensión desde la experiencia [...] cada vez que hay resultados se comparten con la comunidad”. Mientras la investigación sobre educación busca “conocer por conocer y/o conocer para colaborar en la toma de decisiones vinculadas a las políticas educativas. Por lo tanto su interés es técnico académico”. (Abero et al. 2015, p. 41-42).

La investigación en educación se ha incrementado en forma exponencial a partir de las dos últimas décadas del siglo XX hasta nuestros días, lo que está demostrado con el aumento de publicaciones sobre esta temática en libros, artículos y memorias de congresos.

La información y conocimiento que aporta este tipo de investigación es relevante y puede ser empleada con distintos fines, entre ellos conocer y mejorar las prácticas docentes.

En la bibliografía en función de los objetivos los distintos autores han propuesto diversas metodologías para llevar a cabo la investigación y aun no hay un consenso de una clasificación única ni tampoco en la forma de nombrarlas.

Hurtado (2000) plantea la metodología de la investigación con una visión holística y en función del nivel y los objetivos define el ciclo holístico que está constituido por diez tipos de investigación: exploratoria, descriptiva, comparativa, analítica explicativa, productiva, proyectiva, interactiva, confirmatoria y evaluativa en donde las considera

como momentos de un proceso continuo y progresivo, en el cual lo que un investigador deja en un cierto nivel, otros investigadores lo retoman para hacer de cada conclusión un punto de partida. El ciclo holístico reúne los objetivos básicos del proceso de investigación y los organiza en una secuencia dinámica Hurtado (2000, p. 20)

De acuerdo al problema de investigación, a los objetivos específicos planteados, así como el marco teórico desarrollado, se elige llevar a cabo una investigación no experimental, en donde una de sus características es que el investigador no puede controlar las variables.

Además, tiene un enfoque cualitativo con un alcance de investigación descriptivo, lo que permite ordenar, agrupar o sistematizar en forma analítica las metodologías empleadas y las características de los trabajos experimentales.

La investigación cualitativa posee aspectos propios que la hacen adecuada para este tipo de investigación, en entre ellas Sandoval (1996, p. 149) resalta la apertura, flexibilidad, sensibilidad estratégica y referencialidad o no prescriptivas en donde establece además que las cuatro características están interconectadas entre sí.

La flexibilidad y la apertura en el diseño son importantes, porque da la posibilidad de retroalimentación entre categorías preestablecidas y el análisis de datos que se va realizando durante el trabajo de campo y en función de esto, permite incorporar nuevos elementos en el diseño.

Si consideramos una clasificación de la investigación por su profundidad, la presente investigación es exploratoria, en donde se identifican aspectos que permiten definir mejor a las tareas experimentales y su práctica. Este tipo de investigación tiene la particularidad de que importa el tema, su contexto, pero no la pregunta de investigación.

El enfoque de la investigación es principalmente cualitativo a pesar de que en la apertura del trabajo no se descartó la posibilidad de un enfoque cuantitativo. La decisión de no descartarlo estuvo basada en el deseo de medir el número de artículos que incluyen propuestas de actividades experimentales sobre el total de artículos publicados y establecer si la importancia que los distintos docentes manifiestan está reflejada en el número de publicaciones.

En esta investigación se emplea la técnica de investigación documental. Galeano (2009) define esta técnica como:

el proceso que, mediante la aplicación de métodos científicos, procura obtener información relevante, fidedigna e imparcial, para extender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento; es decir, la investigación no es una actividad propia de la vida académica, sino que se extiende a toda actividad profesional; ya que tanto el estudiante como el profesional, frecuentemente participan en la preparación de ensayos, informes, monografías, memorias, manuales, etc., que coadyuvan a la solución de los múltiples problemas que a diario se les presentan .... (Galeano, 2009, citado en Ortiz, 2015, p. 64)

Uno de los puntos destacables que presenta este tipo de investigación es que no es necesario que el investigador o la investigadora sea parte del campo que estudia, lo que presenta la ventaja de que no hay incidencia alguna de contaminación por su presencia.

Además, permite ver como un todo, la información obtenida en su globalidad, facilitando su estudio, análisis, interpretación y extracción de conclusiones. También da la posibilidad de evaluar a lo largo de un determinado lapso de tiempo, la evolución que ha tenido un tema. Otro punto a destacar es que esta técnica permite en relativamente poco tiempo y a bajo costo relevar una cantidad significativa de información de origen variado.

En función de la amplitud de la información y la complejidad de la realidad en la investigación documentada es importante tener en cuenta la flexibilidad del diseño, con el fin de poder considerar aspectos emergentes durante su desarrollo que permitan la retroalimentación lo que es posible en una investigación cualitativa documental.

Las fuentes de información pueden clasificarse como primarias o secundarias. En las primeras, la información es nueva, generada por los propios actores mientras que las secundarias, están dadas por información obtenida de las fuentes primarias recopilada, filtrada y re escrita en un nuevo formato por personas que han recibido y/o buscado y procesado la información.

Las fuentes de información primaria, solo publican informes de investigaciones originales. Dentro de estas fuentes de información, se encuentran las revistas científicas que se pueden definir como publicaciones académicas seriadas en donde se presentan investigaciones nuevas. Los artículos deben ser de alta calidad y son aceptados para su publicación después de que fueron evaluados por expertos en el tema. Además estas revistas cuentan generalmente con un comité editorial de científicos destacados y reconocidos por la comunidad científica, los que determinan la política editorial.

En este caso la investigación se llevó a cabo sobre fuentes de información primarias porque para lograr los objetivos era necesario buscar información relativamente reciente sobre qué actividades experimentales son las que se están proponiendo en los últimos años y cómo se utilizan en la enseñanza de la química.

## **2.2 Universo, unidad de análisis y período de tiempo a observar.**

Toda investigación se enmarca en una extensión temporal y espacial por lo que es necesario establecer el universo, delimitar el campo de trabajo y el tiempo. En este caso el universo está conformado por todas las publicaciones extranjeras seriadas que se encuentran dentro de la categoría educación en el *Scimago Journal Rank* y a nivel local por las editadas por instituciones tanto públicas como privadas que tienen revisión por pares. Mientras que la unidad de análisis incluye las que tienen en su alcance la enseñanza de la Química o de las ciencias y dentro de ella fue seleccionada la muestra de estudio.

Con el paso del tiempo la información científica va perdiendo vigencia y para la elección del rango de tiempo se tuvo en cuenta una de las leyes bibliométricas establecidas por Castillo (2002): Ley de Obsolescencia o Envejecimiento.

Se toma como concepto de Obsolescencia o envejecimiento el establecido por Urbizagástegui

La literatura revisada establece que un documento es obsoleto cuando deja de ser citado, es decir, cuando deja de ser usado por una comunidad académica como fuente de información para justificar, argumentar o contradecir las afirmaciones o hallazgos reportados por otros autores. (Urbizagástegui, 2014, p.207).

La obsolescencia de la información no es un concepto nuevo; el primer trabajo en el cual aparece es el de Gross y Gross (1927)

A lo largo del tiempo distintos autores estudiaron este tema y propusieron diversos indicadores para medir el grado de obsolescencia.

Con fines prácticos Burton y Kebler (1960) introdujeron el concepto de “vida media” que surgió por analogía entre la rapidez de obsolescencia de la literatura científica con el decaimiento de sustancias radioactivas. En donde el tiempo de vida media, es el tiempo requerido para la desintegración de la mitad de los átomos de una muestra de una sustancia radiactiva. Por lo tanto por analogía cuanto mayor es la vida media, mayor es la vigencia de la publicación. Este indicador bibliométrico mide el envejecimiento de las publicaciones en número de años y estos autores encontraron que en Química es de 4,8 años.

En el trabajo de Arias (2017, p. 5), se hace referencia a otro indicador del envejecimiento de la literatura científica: el índice de Price, que relaciona el porcentaje de

referencias de cinco años o menos de antigüedad, con el total de referencias citadas. Cuando más abundante es la literatura de una disciplina el índice de Price se acerca al 50% y decrece cuando la literatura total aumenta. En un estudio realizado por Sjöberg calcula la vida media y el índice de Price y encuentra que la vida media para Química es de 7,0 años y el índice de Price 33,7% (Sjöberg 2010, p. 65)

En función de estos resultados, se eligió un rango de tiempo de 6 años que es el promedio de los valores de vida media informados por los autores antes mencionados. La presente investigación documental se llevó a cabo entre los años 2015 y 2020.

### **2.3 Criterio de selección de la muestra**

En este caso la muestra no es probabilística, es intencional. No pretende ser representativa del universo sino que es construida desde el punto de vista teórico. Este tipo de muestreo permite relevar abundante información de una población con características predeterminadas y sacar conclusiones.

Es importante elegir con cuidado la muestra ya que de ella depende los resultados obtenidos. Para su elección se pueden seguir distintos criterios. En este caso se tiene en cuenta que incluya revistas tanto americanas como europeas, publicadas en inglés o en español. Se incluye revistas en inglés, porque es bien conocido que el número de publicaciones en este idioma, en los distintos campos del saber, es mayor (superior al 70%) que en las publicaciones en otra lengua; aunque el idioma natal de los autores sea otro y por lo tanto tienen mayor difusión. (Rodríguez, Raso y Ruiz-Palmero, 2019, p. 74) (Valverde-Alulema, Reyes y Largo, 2017, p. 405) (Torres y Torrell, 2020, p. 14).

Otro aspecto importante a destacar es el tamaño de la muestra. Esta debe ser lo suficientemente pequeña para que pueda ser analizada en tiempos razonables y además que dé una adecuada capacidad operativa para recolectar información que permita su análisis. En función de esto se seleccionaron cuatro publicaciones teniendo en cuenta la frecuencia de publicación de la revista (no se consideraron las publicaciones con frecuencia anual y semestral).

Se busca además, que fueran reconocidas por la colectividad docente por su buen nivel académico lo que asegura que son de las más leídas. Por ello se tiene en cuenta para su selección la posición en el SJR y el cuartil al que pertenecen.

En función de todo lo expuesto en la tabla 5 se muestran las publicaciones seleccionadas.

**Tabla 5. Revistas seleccionadas para llevar a cabo la investigación en donde se indica información extraída de la JSR de 2018.**

Revista	Posición en SJR	Q	Idioma	País	frecuencia	Organización que la publica
CERP	0.778	Q1	Inglés	UK	trimestral	RSC
Eureka	0.378	Q2	Español	España	cuatrimestral	Universidad de Cádiz. España
JCE	0.464	Q2	Inglés	EEUU	mensual	co-publicada ACS División de Educación Química y División publicaciones
Educación Química	0.119	Q4	Español	México	trimestral	UNAM

Q: cuartil, UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México, EEUU Estados Unidos de América, ACS American Chemical Society. UK United Kingdom. RSC Royal Society of Chemistry

Fuente: Elaboración propia.

A nivel local se busca que las publicaciones seriadas tengan revisión por pares y que sean editadas por instituciones reconocidas. En función de esto se elige la Revista Electrónica Enseñanza de la Química editada por el Departamento Nacional de Química. Instituto de Matemáticas y Ciencias del Consejo de Formación en Educación. Administración Nacional de Enseñanza Pública (ANEP) y la Revista de ADEQ editada por la Asociación de Educadores en Química. Uruguay.

## 2.4 Viabilidad de la investigación.

Para la viabilidad de la investigación se tuvo en cuenta tanto la disposición de conexión a internet, como la habilitación de acceso a los contenidos de las

publicaciones. Con respecto a la primera en Uruguay existe una amplia conectividad, se puede acceder a internet sin costo desde diversos lugares, entre ellos los centros educativos y algunas plazas públicas y además también en los hogares o través de teléfonos móviles a un precio razonable.

Con respecto a la accesibilidad *Chemistry Education Research and Practice*, *Eureka* y *Educación Química* son publicaciones de libre acceso mientras que la *Journal of Chemical Education* los índices y resúmenes de cada uno de los números, están disponibles en la página web de la revista y la publicación se recibe en soporte papel en la biblioteca central de la Facultad de Química de la Universidad de la República de Uruguay.

## 2.5 Categorías e indicadores

Es crítico como se definen y cuantas categorías se establecen.

En este caso una misma actividad experimental puede ser propuesta para conseguir objetivos diferentes, según la orientación que se le dé, lo que puede complejizar como clasificarla para su evaluación, debido a que puede entrar en forma simultánea en más de una categoría, por lo que en algunas ocasiones es necesario leer el artículo completo para establecer el objetivo principal de la propuesta.

Las categorías e indicadores establecidos están basados en los objetivos de este trabajo y en el conocimiento y experiencia que se dispone de la asignatura (Tabla 6).

Para el registro de la información se genera una tabla con el fin de recoger en forma ordenada y sistemática los datos. Se registran los valores de los indicadores lo que facilita analizar y ver la relación entre ellos.

**Tabla 6. Categorías e indicadores establecidos para la investigación.**

Categoría	Indicador
Revista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de artículos publicados.</li> <li>• Número de artículos publicados sobre actividades experimentales.</li> </ul>
Autores del artículo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombres</li> <li>• filiación de los autores</li> </ul>
Nivel dentro de la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñanza media.</li> <li>• Enseñanza universitaria</li> </ul>
Tipo de actividades experimentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencias.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios ilustrativos.</li> <li>• Ejercicios prácticos.</li> <li>• Investigaciones</li> </ul>
Estrategia didáctica mediante la cual se proponen las actividades experimentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir un procedimiento.</li> <li>• Expositiva (demostrativa).</li> <li>• Descubrimiento.</li> <li>• Basado en la resolución de una situación problema.</li> <li>• Indagación.</li> </ul>
Área de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Química General.</li> <li>• Química Analítica.</li> <li>• Química Orgánica.</li> <li>• Química Inorgánica.</li> <li>• Fisicoquímica</li> <li>• Química ambiental y toxicológica.</li> <li>• Transdisciplinar.</li> </ul>
Actividades experimentales innovadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades que incorporan TIC en su propuesta.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## 2.6 Técnica de recolección de datos

En general en las investigaciones, con el fin de tener mayor riqueza y amplitud, se tienen varias fuentes de información, que provienen de diferentes orígenes. Los datos a recoger son abundantes y para ser analizados en forma sistematizada es preciso establecer una estructura ordenada, que facilite el análisis, el proceso de entenderlos correctamente e interpretarlos y que permita sacar conclusiones sobre el objeto en estudio.

En este caso se emplea como herramienta una tabla de datos. Este es un instrumento valioso, pero tiene un límite de lo que se puede hacer con los datos. Los datos seleccionados son los que están directamente relacionados en los objetivos de la investigación y son los que determinan el conjunto de características que se relevan y que se registran en la tabla. El investigador se enfrenta a la tarea de recabar fidedignamente los datos necesarios en las fuentes primarias seleccionadas. Estos datos por sí solo, son irrelevantes para sacar conclusiones y tomar decisiones; pero son fundamentales para generar información.

Los datos se pueden transformar en información mediante la agrupación categorizada de los mismos, generando una estructura de mayor complejidad que al analizarla se puede comparar, establecer semejanzas, asociar o buscar conexiones entre las

características observadas. La información generada es lo que permite la comunicación de conocimiento. Con respecto a este proceso muchos autores se refieren a la construcción de la pirámide o a la cadena del conocimiento (Hey, 2004) (Rowley, 2007) mientras otros hablan de la pirámide de la sabiduría en sus siglas en inglés DIKW (*Data, Information, Knowledge, Wisdom*). Esta pirámide que puede ser definida como un conjunto de modelos, a lo largo del tiempo ha recibido críticas. Jennex y Bartczak (2013) pero aún sigue vigente y sirve para entender las etapas del proceso que tiene lugar en una investigación desde la obtención de datos hasta la formulación de conclusiones.

El trabajo de campo para recabar los datos se desarrolla entrando en las páginas web de las revistas elegidas. Tabla 7

**Tabla 7 Páginas web de las revistas relevadas.**

Revista	ISSN	<i>link</i>
Enseñanza Química	ISSNe 1870-8404	<a href="http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/issue/archive">http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/issue/archive</a>
EU-REKA	ISSN-e:1697-011X	<a href="https://revistas.uca.es/index.php/eureka/issue/archive">https://revistas.uca.es/index.php/eureka/issue/archive</a>
JCE	ISSN: 1938-1328	<a href="https://pubs.acs.org/loi/jceda8">https://pubs.acs.org/loi/jceda8</a>
CERP	ISSN 1756-1108	<a href="https://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/rp?&amp;_ga=2.252194826.2058366732.1632672948-1948081757.1626047611#!issueid=rp022003&amp;type=current&amp;issnprint=1109-4028">https://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/rp?&amp;_ga=2.252194826.2058366732.1632672948-1948081757.1626047611#!issueid=rp022003&amp;type=current&amp;issnprint=1109-4028</a>
Enseñanza de Química	ISSN 2393-7475 ISSN 2301-0991	<a href="http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/issue/archive">http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/issue/archive</a>
Revista ADEQ	ISSN 2301-0991	Revista publicada en soporte papel y recientemente está disponible para su consulta en forma libre en: <a href="https://adeq.edu.uy/biblioteca/">https://adeq.edu.uy/biblioteca/</a>

Elaboración propia

Para la selección de los artículos, que proponen actividades experimentales de química, se tiene en cuenta el título del trabajo al que se accede a través del índice de cada uno de los números de la publicación y realizando *click* sobre los títulos seleccionados se accede al resto de la información. En la tabla se registra los siguientes datos crudos: el nombre de la revista, el año, volumen y número de la publicación, el número total de artículos en la publicación evaluada, los nombres de los autores, lugar de trabajo, las palabras clave y el resumen de cada uno de los trabajos.

## 2.7 Herramientas de análisis.

El análisis en la investigación documental cualitativa es complejo, porque se recoge mucha información; por ese motivo para comenzar, es necesario reducir grandes cantidades de contenido textual no estructurado a datos relevantes ordenados y manejables para llevar a cabo su análisis y dar respuesta a las preguntas de investigación.

Por lo tanto para el procesamiento de los datos la investigadora establece las variables de análisis que son relevantes; las cuales están planteadas en función del marco teórico desarrollado.

Teniendo en cuenta estos indicadores, la información generada del proceso de los datos crudos, se registra en tablas para que posteriormente faciliten la comparación entre las distintas publicaciones seriadas seleccionadas.

El número de categorías y subcategorías depende del esquema analítico planteado y es importante trabajar en orden y clasificar las categorías de manera tal, que faciliten establecer las relaciones entre ellas.

En este caso las categorías en estudio las podemos agrupar en tres grupos: 1) las relacionadas directamente con la revista, 2) las relacionadas con los autores y por último 3) las que tienen relación con la actividad experimental propuesta.

Dentro de cada una de ellas se definen subcategorías o indicadores como se indica en la tabla 8

**Tabla 8. Categorías en estudio**

<p>1) <b>Categoría relacionada con la revista:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>* Año/volumen/número,</li><li>* Idioma del artículo,</li><li>* Número total de artículos publicados en el número evaluado.</li></ul> <p>2) <b>Categoría relacionada con los autores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>* Nombres y número de autores por artículo,</li><li>* País de filiación,</li><li>* Clasificación en función de la filiación: (ID. Interdepartamental, IU. Interuniversitaria, II Interinstitucional, SC. Sin colaboración. (un solo autor ó todos los autores pertenecen al mismo departamento).</li></ul>
--

Fuente: Elaboración propia.

Para facilitar la comparación de la información se crea una tabla para cada una de las publicaciones seriadas y en las columnas están definidas las categorías e indicadores antes mencionados. En el caso de duda, o que en los resúmenes falte alguno de los datos necesarios, se accede al artículo completo disponible *on line* excepto en el caso de la *Journal of Chemical Education* que no es una publicación de acceso libre. Aquí cuando es necesario acceder al artículo completo, se consulta la publicación en soporte papel en la biblioteca central de la Facultad de Química.

## CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE DATOS Y ARGUMENTACIÓN

Este capítulo está organizado en tres secciones principales.

3.1 En la primera se lleva a cabo una introducción sobre el alcance de las revistas relevadas y consideraciones sobre los artículos publicados y datos relevados en ellas.

3.2 En la segunda, se presentan en forma individual, los datos de las categorías en estudio:

3.2.1. Número de artículos publicados sobre actividades experimentales en cada una de las publicaciones seriadas evaluadas en el período 2015-2020.

3.2.2. País de filiación de las instituciones a las que declaran pertenecer los autores. ¿Las instituciones son del mismo país en que se publica la revista? Trabajos en que estén implicados docentes de instituciones de distintos países.

3.2.3. Trabajo individual o en equipo y en este caso si los miembros del equipo pertenecen al mismo departamento académico, interdepartamental, interuniversitario o es inter institucional. Número de autores en los trabajos.

3.2.4. Temas abordados en las publicaciones sobre actividades experimentales.

3.2.5. Metodologías empleadas en la realización de las actividades experimentales propuestas.

3.2.6. Nivel de educación para el cual está destinada la actividad experimental presentada. Estrategia didáctica planteada para su ejecución. ¿Aplican TIC?

3.3 En la tercera se comparan resultados y se relacionan con publicaciones seriadas locales.

### 3.1 Sección 1 Introducción sobre las publicaciones relevadas.

A continuación se resumen las características y objetivos principales de cada una de las publicaciones relevadas. La información es extraída de sus respectivas páginas web.

3.1.1 *Journal of Chemical Education* (JCE)

JCE es la publicación seriada oficial de la *Division of Chemical Education de la American Chemical Society*. Es co-publicada con la división de la *American Chemical Society Publications*. Es una revista que se edita desde 1924 y tiene una frecuencia mensual, cumple la función de comunicación entre gente de todo el mundo que está interesada en la enseñanza y aprendizaje de la Química. Los manuscritos después de ser revisados por el consejo editor, con el fin de verificar el cumplimiento de las normas de publicación de la revista, son evaluados por pares y las temáticas admitidas incluyen: contenido químico, actividades, experimentos de laboratorio, métodos instrucción y pedagogía y están ordenados teniendo en cuenta las siguientes secciones: editorial, comentarios y cartas, artículos, comunicaciones, actividades, demostraciones, experimentos de laboratorio y reportes tecnológicos. En la sección “Experimentos de laboratorio” están incluidas actividades experimentales que han sido usadas con éxito con estudiantes para investigar fenómenos químicos con instrucciones confiables, que los educadores pueden reproducir para alentar el interés de sus alumnos; mientras que en la sección “demostración” se incluyen fenómenos químicos con instrucciones confiables que las y los educadores pueden emular para estimular el interés de sus estudiantes.

En la sección “Actividades” se exploran conceptos químicos con actividades experimentales facilitando aprendizaje activo tanto en clase como en laboratorios y sitios informales.

Con frecuencia están basados en métodos de indagación,

En “Artículos y Comunicaciones” se incluyen propuestas sobre muchos tópicos relevantes para la enseñanza y el aprendizaje de la química en todos los niveles, incluyendo métodos pedagógicos e investigación en educación química.

Y por último en los “Reportes técnicos” se describen propuestas que hacen uso de tecnologías específicas relevantes para la enseñanza y el aprendizaje de la química con el correspondiente software.

En el caso de interés, se puede acceder a los artículos completos mediante la compra a través de su página web o el pago de una suscripción (en soporte papel o electrónico) a la publicación.

### 3.1.2 *Chemistry Education Research and Practice (CERP)*

CERP es una publicación seriada específica sobre educación química en todos sus niveles y está dirigida a docentes, investigadores y practicantes. Los manuscritos son

evaluados en la parte formal por el editor y en los aspectos técnicos, por pares que deben tener experticia en el tema desarrollado en el artículo y además tienen como requerimiento explícito que no deben pertenecer a la misma institución educativa que los autores.

La revista se publica cuatro veces por año, a la que se puede acceder en forma electrónica sin cargo en versión HTML. En esta revista se admiten trabajos sobre las siguientes temáticas:

- Investigación y revisión de investigación, en educación química.
- Evaluación de prácticas innovadoras en la enseñanza de la química.
- Análisis en profundidad de temas de relevancia directa para la educación química.

Dentro de sus objetivos, está ofrecer a los y las docentes de química un lugar en donde pueden compartir ideas efectivas y métodos para la enseñanza y aprendizaje de química y a los investigadores un lugar en donde pueden publicar sus trabajos completos de investigación en educación química. También busca establecer un puente en la brecha existente entre investigadores y docentes de forma que ambos grupos sean beneficiados.

Además de los números regulares, hay un número temático anual que está dedicado a tratar un tema particular de la educación química.

Es publicada por la *Royal Society of Chemistry* que con el interés de continuar modernizando la forma que se mide la excelencia en las ciencias químicas, ha firmado la Declaración de San Francisco sobre la Evaluación de la Investigación (DORA),

### 3.1.3 Enseñanza Química

Esta es una revista trimestral con carácter internacional publicada por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Fue creada en 1989 y a partir del año 2014 se publica exclusivamente en forma electrónica.

Es una publicación académica, arbitrada de acceso abierto. Cuenta con un comité editorial con representantes de tres instituciones educativas y con un comité asesor internacional.

Publica artículos originales en español y en portugués, además de hacerlo en inglés. A través de la química y de su buena docencia, busca colaborar con el desarrollo social, económico, ambiental y cultural de la región Iberoamericana, en el contexto de la sociedad global.

En función de la manera de abordar el hecho educativo, los artículos recibidos son publicados en una de las cuatro secciones de la revista.

En la sección “Reflexiones” están incluidas investigaciones de carácter teórico, sólidamente documentadas, sobre distintos temas relacionados con la educación química como por ejemplo artículos de carácter histórico, filosófico, tecnológico y social.

En “didáctica” están las propuestas sobre las diversas maneras en las que se puede enseñar, aprender y/o disfrutar la química. Esta sección comprende técnicas y métodos de enseñanza, modificaciones curriculares o evaluación, nuevas modalidades y/o nuevos instrumentos y/o nuevas prácticas.

En “Investigaciones” se incluyen las investigaciones educativas y por último en la sección “Comunicaciones” se incluyen artículos de divulgación de la química para un público no experto.

Además el Comité editorial puede definir otras secciones para la publicación de artículos por invitación (premios Nobel, editoriales o informaciones a los lectores)

#### 3.1.4 EUREKA

Esta es una revista de libre acceso que publica artículos originales en castellano. Es publicada cuatrimestralmente por la Universidad de Cádiz y la Asociación de Profesores APAC-EUREKA y cubre un amplio espectro del sistema educativo, que va desde la educación infantil hasta la universitaria, incluye también a aquellas formas de educación científica que se realizan de maneras y en entornos no formales o extraacadémicos.

Presenta dos objetivos: contribuir a la investigación y promover la mejora educativa a través de una enseñanza enriquecedora y motivadora, mediante la cual, se vigore el interés y el gusto por las ciencias.

En el caso de los artículos que incluyan temáticas transversales o multidisciplinares deben estar escritas inequívocamente como contribución desde y/o para la educación en ciencias experimentales.

Los manuscritos presentados para su publicación, son evaluados por miembros del Consejo Editorial, con el fin de verificar si sus contenidos están dentro del alcance de la revista, la originalidad del contenido, el potencial interés para los lectores y el cumplimiento con las normas de publicación. Al superar este primer filtro, son sometidos al proceso de revisión por dos jueces anónimos. La revista sigue un procedimiento de evaluación de doble ciego.

En función de la temática, los artículos aceptados son publicados en una de las siete secciones de la revista

- 1) Fundamentos y líneas de trabajo en donde se incluyen resultados de investigaciones para profundizar en los procesos de enseñanza, de aprendizaje y divulgación de las ciencias.
- 2) La ciencia: ayer y hoy. Dedicada a analizar de manera académica aspectos de la evolución histórica del conocimiento científico.
- 3) Experiencias, recursos y otros trabajos incluye analogías y símiles, problemas de especial interés, paradojas, juegos didácticos, experimentos mentales, trabajos prácticos.
- 4) La educación científica hoy. Dirigida a analizar, de manera fundamentada, aspectos de especial actualidad dentro de la educación científica.
- 5) Educación científica y sostenibilidad. Aquí tienen cabida tanto trabajos relacionados con la educación para la sostenibilidad como aquellos otros vinculados a la educación ambiental.
- 6) Ciencia recreativa. Orientada a la difusión de experiencias que despiertan curiosidad y motivan, que emplean materiales cotidianos de bajo costo, así como de actividades prácticas novedosas.
- 7) Formación del profesorado de ciencias incluye perspectivas teóricas, investigaciones, estrategias y recursos.

### 3.1.5 Enseñanza de Química

La revista Enseñanza de Química es una publicación académica de acceso libre, disponible solamente en formato electrónico. Se edita desde 2017, por el Departamento Académico Nacional de Química integrante del Instituto de Matemáticas y Ciencias del Consejo de Formación en Educación de la Administración Nacional de Educación Pública del Uruguay. Es una publicación de frecuencia anual y es evaluada por pares.

Recibe artículos originales/inéditos en idioma español, sobre temas relacionados con la investigación y educación en Química y a través de la Química, así como temáticas transversales relacionadas, en especial de nivel terciario vinculadas con la formación de educadores y/o la divulgación de sus prácticas en los distintos niveles del sistema educativo.

### 3.1.6 Revista ADEQ.

Esta revista es publicada por la Asociación de Profesores de Química de Uruguay (ADEQ) desde 1988 con algunas interrupciones. Es distribuida entre sus afiliados en forma gratuita. También hay ejemplares disponibles para su consulta tanto en la biblioteca central como en la biblioteca del laboratorio de química del Instituto de Profesores Artigas y recientemente están disponibles todos los ejemplares publicados en la sección biblioteca de página web de la ADEQ (<https://adeq.edu.uy/biblioteca/>).

Dentro de sus objetivos está no sólo promover y divulgar la investigación en la enseñanza de la química, apoyar el intercambio de experiencias en el aula, sino también crear ámbitos de discusión e intercambio de ideas.

Se publica solamente en soporte papel, tiene una frecuencia anual, es evaluada por pares y busca que los y las involucrados/as con la enseñanza de la química, compartan sus trabajos, comunicándolos a través de artículos originales, artículos de revisión, informes técnicos, presentaciones en congresos, cartas al editor, estados del arte, reseñas de libro, u otros tipos de documentos, de contenido científico académico.

### **3.2 Sección 2 Análisis de los datos individuales en cada una de las categorías en estudio.**

Cuando en una investigación se crea una pregunta para obtener información con un determinado objetivo, es importante que el instrumento empleado tenga validez y confiabilidad, de lo contrario los datos obtenidos no tendrían sentido o serían ininterpretables.

En los estándares de *American Educational Research Association* (AERA et al. 1999:25, consultado en National Research Council, 2002) la confiabilidad se define como “la consistencia de [...] mediciones cuando el procedimiento de prueba se repite en una población de individuos o grupos”.

Mientras que Joppe define confiabilidad de la siguiente manera:

La medida en que los resultados son consistentes a lo largo del tiempo y una representación precisa de la población total en estudio se denomina confiabilidad y si los resultados de un estudio pueden reproducirse con una metodología similar, entonces el instrumento de investigación se considera confiable. (Joppe, 2000, p.1 consultado en Golafshani, 2003).

Con respecto a lo que se entiende por validez en la bibliografía hay varias definiciones entre ellas podemos citar la de Joppe (2000, p. 1) en donde establece que:

La validez determina si la investigación mide realmente lo que se pretendía medir o qué tan veraces son los resultados de la investigación. En otras palabras, ¿el instrumento de investigación le permite dar "en el blanco" de su objeto de investigación? Los investigadores generalmente determinan la validez haciendo una serie de preguntas y, a menudo, buscarán las respuestas en la investigación de otros (Joppe, 2000, p.1 consultado en Golafshani, 2003).

Mientras que Wiggins y Tighe (2005, p.182) establecen que “la validez se refiere al significado que podemos y no podemos dar a la evidencia específica”

Por último en esta tesis compartimos el concepto de validación de AERA

La validez se refiere al grado en que la evidencia y la teoría apoyan las interpretaciones de los ensayos para los usos propuestos [...] El proceso de validación implica acumular evidencia relevante para proporcionar una base científica sólida para las interpretaciones (AERA, 2014. p.11, consultado en Rohr-Mentele y Forster-Heinzer, 2021, p. 3).

Por lo tanto, teniendo en cuenta que el relevamiento de datos se llevó a cabo a lo largo de muchas jornadas de trabajo espaciadas en el tiempo y que además la investigación se llevó a cabo en distintas publicaciones, se consideró necesario validar el instrumento de relevamiento de los datos para asegurarse su reproducibilidad y su consistencia. Con este fin, en el comienzo de la investigación se realizó una prueba sobre una muestra pequeña comprobándose que los instrumentos elegidos eran los adecuados para el propósito de este trabajo.

Otro aspecto a destacar es que en todos los casos los artículos fueron clasificados en una sola categoría, cuando tenían más de una posibilidad, se seleccionó aquella que a juicio de esta autora se ajustaba mejor dentro de los criterios establecidos.

### **3.2.1. Número de artículos publicados sobre actividades experimentales en cada una de las publicaciones seriadas evaluadas en el período 2015-2020.**

De las cuatro revistas extranjeras relevadas, en tres de ellas (*Journal of chemical Education*, *Enseñanza Química* y *Chemical Education Research & Practice*) se incluyen artículos exclusivamente sobre la enseñanza de la química y sólo en una (EUREKA) sobre enseñanza de la ciencia (donde además de química están incluidos artículos sobre enseñanza de biología y física).

Si bien todas tienen como punto común, que son publicaciones seriadas que abordan distintos aspectos de la enseñanza de la química, también presentan diferencias. En la tabla 9 se muestra un resumen comparativo teniendo en cuenta la frecuencia y mes de publicación, las secciones que contienen, y el o los idiomas aceptados en cada una de ellas.

**Tabla 9. Resumen de características de las publicaciones seriada consultadas.**

Revista	Frecuencia de publicación	Mes en que se publica	Secciones de la publicación	Idioma permitido en la publicación
EUREKA	cuatrimestral	Enero, abril, setiembre	7 secciones: Fundamentos y líneas de trabajo. La ciencia ayer y hoy. Experiencias, recursos y otros trabajos. La educación científica hoy. Educación científica y sostenibilidad. Ciencia Creativa. Formación del Profesorado de ciencias.	Español
Enseñanza Química	trimestral	Enero, abril, julio y octubre	4 secciones: Reflexiones, Didáctica, Investigación Educativa y Comunicaciones.	Español inglés francés y portugués
CERP	trimestral	Enero, abril, julio y octubre	No presenta.	inglés
JCE	mensual	todos	Artículo, comunicación, experimento de laboratorio, reporte tecnológico, Actividad, demostración.	inglés

Fuente: Elaboración propia

La frecuencia de publicación de los números de estas revistas es diferente. En el caso de la *Journal of Chemical Education* (JCE) se trata de una publicación seriada mensual y se tendrían que relevar 12 revistas por año y como se planificó el trabajo

entre 2015 y 2020, el total de revistas a consultar serían 72 (que incluyen más de 2800 artículos). Con el fin de estar en condiciones similares con respecto a las otras publicaciones relevadas, de JCE se seleccionan sólo 4 números por año correspondientes a los meses de enero, abril, julio y octubre para que coincida con los meses de publicación de las otras dos revistas de frecuencia trimestral.

**Tabla 10. Número de artículos en cada una de las publicaciones en el período 2015-2020.**

Publicación	Nº total de artículos publicados en 2015-2020	porcentaje de artículos publicados sobre actividades experimentales
Enseñanza Química	228	24.6
Eureka	251	6.4
CERP	396	7.1
JCE	844*	41.7

\* Considerando sólo los números relevados de esta publicación (cuatro /año).

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla diez, los porcentajes más bajos se registran en EUREKA Y CERP (6,4 % y 7,1 % respectivamente) y en ambos casos hay causas asignables que permiten una explicación. En el caso de la revista EUREKA se debe a que no es una publicación exclusiva de química, también se incluyen artículos de física y biología. Mientras que los hallazgos encontrados en CERP en cierta forma provocaron cierta sorpresa. De acuerdo a las temáticas establecidas en el alcance de la revista, se esperaba un número importante de propuestas de actividades experimentales y contrariamente fueron bajas. Debido a que en el nombre de la revista hace referencia a educación química, investigación y práctica y teniendo que cuenta que las actividades experimentales son consideradas importantes en la enseñanza de la química conduce a la idea que esta temática estuviera reflejadas en el número de artículos publicados. Contrariamente son bajas y resultó llamativo. Esta presunción fue compartida con otros/as docentes que habían enviado sus artículos con propuestas experimentales y fueron rechazados por el editor de la revista; lo que motivó que los/as autores/as le enviaran notas de

cuestionamiento. Por este motivo en el editorial de enero de 2017 el editor (Kneith Taber) aclaró y fundamentó las razones que llevaban a esta decisión, puntualizó que esta publicación sólo persigue la investigación en educación química, por lo que no se admiten trabajos sobre propuestas experimentales concretas; pero si, son bien recibidos trabajos de investigación en donde las actividades experimentales en la enseñanza de la química estén involucradas. Evidentemente esta posición es polémica y no siempre compartida. A raíz de esto la docente Hannah Sevian de la Universidad de Massachusetts. Boston. EEUU, envía una carta al editor de la revista Enseñanza Química la cual fue publicada (Sevian, 2017); en donde cuestiona y pone en debate ¿Qué se entiende por investigación en educación química? La opinión de esta docente es considerada relevante debido a que por su trayectoria es reconocida dentro de la colectividad docente internacional (tiene dos proyectos de investigación y ha realizado más de 50 publicaciones en distintas revistas de primer nivel, incluyendo CERP).

Desde mi punto de vista las propuestas concretas de actividades experimentales, deberían estar consideradas dentro de investigación educativa, debido a que como todo artículo (en las publicaciones con revisión por pares), para ser publicado es necesario que tenga algún aspecto novedoso, que sea un aporte para la enseñanza y además requiere la puesta a punto de todas las condiciones experimentales, considerando aspectos de seguridad, elección de reactivos y equipamiento. Además deben ser reproducibles y es recomendable que sean lo suficientemente flexibles, para poder ser utilizadas por los/las docentes, con distintas metodologías de enseñanza. En donde todo lo anteriormente expuesto es resultado de un proceso de indagación. Por último, constituyen una fuente de ideas confiables debido a que estas actividades ya fueron propuestas a los/las estudiantes por lo que se conocen los resultados de su efectividad y además, son evaluadas por expertos/as antes de su publicación.

De todos modos, se considera que las investigaciones sobre actividades experimentales, pueden aportar información relevante en esta investigación documental, debido a que los docentes investigan sobre dificultades que presentan los estudiantes y resultados de propuestas de nuevos temas y metodologías de enseñanza, lo que puede complementar la información recabada en las otras publicaciones seleccionadas.

Se encontró una diferencia importante en el número de artículos publicados en cada una de las revistas y de acuerdo a la hipótesis establecida se confirmó que en general el número de artículos publicados sobre propuestas de actividades experimentales

no es elevado. De las cuatro publicaciones, la que tiene mayor número es la JCE y sólo alcanza el 42% del total de artículos publicados, la sigue Enseñanza Química con apenas un poco más de la mitad de ese porcentaje.

### 3.2.2 País de filiación de la institución educativa que declaran los autores pertenecer. Colaboración de trabajo entre los docentes. ¿Los autores son del mismo país en que se publica la revista?

En el mundo globalizado en el que vivimos, resulta interesante conocer si los/las docentes trabajan solos/as o en equipos y en el caso de trabajos en conjunto, quién publica con quien

Price acuña un nombre para este tipo de colaboración entre grupos de trabajo de investigadores, que además da título a un capítulo de su libro traducido al español en 1973 en donde establece:

Cada grupo posee, en efecto, una especie de circuito que conecta instituciones, centros de investigación y cursos de verano, ofreciendo la oportunidad de encuentros de pequeños equipos, de forma que en un período de pocos años cada miembro ha trabajado con todos los de su misma categoría. Estos grupos constituyen un colegio invisible [...] Creo que debe admitirse que el intercambio científico de alto nivel se ha convertido en un medio de comunicación importante y que debemos favorecer sus progresos. (Price, 1973, p.137).

En los comienzos, debido a que las publicaciones eran lentas, los miembros de los colegios invisibles se comunicaban en una forma rápida, por medio de los *preprints* y se establecían verdaderas redes informales de comunicación entre los y las investigadores/as. Actualmente, debido a los avances tecnológicos, la comunicación es principalmente electrónica como *e-mail*, internet, grupos en *whatsapp*, videoconferencias, foros de discusión, plataformas académicas (Gracia, 2005).

En los trabajos publicados el número de autores/as es variable y pueden pertenecer al mismo o a distintos departamentos de un centro educativo. También puede haber trabajos colaborativos, en donde ellos y ellas pueden tener distinta filiación, dentro de las instituciones de enseñanza de un país o incluso pueden pertenecer a distintos países.

En la revista EUREKA (España) de los 34 autores que participaron, en el lapso de tiempo evaluado, todos pertenecen a instituciones educativas españolas, excepto un trabajo con tres autores que son de la universidad del Sur en Argentina. Esto representa 91,2% de España y 8,8% de Argentina. No se registran publicaciones en las que participen en forma conjunta docentes de distintos países.

En el caso de la revista CERP (UK) de los 27 trabajos evaluados solo en tres de ellos por lo menos uno de los/as coautores/as pertenece a más de un de país. En estos artículos está involucrados un total de 89 autores/as. A diferencia de la revista EUREKA en esta publicación los trabajos provienen de instituciones de una gran gama de países: EEUU (6), Turquía (4), Australia (3), Alemania (2), Korea (2) y con un trabajo cada uno: Brasil, China, Italia, Holanda, Suecia, Singapur, Tailandia, UK y Uruguay. Es interesante destacar que en esta revista, que nos es de la región y solo publica en inglés, hay dos trabajos de América del Sur.

En Enseñanza Química (México) de los 56 artículos relevados participan 194 autores/as de varios países. A pesar de que la publicación es mexicana sólo 9 trabajos pertenecen a ese país. Los docentes de Brasil son los que más artículos han publicado (15) y también fueron los únicos que tienen un trabajo conjunto con docentes de otro país (Portugal). Argentina, Chile y España tienen 6 artículos, Uruguay 3, Alemania 2 y Costa Rica, EEUU, Perú, Portugal y Venezuela participó cada uno con una publicación.

En la JCE (EEUU) de los 352 artículos relevados se encontró que la filiación de los/as autores/as corresponde a 45 países diferentes. Los y las docentes de EEUU son los que tienen el número mayor de participación en publicación de artículos sobre actividades experimentales (179 artículos). Luego con una diferencia numérica en participación, están los docentes de: UK (24), Alemania (17), Canadá (14), China (13), Brasil (13), Australia (11), Portugal (8) España (7), Francia (7), Japón (5), Rusia (3), Bélgica (3), Argentina (3), Egipto, India, Irak, Irán, Italia, Jordania, Noruega, Serbia, Singapur, Suecia, Suiza, Taiwán (2) y Austria, Colombia, Dinamarca, Ecuador, Eslovaquia, Etiopía, Filipinas, Finlandia, Grecia, Holanda, Indonesia, Irlanda, Corea, Nueva Zelanda, Polonia, República Checa, Turquía y Uruguay con sólo 1.

Por otro lado es interesante destacar que sólo se encontraron 14 (4 %) trabajos publicados en colaboración con docentes que poseen filiación a instituciones educativas de países diferentes. En donde docentes de Alemania, EEUU, Canadá, Francia y China son los que tienen mayor número de trabajos publicados en estas condiciones. Docentes de EEUU participan en 4 trabajos: dos con China, uno con Tailandia y uno con España.

Alemania participa en cinco trabajos: uno con Francia y Australia, dos con Serbia (en el mismo mes y año con los mismos autores) y dos con Francia. Canadá participa en tres: uno con China, uno con Francia y uno con Irán. Por último con un solo trabajo están: Brasil-UK, Jordania-Alexandría-Egipto y Australia-Singapur.

A pesar de que vivimos en un mundo globalizado, el trabajo conjunto entre docentes de distintos países no está muy desarrollado hasta ahora. Muy probablemente que en los casos que si los hubo, se deba a que existan fuentes de financiación a través de proyectos y becas que posibilitan estos trabajos en colaboración.

Es interesante destacar que los docentes no se limitan a publicar exclusivamente en revistas locales ni de la región, por lo que la información en este campo del saber si está globalizado.

Otro aspecto por señalar es que tanto en EUREKA como en JCE la filiación mayoritaria de los docentes coincide con el país que edita la publicación seriada. Pero no ocurre lo mismo con Enseñanza Química y con CERP.

Por último en las publicaciones CERP, JCE y Enseñanza Química la institución a la que pertenecen los autores es variada participando docentes de distintos países del mundo.

### 3.2.3 Tipo de colaboración entre los/las docentes

Para establecer el tipo de colaboración entre los docentes se siguió la clasificación propuesta por Aguilera et al (2021, p. 48). Estos autores proponen una clasificación en cuatro categorías: Sin Colaboración (SC): trabajos con un solo autor o pertenecientes al mismo departamento académico. Inter Institucional (II): trabajos realizados con autores pertenecientes a distintas instituciones. Inter Departamental (ID): trabajos realizados con autores pertenecientes a distintos departamentos de una misma institución educativa y por último Inter Universitario (IU) en donde se incluyen los trabajos realizados con autores pertenecientes a distintas centros educativos.

**Tabla 11. Tipo de colaboración entre los docentes**

Revista	Porcentaje de trabajos publicados en función de los distintos tipos de colaboración			
	SC	II	ID	IU
Enseñanza Química	51,9	7,4	16,7	24,0

CERP	51,7	0	10,3	38,0
EUREKA	75,0	6,2	0	18,8
JCE	73,4	0	8,0	18,6

CERP Chemical Education Research and Practice.

JCE Journal of Chemical Education.

Fuente: Elaboración propia

En las cuatro publicaciones relevadas se encuentran algunos puntos en común por ejemplo con porcentajes superiores al 50 %, la modalidad principal de trabajo de los docentes es sin colaboración, ya sea en forma individual o en equipos de trabajo dentro del mismo departamento académico. Mientras que el trabajo conjunto entre docentes e instituciones no educativas es el más bajo o inexistente, no ocurre lo mismo con el relacionamiento de colaboración entre docentes pertenecientes a instituciones educativas diferentes dentro de un mismo país o ciudad. Este tipo de colaboración es importante, ya que en las publicaciones EUREKA, JCE y Educación Química están en el entorno al 20 % de los trabajos sobre actividades experimentales publicados y en CERP casi duplica ese porcentaje.

Los docentes que publican sus trabajos en la revista Enseñanza Química son los que presentan mayor variedad en su relacionamiento con otros docentes y/o profesionales dentro del ámbito científico.

Para complementar la información anterior también importa el tamaño del equipo de trabajo, lo queda evidenciado por el número de autores en los artículos publicados.

**Tabla 12. Porcentaje de artículos en función del número de autores por trabajo publicado**

Revista	Porcentaje en función del número de autores por trabajo publicado								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Más de 8
Enseñanza Química	5,6	29,2	20,4	18,5	13,0	3,7	5,6	1,9	1,9
CERP	13,8	27,6	20,7	24,1	3,5	10,6	0	0	0
EUREKA	25,0	43,8	25,0	6,2	0	0	0	0	0

JCE	11,7	21,2	18,0	21,4	9,4	4,6	4,0	2,8	6,0
-----	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----

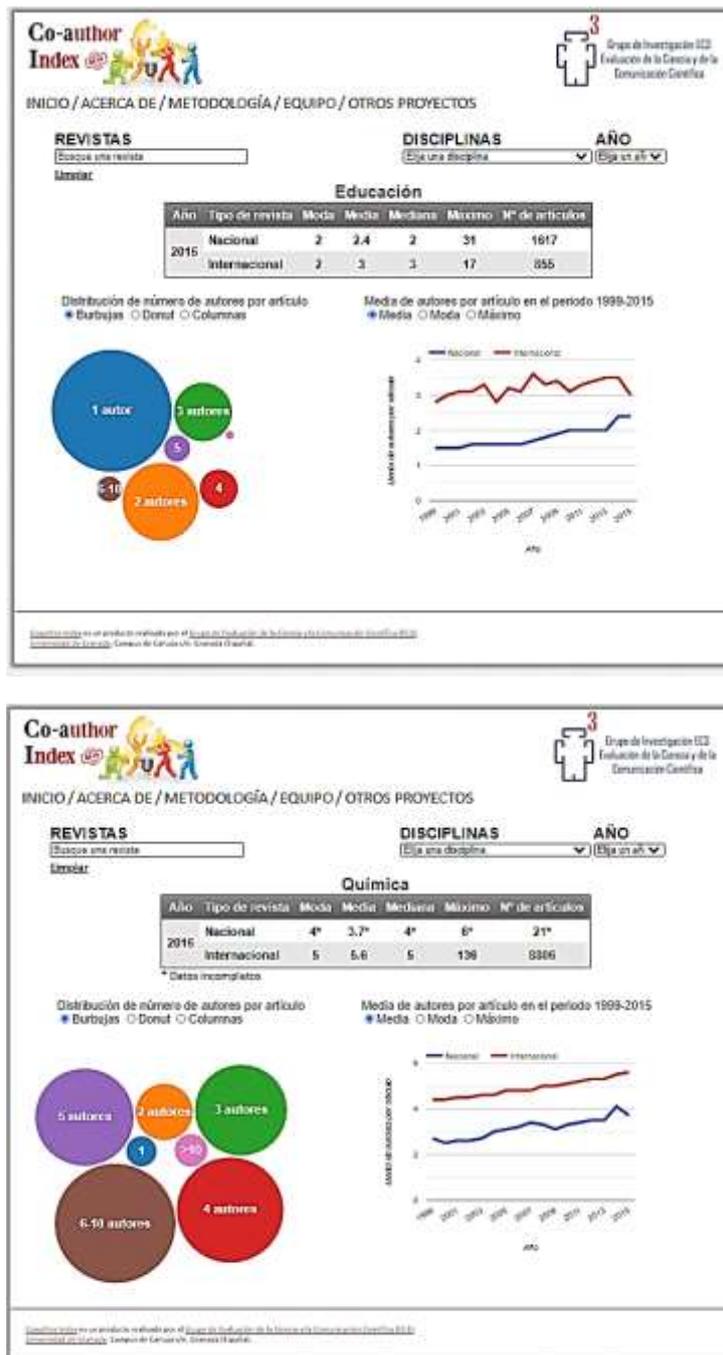
Fuente: Elaboración propia

Observando la información de la tabla 12 se ve que en las publicaciones predominan los trabajos cuyo número de autores varía entre 1 y 4. Así por ejemplo en CERP estos trabajos sumados representan 86,2 %, en Enseñanza Química 74,1 %, en EUREKA 100 % y en JCE 72,5 %. El trabajo conjunto en equipos numerosos (más de 7 autores) es poco frecuente y en ningún caso supera el 6 %.

En CERP, EUREKA y JCE el trabajo en forma individual está presente en porcentajes que superan el 11%, lo que demuestra que hay docentes que aún en nuestros días siguen trabajando en soledad.

Hay una herramienta *on line*, producida por el grupo EC3 de la división Google Scholar, en donde se puede realizar consultas sobre distintos indicadores cuantitativos de los artículos publicados por autores españoles, en revistas nacionales e internacionales. Entre esos indicadores, está la posibilidad de consulta en el *co-author index* sobre el número de autores.

Los resultados obtenidos de esta investigación, coinciden con los reportados en el *co-author Index* (publicaciones en educación) donde el grupo mayoritario corresponde a los artículos que tienen un solo autor y le siguen en forma decreciente los que tienen dos, tres o más autores como se muestra en la figura N° 3. Sin embargo no ocurre lo mismo con las publicaciones científicas de Química en donde en el *co-author Index* reporta que el número de autores por artículo es mayor (habitualmente entre 6 y 10 autores) en función de la complejidad y extensión del trabajo.



**Figura 3. Captura de pantallas del *co-author index* en donde se reportan el número de autores en publicaciones de autores españoles en educación y en el campo de la Química.**

Extraída de *Co-author index*. <http://www.coauthorindex.info/layout.php?id=inicio>

La colaboración entre investigadores es importante y necesaria, para el incremento individual y colectivo del conocimiento en los distintos campos del saber. Así Figueredo

(2004) menciona diez beneficios del trabajo en conjunto; entre ellos se puede destacar en forma resumida, el abordaje de proyectos de mayor envergadura, en donde se pueden intercambiar en una forma distendida, ideas enfocadas bajo diferentes perspectivas que favorecen el mayor número de publicaciones, las que posibilitan alcanzar mayor visibilidad, reconocimiento por pares y en muchos casos favorecen la obtención de financiación de proyectos.

### **3.2.4 Criterios temáticos y metodológicos que orientan las propuestas en función del país o la región. ¿Las propuestas incluyen TIC?**

Una de las interrogantes planteadas en esta tesis era conocer cuáles son los criterios temáticos y metodológicos que orientan las propuestas en función del país o la región.

Los estudiantes en general consideran que la química es una asignatura difícil. En la bibliografía se encontraron distintas teorías que lo podrían explicar. Según Johnstone (1991) la dificultad de su aprendizaje se debe a que la química utiliza tres niveles para describir a los procesos químicos: el nivel macroscópico (el que se puede percibir con los órganos de los sentidos) el nivel submicroscópico (que recurre a modelos: átomos, moléculas, iones) y el nivel simbólico (símbolos químicos, fórmulas, ecuaciones) y al estudiante le resulta difícil transitar en forma dinámica entre los tres niveles. Mientras que Gabel (1999) establece que el principal impedimento para la comprensión de los contenidos de esta asignatura radica en que se enseña predominantemente en el nivel simbólico. Por último, Galagovsky y Giudice (2015) plantean que en química además de los símbolos de los elementos, están incluidos múltiples códigos en donde cada uno de ellos tiene significado definido y que generalmente no están explicitados, así estos autores citan como ejemplo el empleo de flecha y doble flecha en la escritura de una reacción química que en función de la que se escriba tiene significado bien diferente. En opinión de la autora de esta tesis, todas estas posiciones son válidas y cada una de ellas contribuye a la posición negativa que en general tiene hacia la química el estudiantado y la población en general.

Independientemente de cuál sea la causa que genera la dificultad, la realidad es que los y las docentes, buscan superar la percepción que tiene el estudiantado; lo se refleja, tanto en el abordaje teórico de los distintos temas como en las actividades experimentales que proponen. Ellos y ellas buscan motivarlos e involucrarlos en los temas

que desarrollan en sus clases y superar ese sentimiento negativo hacia la química, con el fin de lograr un aprendizaje significativo. Muchas de las propuestas experimentales, están planteadas con el fin de superar las dificultades que se presentan en determinados temas y además para que los/las alumnos/as puedan explicar hechos del diario vivir, transitando fluidamente por los tres niveles planteados por Johnstone en aquellas temáticas que les ofrecen mayor dificultad. Por este motivo interesa saber en qué asignaturas y dentro de ellas, en qué temas los y las docentes centran sus propuestas innovadoras.

Se encontró que los temas planteados en las propuestas experimentales son variados, dependiendo del campo especializado del saber dentro de la química.

En la tabla 13 se presenta un resumen del porcentaje de las propuestas en función de la asignatura.

**Tabla 13. Asignaturas abordadas en las propuestas experimentales publicadas en 2015-2020**

Re- vista	Temas abordados en las propuestas experimentales publicadas									
	QG (%)	QI (%)	QO (%)	AQ (%)	FQ (%)	BQ (%)	QA (%)	ER (%)	AM (%)	Otros (%)
EQ	9,4	9,4	24,5	17,0	18,9	3,8	5,7	1,9	---	9,4 *
CERP	16,7	---	16,6	---	33,3	---	5,6	---	5,6	22,2
Eureka	40,0	---	---	6,7	---	---	20,0	---	33,3	
JCE	9,1	8,5	21,6	17,6	17,9	4,0	4,3	4,0	8,1	9,4

EQ: Enseñanza Química

QG: Química General, QI: Química inorgánica, QO: Química orgánica, AQ: Análisis químico, FQ: Fisicoquímica, BQ: Bioquímica, QA: Química ambiental, ER: energías renovables, AD: actividad multidisciplinaria.

\*7,5 % corresponden a Química Forense

Enseñanza Química y JCE son las revistas que presentan mayor número de publicaciones sobre actividades experimentales, las que están incluidas prácticamente en todos los campos específicos del saber, en que tradicionalmente se ha dividido el conocimiento especializado en la química. El número de trabajos en cada una de estas áreas,

presenta porcentajes similares, lo que puede deberse a varios factores, entre los que podemos destacar: el alcance similar que tienen ambas publicaciones, la influencia por la cercanía geográfica de los países que las editan y además que en ambas, las instituciones en la que los autores declaran están afiliados es variada incluyendo una amplia gama de países.

Los mayores porcentajes de actividades experimentales son de Química Orgánica, Análisis Químico y Físicoquímica. En Química orgánica las propuestas planteadas son mayoritariamente las de síntesis y reacciones químicas de caracterización de compuestos orgánicos. En análisis químico en la publicación Enseñanza Química incluyen principalmente volumetrías y métodos cromatográficos, mientras que en JCE además de estos, se proponen actividades empleando espectrofotometría ultravioleta-visible y más del 35% de las propuestas analíticas incluyen metodologías de última generación, que requieren equipamiento de alto costo, como son cromatografía de gases-espectrometría de masa, cromatografía líquida de alta performance-espectrometría de masa, espectrometría resonancia magnética nuclear, espectrometría infrarroja. En donde estas mismas metodologías se emplean en las propuestas de síntesis, tanto en química orgánica como química inorgánica, con el fin de realizar la elucidación estructural de los compuestos sintetizados y además poder establecer pureza y rendimientos del proceso de la síntesis y determinar productos secundarios e impurezas.

En Físicoquímica los artículos publicados mayoritariamente son sobre cinética química y electroquímica que sumadas superan el 65 % de la propuesta global de este ítem. En JCE además se incluyen propuestas para termoquímica, fenómenos de superficie, diagrama de fases y reología que constituyen contribuciones minoritarias y en ningún caso supera el 9,5 %.

En cambio, en la revista EUREKA, el mayor número de publicaciones sobre actividades experimentales está planteado en Química General (40 %) en donde están incluidos conceptos básicos de química y actividades multidisciplinarias (33,3 %). Ambas sumadas representan más del 70 %. Esto probablemente obedezca, a que los artículos son prácticamente todos españoles y en España, en los últimos años hay una tendencia a enseñar ciencias a través de proyectos, con el propósito de dar herramientas básicas para que el ciudadano, pueda desenvolverse críticamente en un mundo cada vez más dependiente de la ciencia y la tecnología, generando autonomía y conocimiento genuino en el estudiantado erradicando así la idea de que la mayoría de las actividades

experimentales son un tipo de receta, en donde hay que seguir ciertos pasos para lograr un producto o conclusión determinada.

Por último, en la publicación CERP en donde solo publican trabajos de investigación en educación química, el mayor porcentaje de trabajos (33,3 %) se registra en investigaciones relacionadas con las actividades experimentales de fisicoquímica en donde las propuestas son sobre cinética y electroquímica. Le siguen artículos sobre investigación de trabajos prácticos en la enseñanza de la química (22.2 %), Química General (16.7 %) y Química Orgánica (16,6 %).

Dentro de Fisicoquímica, el alto porcentaje de trabajos sobre electroquímica no sorprende por dos motivos principales. El primero de ellos es que electroquímica y reacciones de oxidación–reducción (redox) son temas difíciles de enseñar y de aprender (De Jong y Treagust, 2002) (Gomez y Lavin, 2016) posición que es compartida por la autora de esta tesis. Por otro lado son temas importantes porque su entendimiento nos permite comprender y explicar procesos frecuentes que ocurren en nuestro diario vivir. (Galagovsky y Pégola, 2018)

Sin embargo, aunque cinética química es un tema de fisicoquímica, no está en la misma situación que el tema antes mencionado. Sánchez, Domínguez y García-Rodeja (2002) hacen referencia al trabajo de Finley et al (1992) que llevaron a cabo una encuesta en cien docentes de enseñanza media y encontraron que cinética química no estaba entre los diez temas más difíciles ni entre los diez temas más relevantes de la química. Pero a pesar de ello, las publicaciones que incluyen este tema en el período relevado, está dentro de los más importantes. Algunos autores como Paredes y Molina, (2019) justifican la importancia que tiene este tema basados en las investigaciones internacionales que muestran que los/las estudiantes de los diferentes niveles académicos, tienen dificultad para explicar científicamente fenómenos que se observan en la vida cotidiana (Wu, 2003) y el concepto de rapidez de reacción es considerado uno de los temas con el que los/las estudiantes tienen dificultades para entender y aplicar a la vida real (Kurt y Ayas, 2012, p. 980). Además los estudios en didáctica de la química, han señalado que los conceptos de cinética química son importantes para la enseñanza de las reacciones químicas y del equilibrio químico (Kaya y Geban, 2012, p. 217) (Kurt y Ayas, 2012, p. 980) (Sánchez, Domínguez y García, 2002, p. 172). Siendo esta posición compartida por la autora de esta investigación.

Las propuestas de síntesis están en el primer lugar tanto en química orgánica como inorgánica. Lo que puede ser justificable si se tienen en cuenta la posición de autores

como Viera, Ramírez y Feisner (2017) y Marcano y Cabrera (2016, p. 2) que sostienen que en estas actividades el estudiantado debe planificar anticipadamente el trabajo, en la forma lo más sencilla posible, que permita aislar y purificar el producto sintetizado y para ello tienen que tener en cuenta no sólo los marcos teóricos estudiados, sino también los materiales y reactivos disponibles. Todo lo cual promueve competencias, como destrezas de manipulación, relevamiento y procesamiento de la información y en función de todo lo mencionado, toma de decisiones teniendo en cuenta normas de seguridad para el trabajo en el laboratorio, aspectos económicos para que en el menor tiempo posible lograr obtener el mayor rendimiento del proceso, alta pureza del producto de síntesis y la menor contaminación ambiental.

Al evaluar análisis químico, es de destacar que solo se contabilizaron los artículos que tenían en forma expresa el objetivo de la enseñanza de la química analítica, ya que el análisis químico está presente en muchos trabajos debido a que es una herramienta necesaria para realizar evaluaciones en varias ramas del conocimiento especializado de la química. Así ya se mencionó que está presente en los trabajos de síntesis tanto orgánica como inorgánica debido a que prácticamente todo termina en establecer si está presente una determinada especie química y si lo está cuánto hay de ella en la muestra.

En la introducción del discurso de recepción a la Real Academia de Farmacia Española el Profesor Doctor Gregorio González Trigo que se desempeñó como docente de Química Orgánica Aplicada de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid hizo referencia a eventos históricos y estableció una posición ideológica que la autora comparte:

Lavoisier llamó a la Química “la ciencia del análisis” pues, en su tiempo, dicha ciencia se desarrollaba mediante procedimientos propios de la actividad analítica, orientándose a investigar la composición íntima de los cuerpos, para lo cual, los descomponía sucesivamente en partes cada vez más sencillas. Pero a mediados del siglo pasado, los estudios analíticos verificados sobre los cuerpos simples y compuestos, demostraron la necesidad de recomponer el todo destruido por el análisis. Ya el gran Rousseau solía decir con frecuencia “yo creeré en la química cuando ella recomponga lo que destruye”. Sin duda que si este ilustre ciudadano de Ginebra viviese actualmente, pensaría, con toda seguridad, que habría razones de sobra para creer, porque la síntesis química ha puesto fuera de

duda los resultados del análisis, componiendo con los mismos elementos los compuestos que previamente había sometido al proceso analítico. La química es, por consiguiente, una ciencia esencialmente analítica y sintética... (González Trigo, 1969, p. 4).

Afirmación esta última que justifica el elevado número de publicaciones experimentales en estas áreas del saber especializado dentro de la química.

En las propuestas se encontró una tendencia de actividades contextualizadas, es decir en donde se busca el aprendizaje científico con el planteo de una situación del mundo real. Es un recurso que tiene algunos años; las primeras publicaciones datan de los años 1970 en el proyecto PLON en Países Bajos (Korland 2005, consultado en Habig *et al* 2018) pero aún está vigente y muchos docentes, lo emplean. Los/las distintos autores/as han encontrado que este tipo trabajos presenta un efecto positivo (Bennett, 2016; consultado en Habig *et al* 2018) debido a que motivan a sus estudiantes porque dan respuestas a sus necesidades e intereses, evitando prácticas memorísticas. Así María Luisa Naranjo (2009) establece que la motivación es un motor que sustenta al aprendizaje en cualquier etapa de la vida. Por esto es que los/las docentes buscan buenos disparadores o actividades atractivas para incluir en los distintos temas que están presentes en el *curriculum*, siendo las actividades contextualizadas una de las estrategias más utilizadas. Este tipo de actividades posibilitan indagar, construir, pensar y tomar decisiones fundamentadas sobre una base científica de un determinado fenómeno. Se encontró que los temas más recurridos son los relacionados con el medio ambiente, en particular las energías renovables, materiales de la química cotidiana, y el empleo de tecnologías, temas que coinciden con los reportados por Caamaño (2018).

Hay aspectos a destacar en las actividades experimentales propuestas, como lo son la incorporación de aspectos de seguridad y química verde.

Por otro lado hay diferencias entre las propuestas destinadas a la enseñanza media y las de nivel superior. En los artículos planteados en la enseñanza media empiezan a tener importancia temas nuevos como por ejemplo los de química ambiental y energías renovables. Dentro de las energías renovables plantean actividades sobre celdas solares, biodiesel, almacenamiento de hidrógeno, en química ambiental están incluidas temáticas como contaminación del agua, efecto invernadero y reciclaje. Las actividades destinadas a nivel de enseñanza superior (universitario) se mantiene la tendencia de los

comienzos de las actividades experimentales, las que siguen estando orientadas a la preparación para el trabajo profesional tanto en investigación como en la industria, empleando tecnologías de última generación.

Por otro lado, resultó interesante que hay propuestas sobre temas muy actuales como nanotecnología y los que están incluidos en Química Ambiental en particular energías renovables y sustentables.

Estos dos últimos temas, son innovadores en las propuestas docentes para el trabajo en el aula y favorecen nuevas articulaciones entre el conocimiento que adquiere el estudiantado en su formación y la aplicación en la vida. Es importante destacar que el conocimiento fortalece y no solo facilita la generación de proyectos sino que también en el caso de ser necesario ayuda a realizar las modificaciones necesarias para llevarlos a cabo. Así David Perkins (citado por Furman 2021, p.84) dice que entender implica “actuar con el conocimiento de manera flexible”

Teniendo en cuenta lo expresado por De León (2005)

La innovación educativa es un concepto complejo y polisémico, que tiene por sinónimo a la renovación pedagógica. Se trata de un conjunto de ideas, procesos y estrategias que tienen como objetivo introducir o provocar ciertos cambios en las prácticas educativas vigentes

La innovación también está reflejada en la introducción de TIC en las actividades experimentales. Se encontró inclusión de TIC tanto en nuevas propuestas como en aquellas que son conocidas y que datan de cierto tiempo.

Teniendo en cuenta el nivel educativo al que están dirigidas las propuestas experimentales se destaca que a nivel superior (universitario) hay tendencia a actividades que involucran nanotecnología y metodologías analíticas complejas que requieren destrezas de manipulación, equipamiento de elevado costo, así como también, un marco teórico con conceptos más profundos de la Química. Estas actividades buscan formar al futuro profesional para desempeñarse tanto en la industria como en la investigación. Por lo que, a nivel universitario, aún hoy en día, se sigue (como en los comienzos de las actividades experimentales en la enseñanza), con una enseñanza utilitaria de la Química.

Algo interesante sería conocer cuáles son los temas que tienen mayor impacto, es decir, cuáles son los más leídos o consultados pero este objetivo está fuera de los límites de esta investigación y sería tema para un nuevo trabajo.

### 3.2.6. Metodologías empleadas y tipo de experiencias propuestas en las actividades experimentales

Para el establecimiento del tipo de actividad experimental que se plantea en las publicaciones se siguió el criterio establecido por Fernández (2014) que las clasifica en 4 grupos: Experiencias (Exp), Ejercicio Ilustrativo (Ej I), Ejercicio Práctico (Ej P) e Indagación (I). Mientras que en la estrategia didáctica se siguió la clasificación propuesta por Johnstone (2001) a la que se le agregó una categoría: Actividades que siguen un procedimiento (P), Expositivas (E), Descubrimiento (D), Basadas en Resolución de Problemas (BRP), Indagación (I).

**Tabla 14. Actividades experimentales teniendo en cuenta la estrategia didáctica y el tipo de experiencia.**

Re- vista	Estrategia didáctica					Tipo de experiencia			
	P (%)	E (%)	D (%)	BRP (%)	I (%)	Exp (%)	Ej I (%)	Ej P (%)	I (%)
EQ	58,5	0	0	11,3	30,2	5,7	11,3	50,9	32,1
Eureka	25,0	0	0	12,5	62,5	0	12,5	35,0	62,5
JCE	81,8	1	0	9	51	7,4	12,8	62,8	17,0

Elaboración propia.

En Eureka la estrategia didáctica y el tipo de experiencias que están presentes en la mayoría de los artículos es Indagación (62,5 %) el planteo de actividades basadas en la resolución de problemas (12,5 %) y las que siguen un procedimiento (25,0 %) y

teniendo en cuenta el tipo de experiencia los ejercicios prácticos (25.0 %) y ejemplos ilustrativos (12,5%).

En Enseñanza Química hay mayor variedad las actividades que siguen un procedimiento pre establecido es el que predomina (58,5 %) pero las propuestas de indagación también representan porcentajes importante en un 30 % y le siguen las que están basadas en la resolución de problemas 11,3 %.

### 3.2.5. Nivel de educación para el cual está destinada la actividad experimental presentada. Estrategia didáctica planteada para su ejecución. ¿Aplican TIC?

Con respecto al nivel educativo, de los trabajos sobre actividades experimentales publicados, se encontró diferencias en las publicaciones relevadas. Tanto en CERP como en la JCE es parejo entre enseñanza media y universitaria mientras que, en EUREKA tienen relevancia las actividades desarrolladas en la enseñanza media (93 %) y en Enseñanza Química las de nivel universitario (85 %).

Las TIC en la actualidad son parte fundamental en nuestra vida cotidiana. Están presentes en prácticamente todo lo que nos rodea y poco a poco los docentes y estudiantes se han ido involucrando con las TIC. Lo que se ve beneficiado por ser tecnologías aceptadas con agrado por los estudiantes.

**Tabla 15. Trabajos que incluyen TIC en las publicaciones seriadas relevadas**

Año	Publicación seriada			
	Eureka	Enseñanza Química	CERP	JCE
2020	---	---	---	1 smartphone 1 difusión TIC TOC 2 empleo de sensores 1 quimiosensores orgánicos.
2019	---	---	1 Se propone la filmación de la actividad mientras es realizada en el laboratorio para que después puedan establecer la	2 smartphone 1 construcción sensor pH 2 sensores 1 PAT 1 cámara IR comportamiento térmico de sustancias

			explicación a nivel submicroscópico.	
2018	---	1 simulador	---	1 pigmentos, colorantes energía renovables
2017	---	1 simulador	Estudiantes miran ejemplos de videos sobre 3 actividades y luego al realizarlas en el laboratorio las filman empleando smartph- hone. Las grabaciones son revisadas por pares.	2 smartphone 4 simuladores 1 sensores
2016	---	1 sensor	---	2 smartphone 3 sensores 1 generación <i>hardware</i> y <i>software open source</i> .
2015	---	1 Construcción sensor para gases 1 simulador	---	3 smartphone 1 cámara IR 1 construcción colorímetro (luz led) 1 construcción sensor temperatura.
Total (%)*	0	7,5	11,1	9,1

\* El total expresado en porcentaje, se refiere al número de actividades que incluyen TIC sobre el total de actividades experimentales publicadas en cada una de las revistas en el período 2015-2020.

PAT: *Process Analytical Technology*

Elaboración propia

Debido a su gran potencial, los trabajos que incluyen TIC las utilizan en forma variada; entre los artículos publicados se encontraron aquellos que las emplean con el fin de reducir costos ya que mediante software o aplicaciones (*app*) y empleo de *data-loggers* (sensores) disminuyen la inversión de compra de múltiples equipos de medición y ensayo y de disposición de materiales físicos llevándose a cabo demostraciones animadas, videos interactivos que realizan tanto los docentes como los propios alumnos empleando para la grabación sus *smartphones* personales. Estos teléfonos inteligentes han pasado a ser elementos de nuestra vida cotidiana y sin duda que también forman

parte de las herramientas empleadas en la educación. Interesó conocer si el empleo de este recurso estaba circunscripto a una región geográfica determinada y se encontró que la filiación de los docentes que recurren a este tipo de propuestas (*móvil learning*) también es variada, en las publicaciones relevadas, se encontraron artículos de Brasil, España, EEUU, India, Suiza. Con lo que se ve que el empleo de los teléfonos inteligentes y de las TIC en general se han permeado en la enseñanza en forma globalizada favorecida por una interacción sin barreras geográficas.

Las TIC también favorecen una mayor difusión y comunicación porque los materiales generados son compartidos en sitios sociales, canales por ejemplo *Youtube* o en foros de plataformas disponibles en los centros educativos.

Así Rivas (2019) dice:

Los alumnos ven llegar a sus manos un poder que nunca antes tuvieron, un poder en forma de celular [...] Estamos en un tiempo de flujo de multiplicación de las fuentes de la verdad y de generación constante de cualquier idea estable. El saber viaja sin un destino fijo.

Por lo que las TIC están siendo un desafío para los docentes del siglo XXI, entendiéndose que estas son el medio y no el fin.

Sorprende que la publicación EUREKA en este período de tiempo no tienen artículos que incluyan TIC en las actividades experimentales.

### 3.2.6 Propuesta de actividades multidisciplinarias

En JCE, CERP y Educación Química hay publicados trabajos con propuestas de actividades experimentales que incluyen dos o más disciplinas. Con este tipo de propuestas se eliminan las barreras que existen entre las distintas ciencias, promoviendo un aprendizaje integrado, en donde cada una de las disciplinas científicas puede sostenerse mutuamente e incluso retroalimentarse. Las actividades multidisciplinarias además permiten dar una visión amplia a un determinado fenómeno y favorecen que la construcción del conocimiento sea completo.

**Tabla 16. Propuestas de actividades multidisciplinares teniendo en cuenta el país de filiación de la institución que declaran los autores y las disciplinas involucradas.**

Revista	Año	Tema	País*	Disciplinas involucradas
Enseñanza Química	2019	Extracción ADN de origen vegetal y animal	España	Química y Biología
	2018	Indicadores ácido-base empleando plantas	Brasil	Química y Biología
	2015	Construcción de un sistema para el uso y evaluación de sensores semiconductores para gases.	Costa Rica	Física y Química
EUREKA	2016	La termografía infrarroja. Un recurso para la enseñanza de Física y Química	España	Física y Química
	2015	La columna bioelectrogénica	España	Química y Biología
JCE	2018	Formulación geles sanitizantes para manos en base a etanol	EEUU	Química y Microbiología
	2017	Aislamiento de biliverdina IX $\alpha$ y su dimetil éster, de cáscaras de huevo.	EEUU	Química y Biología
	2017	Diseño experimental estadístico para obtener la mejor torta de limón	Noruega	Química, Matemática y Neurofisiología
	2015	Diferencia entre distintas tintas para tatuar la piel	Alemania	Química y Biología

\*País de filiación de la institución educativa que declaran pertenecer los autores.

Elaboración propia

De la información de la tabla N° 16 se concluye que no hay tendencias en las temáticas. Tampoco se aprecia que este tipo de propuestas estén relacionadas con algún

país en particular, ni que estén circunscriptas en una determinada región geográfica; pero si se destaca, que hay cierta afinidad entre las disciplinas Química y Biología.

### 3.3 Comparación de resultados y relación con publicaciones seriadas locales.

En esta tesis, el objetivo general fue analizar en cuatro publicaciones periódicas seriadas extranjeras, las propuestas experimentales de química que han realizado los y las docentes y compararlas con las elaboradas en publicaciones de Uruguay, en el período 2015-2020.

Se relevaron dos revistas locales con el fin de comparar y sacar conclusiones de la situación en Uruguay. Ambas revistas uruguayas, tienen alcance exclusivo sobre enseñanza de la química. En ambos casos estas publicaciones están respaldadas por el reconocimiento local de la institución editora (Consejo de Formación en Educación y Asociación de Educadores en Química Uruguay); además presentan la facilidad de acceso a través de la web y ambas publican en español y una de ellas además admite artículos en inglés (Revista electrónica Enseñanza Química). Por último, ninguna de las dos, tiene arancel por el proceso de publicación (*APC, Article, Processing Charge*). Aspectos estos, que son considerados relevantes por los autores antes de publicar sus trabajos; todo lo cual haría pensar que las publicaciones locales, recibirían una cantidad apreciable de contribuciones. Sin embargo, en el período relevado se constató que contienen un número reducido de artículos (tabla 17) y en algunas oportunidades incluso no se llegó a publicar el correspondiente número de la revista, generándose discontinuidades en la publicación seriada.

**Tabla 17. Número de artículos publicados en revistas locales seleccionadas.**

Año	Revista Electrónica Enseñanza Química		Revista de ADEQ	
	Nº total de artículos	Nº de artículos sobre actividades experimentales	Nº total de artículos	Nº de artículos sobre actividades experimentales
2015	----	----	11	0

2016	----	----	No se publicó	-----
2017	7*	3	13	2
2018	8**	1	A partir de aquí, hay una discontinuidad	----
2019	No se publicó	----	----	----
2020	11	2	----	----
2015-2020	26	6	24	2

\* Incluye 2 artículos que ya habían sido publicados en la revista de ADEQ.

\*\* incluye 1 artículo que ya había sido publicado en Enseñanza de las Ciencias.

Otro factor que incide en la expectativa de un mayor número de artículos publicados, es que en ambos casos, se trata de publicaciones cuya frecuencia es anual siendo un lapso de tiempo amplio que favorece la recepción de las contribuciones.

En el caso de la Revista Electrónica Enseñanza Química el reducido número de artículos se podría justificar porque es una publicación seriada que recién se comenzó a publicar desde 2017 y se podría pensar que aún no está del todo consolidada en el ámbito de la colectividad docente de Química, pero en el caso de la Revista de ADEQ comenzó a publicarse en 1988 y está en la misma situación; lo que nos conduce a pensar que existen otras causas que justifiquen esta realidad.

Otra causa que puede incidir para que el número de artículos publicados sea bajo, es que por ahora, las publicaciones no constituyen un requisito relevante en ANEP para la renovación del cargo docente, ni para el cambio de grado, ya en la evaluación de los méritos, en los llamados a concurso este rubro tiene adjudicado un puntaje sin mucho peso. (ANEP. CFE, 2018)

Este reducido número de artículos totales publicados en cada uno de los ejemplares de las publicaciones locales, fue un hallazgo sorprendente y es de interés conocer las

causas reales, pero este objetivo, está fuera del alcance de este trabajo y sería tema para una nueva investigación.

Por otro lado, se encontró que en todos los casos la filiación de las instituciones educativas a la que pertenecen los autores es sólo de Uruguay.

Es importante que las publicaciones seriadas estén indexadas en alguna base de datos porque aumenta su visibilidad, y asegura que tengan no sólo publicación periódica, sino que también posea evaluación por pares.

La publicación, Revista Electrónica Enseñanza Química sólo es miembro de AURA (Asociación Uruguaya de Revistas Académicas) no estando indexada por otros sistemas de información o bases de datos, lo que le reduce la visibilidad internacional disminuyendo la oportunidad de que los autores la conozcan, la lean, envíen sus trabajos para publicar y hasta citen los artículos contenidos en ella. Dispone de información sobre el número de visualizaciones de los artículos en forma individual y esto permite conocer cuáles son por su temática los que han tenido mayor interés en la colectividad docente, pero no se puede saber si sus artículos fueron citados por otros autores, porque la única métrica que posee en la página web ([http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev\\_quimica/article/view/805](http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/article/view/805)) es el número de descargas mensual de los artículos y de la revista completa.

Al evaluar el número de autores que participaron en cada uno de los artículos, se encontró que en la publicación: Revista Electrónica Enseñanza Química tres de los artículos tienen un solo autor, hay uno con dos autores, otro con cuatro y por último, uno con siete autores. En la Revista de ADEQ en los 2 artículos relevados uno tiene un solo autor y el otro posee tres. Teniendo en cuenta el número de autores las dos publicaciones nacionales en estudio presentan una situación similar a las encontradas en las cuatro revistas internacionales relevadas.

En función de la filiación de la institución que declaran pertenecer los autores también se registró el tipo de colaboración existente entre ellos y se encontró que a excepción de uno de los artículos, no hubo colaboración porque tienen un solo autor o todos los autores pertenecen al mismo departamento de la institución educativa. Lo que muestra la poca apertura de trabajo conjunto que presentan los docentes de química en la muestra analizada. Lo que es importante destacar es que en las publicaciones participan autores que pertenecen a instituciones educativas de distintos lugares del Uruguay: cuatro de Montevideo (tres del IPA y uno de Facultad de Química), uno de CERP sudeste (Departamento de Colonia) y uno de CERP del Norte (Departamento de Rivera).

Con respecto a las temáticas incluidas en los artículos en la Revista Electrónica Enseñanza Química se encontró de Química Orgánica (1), Química General (1), Análisis Químico (1) y Química ambiental (3) mientras que en la Revista de ADEQ los dos trabajos son sobre Análisis Químico (tabla 18). Las propuestas experimentales están relacionadas con elementos o problemáticas de la vida cotidiana lo que permite una enseñanza contextualizada, que favorece la integración disciplinar y acerca la ciencia a los estudiantes. También algunas de ellas incluyen el empleo de TIC (sensores ó *dataloggers*).

**Tabla 18. Información relevada en las publicaciones nacionales.**

	Año	Nivel educativo		Estrategia de enseñanza		Tipo de experiencia		Trabajos que emplean TIC
		EM	U	P	I	EjP	I	
Revista Electrónica Enseñanza Química	2017	3	---	2	1	2	1	2
	2018	1	---	---	1	---	1	---
	2019*	---	---	---		---	---	---
	2020	2	---	1	1	1	1	---
Revista de ADEQ	2015*	---	---	---	---	---	---	---
	2016*	---	---	---	---	---	---	---
	2017	1	1	2		2		1

Los resultados están expresados en número de trabajos.

\*no se publicó la revista.

EM: Enseñanza Media, U: universidad, P: procedimiento, EjP: ejercicio práctico,

I: indagación

Elaboración propia

Las actividades experimentales están dirigidas prácticamente a la enseñanza media, lo que es lógico teniendo en cuenta que una de las revistas es editada por la

Asociación de Educadores en Química y sus socios son principalmente docentes de ANEP que se desempeñan en enseñanza media y la otra es editada por el CFE que es uno de los consejos pertenecientes a ANEP. Por lo que en ambos casos el público objetivo son los docentes que se desempeñan en ese nivel educativo.

Considerando las metodologías en la publicación Revista Electrónica Enseñanza Química hay paridad entre las propuestas para desarrollarse mediante indagación y las de ejercicio práctico siguiendo un procedimiento pre-establecido.

En el estudio realizado se encontró que los artículos publicados en las revistas uruguayas no tienen una brecha importante con los publicados en las revistas americanas y europeas de la muestra en estudio. Las diferencias radican en el número de artículos publicados en cada revista, el país de filiación de las instituciones educativas a las que declaran pertenecer los docentes y en el nivel educativo a la que están dirigidas las propuestas experimentales ya que en las revistas uruguayas están dirigidas principalmente a la enseñanza media.

## **CONCLUSIONES**

En este último capítulo se realiza una síntesis de los objetivos establecidos y de las conclusiones más relevantes obtenidas en la presente tesis. El estudio y análisis estuvo basado en una investigación documental, en función de los objetivos y las hipótesis propuestas. La investigación documental resulta interesante, porque posibilita relevar en un período de tiempo relativamente corto, un volumen apreciable de documentación científica producida por autores/as de diversos orígenes, lo que allana la recolección de datos, para su posterior categorización y análisis, permitiendo apreciar si hubo cambios y si hay tendencias en las propuestas.

En este caso, el objetivo general fue analizar en cuatro publicaciones periódicas seriadas extranjeras, las propuestas experimentales de química que han realizado los y las docentes y compararlas con las elaboradas en publicaciones de Uruguay, en el período 2015-2020.

Las publicaciones periódicas surgieron en el siglo XVIII como una necesidad de disponer de una publicación más frecuente y menos extensa que los libros, que posibilite una lectura rápida en donde se comunica los hallazgos más recientes de un determinado

tema. Siendo estos los motivos por las que fueron seleccionadas como documentos para esta investigación.

Una de las interrogantes planteadas en esta tesis fue conocer cuáles son los criterios metodológicos y temáticos que orientan las propuestas, teniendo en cuenta el país o la región de la institución educativa a la que declaran pertenecer los y las docentes.

En función de los criterios metodológicos que orientan las propuestas, se encontró que tanto en las publicaciones extranjeras como en las locales, las metodologías empleadas principales son las que se presentan como ejercicio práctico siguiendo un procedimiento y las propuestas que se desarrollan mediante indagación guiada. Esta última metodología está siendo bastante empleada por varios/as docentes y autores/as. Melina Furman (2021, p. 30) establece que la enseñanza por indagación tiene como fortalezas principales la generación en el estudiantado de “autonomía, iniciativa, creatividad, resiliencia, compromiso, y capacidad de colaborar con otros” Sin embargo hay docentes que han argumentado a favor y en contra de las actividades de enseñanza en forma exclusiva mediante indagación guiada y las que recurren al empleo de guías explícitas empleadas tanto en las demostraciones, ejercicios prácticos, como en los ejemplos ilustrativos; pero Clark, Kirschner y Sweller (2012) pusieron fin a este debate. Estos autores establecen que después de décadas de investigación se demostró que el aprendizaje significativo en los estudiantes, es más efectivo cuando se emplea una guía explícita, seguida de la ejecución experimental de la actividad y la posterior retroalimentación del o de la docente. Por otro lado, Anijovich (2010, p. 117) sostiene que “la estrategia de enseñanza está compuesta por momentos de reflexión y por momentos de acción que interactúan entre sí” con lo cual podemos concluir que todas las metodologías pueden ser efectivas si se tienen en cuenta estos factores.

Por otro lado, muchas de las propuestas experimentales son lo suficientemente flexibles y permiten una fácil adaptación para ser implementadas bajo las distintas estrategias metodológicas, según lo requiera el tema y/o la modalidad de trabajo del o de la docente.

En cuanto a las temáticas de las propuestas experimentales se encontró que son variadas y están en función de los contenidos de las asignaturas. Así, por ejemplo, Química Orgánica, Análisis Químico y Físicoquímica (en particular Electroquímica), son las que tienen mayor número de propuestas. Tanto en Química Orgánica como Inorgánica hay una tendencia hacia las actividades de síntesis. Mientras que en Análisis Químico predominan las propuestas de carácter cuantitativo principalmente volumetrías y

espectrofotometrías y en electroquímica están ponderados los procesos de oxidación-reducción.

Por otro lado, hay propuestas sobre temas muy actuales que son innovadores en la enseñanza, como nanotecnología y los que están incluidos en Química Ambiental, en particular energías sustentables y renovables.

Es importante destacar, que se encontró que hay diferencias importantes en las temáticas, en función del nivel para la cual están dirigidas las propuestas.

La mayor parte de los trabajos destinados a la enseñanza media, están contextualizadas principalmente con hechos y actividades del diario vivir, así como también, en el empleo de materiales de bajo costo, fáciles de obtener. Los autores de estas propuestas verificaron que el trabajo con elementos conocidos por el estudiantado, favorecen tanto su interés como la motivación, que son factores importantes en el proceso de aprendizaje.

Mientras que a nivel superior (universitario), hay tendencia a las actividades que involucran nanotecnología y metodologías analíticas complejas, que requieren destrezas de manipulación y equipamiento de elevado costo, así como un marco teórico con conceptos más profundos de la Química. Estas actividades buscan formar al futuro profesional para desempeñarse tanto en la industria como en la investigación. Con lo cual, a nivel superior se continúa con una enseñanza utilitaria de la Química, como a principios del siglo XIX, cuando Thomas Thompson introdujo en forma sistemática las actividades experimentales en el currículo del químico.

Algo interesante sería conocer cuáles son los temas que tienen mayor impacto, es decir, cuáles son los más leídos o consultados, pero está fuera de los límites de esta investigación y sería tema para un nuevo trabajo.

Con respecto al país de filiación de la institución educativa que declaran pertenecer los y las docentes es variada e involucra un número importante de países que no están asociados a una región determinada, excepto en la publicación Eureka y en las publicaciones locales en donde, coincide el país de filiación del centro educativo con la de la institución editora de la publicación seriada. Además, teniendo en cuenta el país o la región, no se encontró ninguna tendencia en las temáticas de los artículos publicados.

Otra interrogante planteada fue conocer cuáles eran los ejes transversales, que involucraban temáticas de otras asignaturas en las propuestas.

Es necesario tener en cuenta que las propuestas multidisciplinarias pueden ser desarrolladas por docentes de un mismo departamento o por docentes pertenecientes a

más de un departamento de una misma institución educativa o de varias. En esta investigación se encontró que la mayor parte de los trabajos, son sin colaboración, es decir con un solo autor o autores pertenecientes al mismo departamento, en donde las propuestas están presentadas con objetivos explícitos. Independientemente de la publicación relevada, se encontró que en unos pocos casos las temáticas tratadas, se articulan con proyectos educativos inter y multidisciplinarios que trascienden al círculo habitual de trabajo. López (2012) plantea que estas propuestas “surgen como una necesidad para superar las dificultades que causan el exceso de especialización”. Este tipo de propuestas desarrolladas por un equipo de docentes, generan beneficios en la enseñanza, debido a que repercute no sólo sobre el aprendizaje en los estudiantes (ya que un mismo tema se puede abordar en forma simultánea desde distintos enfoques) sino que también fortalece la profesionalidad de los y las docentes a través del intercambio de materiales, experiencias y la realización de acuerdos, en la elaboración y desarrollo en conjunto de la propuesta, en donde en todos los casos se aprende solos y con otros.

A nivel docente además se produce una sinergia en la autoevaluación de lo que salió bien y lo que se puede mejorar en el trabajo en equipo. En resumen, con este tipo de actividades se produce un enriquecimiento multidireccional entre docentes y estudiantes, lo que favorece la generación de actitudes y prácticas participativas que lamentablemente por las evidencias encontradas, aún no constituye una propuesta de enseñanza aprovechada a pleno.

Para finalizar, la última pregunta planteada en los objetivos fue ¿Qué similitudes y diferencias se observan entre las propuestas locales y las de otros países?

En la comparación de las publicaciones extranjeras con las locales se encontraron puntos en común y diferencias.

Entre los puntos en común, se encontró que el número de autores, y las metodologías de enseñanza propuestas en los trabajos, no presentan diferencias con las publicaciones extranjeras investigadas, lo que constituye un hallazgo relevante. Las revistas locales también incluyen artículos en donde se recurre al empleo sensores o dataloggers, lo que evidencia que los docentes uruguayos comienzan a incorporar TIC en sus propuestas. El empleo de estas nuevas tecnologías en nuestro país está sustentado en las políticas de educación ya que las autoridades distribuyeron estos instrumentos entre aquellos centros de enseñanza pública que tuvieran un proyecto que incluyera su uso; que sumado al plan Ceibal, facilitan llevar a cabo propuestas tecnológicas innovadoras en la enseñanza. No se encontraron propuestas en donde se empleen los teléfonos

inteligentes que constituyen otra herramienta tecnológica muy potente y empleada en la enseñanza en los últimos años.

En cuanto a los ejes temáticos abordados en los artículos, presenta similitudes porque también están incluidas propuestas de Química General y Química Analítica pero no hay de fisicoquímica.

En cuanto a las diferencias una de las más relevantes fue el número bajo de artículos totales que contienen cada uno de los números de ambas revistas locales. Hecho este que llama la atención, porque ambas publicaciones tienen una frecuencia anual en donde este amplio lapso de tiempo permite una recepción mayor de contribuciones. En función de este resultado se ve que es necesario aumentar el número de artículos publicados, lo que es beneficioso por varios motivos, entre los que se puede mencionar que estos aportes enriquecen al colectivo docente, favorecen la reflexión sobre sus propias prácticas, identifican la autoría de los aportes, asegurando la propiedad de las ideas y en función de ello, constituyen un bien de valor académico que da visibilidad y prestigio y que importa a la hora de gestionar apoyo económico, para el desarrollo de proyectos de investigación. Teniendo en cuenta, todas estas ventajas que tiene el publicar, interesa conocer las causas reales que inciden en el bajo número de artículos académicos en las publicaciones especializadas en la enseñanza de la Química en Uruguay, pero esto sería tema para una nueva investigación.

Otra diferencia a mencionar es que las propuestas en las publicaciones locales están prácticamente dirigidas a la enseñanza media, escaseando las que están destinadas a nivel superior e inexistentes para otros niveles de la educación formal.

Al comparar los resultados obtenidos con otras investigaciones se puede hacer referencia a la que fue realizada sobre cinco revistas españolas y una colombiana en el período 2012-2016 por los investigadores Franco, Velasco y Riveros (2017, p. 50). Estos autores reportaron resultados que coinciden y difieren de los encontrados por esta autora. Dentro de las coincidencias se destaca el bajo número de artículos publicados sobre actividades experimentales y que la cotidianidad desempeña un papel central en las propuestas para la enseñanza media. Mientras que difieren en las temáticas abordadas. Estos investigadores encontraron que las actividades experimentales estaban enfocadas sobre estequiometría, propiedades físicas y químicas de la materia, equilibrio e hidrocarburos. Tal vez esta diferencia, se debe a que las fuentes de información relevadas por estos autores, fueron mayormente revistas españolas con artículos principalmente de filiación española, en donde realizan sus propuestas teniendo en cuenta los

contenidos programáticos de los cursos y las metodologías usuales en su país. Por lo que en el resultado de su investigación habría evidencia de una tendencia temática en función del país.

Para concluir, sería deseable que se llevaran a cabo investigaciones similares a la realizada en esta tesis, en períodos anteriores y posteriores, con el fin de generar datos históricos que sirvan como un insumo más en la toma de decisiones en las políticas de educación.

### Referencias bibliográficas

- Abero, Laura; Berardi, Lilián; Capocasale, Alejandra; Montejo, Selva y Rojas, Raúl. (2015). *Investigación educativa. Abriendo puertas al conocimiento*. Uruguay. CLACSO. Contexto S.R.L.
- Aguilera Morales, David., Martín-Páez, Tobías y Valdivia-Rodríguez, Víctor. (2021). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de educación*, 381, pp. 259-284
- ANEP. CES. Consejo Enseñanza Secundaria Programas de las asignaturas para planes del ciclo básico y del bachillerato. Consultados en: <https://www.ces.edu.uy/index.php/propuesta-educativa/20234>. Universidad de trabajo del Uruguay (UTU) ciclo básico: <https://planeamientoeducativo.utu.edu.uy/ciclo-basico-tecnologico>. Educación terciaria CETP-UTU <https://educacionterciaria.utu.edu.uy/tecnicaturas>
- ANEP. CFE. Expediente N°: 2018-25-008641 folio N° 21. Bases particulares de concurso de oposición y méritos para adquirir carácter efectivo en docencia directa en el Consejo de Formación en Educación.
- Anijovich, Rebeca; Mora, Silvia. (2010). *Estrategia de Enseñanza*. Aique Grupo Editor. Buenos Aires. Argentina.
- Arias, Fidias G. (2017). Obsolescencia de las referencias citadas: un mito académico persistente en la investigación universitaria venezolana. *E-Ciencias de la Información*, 7(1), 78-90.
- Ballester, Lluís; Cristóbal, Andrés; Amer J. (2004) *Métodos y técnicas de investigación educativa*. Universidad Islas Baleares.

- Bardanca, María. (2017). Las nuevas tecnologías están en el aula. Los sensores de conductividad y pH ¿son confiables? *Revista electrónica Enseñanza de la Química*.
- Benia, Isabel; Franco, Mónica; Nieto, Manuel., y Sebé, Susana. (2013). *Didáctica de las ciencias experimentales. Aportes y reflexiones sobre la educación en Química*. Montevideo: Grupo Magro.
- Bennett, J. (2016). Bringing science to life. In R. Taconis, P. d. Brok, & A. Pilot (Eds.), *Teachers creating context-based learning environments in science* (pp. 21–39). Rotterdam: SensePublishers.
- Bernadou, Olga; Soubirón Emy. (2003). Las pequeñas investigaciones en el laboratorio: la opinión de los estudiantes. *Revista V.I.T.R.I.O.L.*, Año 4, N° 4.
- Björneborn, Lennart y Ingwersen, Peter. (2004). Toward a basic framework for webometrics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 55, N° 14; pp.1216–1227.
- Burton, Robert. E; y Kebler, Richard. W. (1960). The “half-life” of some scientific and technical literatures. *American documentation*, vol.11, N° 1; pp. 18-22.
- Caamaño, Aureli. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, vol. 39, pp. 8-19.
- Caamaño, Aureli (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, vol.78, pp. 7-20
- Caamaño, Aureli. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*, vol 29, N° 1; pp. 21-54.
- Cagan, Ross. (2013). San Francisco Declaration On Research Assessment.
- Cañal, Pedro. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En: Pedrinaci, E. (coord.), 11 Ideas Clave. El desarrollo de la competencia científica, 217–239. Barcelona: Graó
- Carta de adhesión a la Declaración de San Francisco sobre la evaluación de la investigación (DORA) (2012) Disponible en: <https://sfdora.org/read/read-the-declaration-espanol/>
- Carvalho, Oraides. 2018. El rol de las clases prácticas en la enseñanza de la química en bachillerato. La distancia entre el discurso y la práctica. Tesis para obtener el grado de Maestría en Educación, Sociedad y Política. FLACSO. Uruguay.

- Castillo, L. (2002). *Tema 11: Introducción a la bibliometría*. Recuperado de <http://www.uv.es/macas/11.pdf>
- Ceretti, Helena M.; Zalts Anita. (2000). *Experimentos en Contexto. Química. Manual de Laboratorio*. Pearson Education S.A.
- Chamizo, José Antonio y Nieto, Elizabeth. (2013). La enseñanza experimental de la Química. Las experiencias de la UNAM.
- Chamizo, José Antonio. (2017). La cuarta revolución química (1945-1966). De las sustancias a las especies químicas. *Educación Química* vol 28, pp. 202-210
- Clark, Richard. E., Kirschner, Paul A., y Sweller, John. (2012). Putting Students on the Path to Learning: The Case for Fully Guided Instruction. *American Educator*, vol. 36, N° 1, pp. 6-11.
- Consejo de Formación Docente (CFE) (2018). *Secciones de los Departamentos Académicos*. Acta N°15 Res. N° 44. Exp. 2018-25-5-004043. C/995/18.
- de Jong, Onno., Treagust, David. (2002). The teaching and learning of electrochemistry. In J. K. Gilbert (Ed.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp. 317–337). Kluwer Academic Publishers.
- del Carmen, Luis. (2000). Los trabajos prácticos. En C. P. Perales Francisco Javier, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (p. 267-287). Alcoy España: Marfil S.A.
- De León, P. C. (2005). *La innovación educativa*. vol. 4. Madrid: Ediciones AKAL.
- Domin, Daniel S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of chemical education*, vol. 76. N° 4, p. 543.
- Downing, Kevin y Holtz, Jennifer K. (2008). *On line Science learning. Best Practices and Technologies*. Editorial IGI. New York p. 74-76
- Duglio, Isabel. (2007). Los prácticos de laboratorio: una mirada interpretativa en prácticas de enseñanza de química en Bachillerato Diversificado. *Cuadernos de Investigación Educativa*, vol. 2, N° 14, pp. 71-87.
- Esperbén, María., Luaces, Margarita y Franco, Mónica. (1994). El trabajo práctico un cotidiano poco reflexionado. Boletín Informativo N° 1, pp. 3-28. Montevideo. LID ANEP.
- Fernández, Nancy (2014). *Algo más que locos experimentos en la escuela. El uso del laboratorio en la enseñanza de las ciencias*. Ediciones Novedades Educativas. Buenos Aires. Argentina.

- Fernández Panadero, Javier. (2013). *Experimentos para entender el mundo. La ciencia para todos*. Editorial Páginas de Espuma. España.
- Ferrés Gurt, C; Marbá Tallada, A. y Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 12, N° 1, p. 22.
- Figueredo, Eduardo. (2004). Los colegios invisibles. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, vol. 11, N° 6, pp. 25-26.
- Finley, Fred. N., Stewart, James y Yarroch, William. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science education*, vol. 66, N° 4, pp. 531-538.
- Franco Moreno, Ricardo Andrés., Velasco Vásquez, María Alejandra y Riveros Toro, Carlos Mario. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, vol 41, pp. 37-56.
- Furman, Melina., Barreto, Mary Carmen y Sanmartí, Neus. (2013). El procés d'aprendre a plantejar preguntes investigables. *Educación Química EduQ*, vol. 14, pp. 1-8.
- Furman, Melina. (2021). *Enseñar Distinto. Guía para innovar sin perderse en el camino*. Buenos Aires. Argentina. Siglo Veintiuno Editores
- Gabel, Dorothy. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, vol. 76, N° 4, pp. 548-554.
- Galagovsky, Lydia., Giudice, Jimena. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Ciência & Educação (Bauru)*, N° 21, pp. 85-99.
- Galagovsky, Lydia y Pérgola, Martin. (2018). Reacciones Redox: Reflexiones didácticas sobre complejos modelos teóricos subyacentes. *IV Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 24 al 26 de enero de 2018. San José de Costa Rica.
- Galeano, María Eumelia. (2009). *Estrategias de investigación social cualitativa. El giro en la mirada*. Medellín: Carreta Editores.
- Garfield, Eugene. (1955). "Citation indexes to science: a new dimension in documentation through association of ideas", *Science*, vol. 122, pp.108-111.

- Gelon, Gabriel., Rosenvasser, Elsa., Furman, Melina y Golombek Diego. (2011). *La Ciencia en el Aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós
- Gil Pérez, Daniel., Furió-Mas, Carlos., Castro Valdez, Pablo., Salinas, Julia., Torregrosa, Joaquín. M., Aranzabal, Jenaro y de Carvalho, Anna. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, vol 17, N° 2; pp. 311-320.
- Golafshani, Naihd. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The qualitative report*, vol. 8, N° 4; pp. 597-607.
- Gomez, Salgado Beatriz; Lavin, Puente Carmen. (2016). Enseñanza-Aprendizaje de la electroquímica con analogías: una experiencia en el aula. *Tabanque: Revista pedagógica*, vol.29, pp. 189–206.
- González, Aguado Ma Elvira., Artigue Alonso Begoña., Lozano Martinez Ma Teresa., Markina Galíndez, Ma Carmen y Mendizábal Uliarte Ana (2013). 84 experimentos de química cotidiana en secundaria. Editorial Graó. España.
- Gonzalez Trigo, Gregorio. (1969). Discurso de recepción Real Academia. Medalla N° 40. Disponible en: <https://ranf.com/wp-content/uploads/academicos/discursos/anteriores/trigo.pdf>
- Gott, Richard; Welford, Geoff y Foulds, Ken. (1988) *APWIS: Assessment of practical Work in Science*. Oxford. Basil Blackwell.
- Gracia Guillén, Daniel. (2005). De los colegios invisibles al campus virtual. Disponible en: [https://eprints.ucm.es/id/eprint/5752/1/Gracia\\_Guill%C3%A9n.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/5752/1/Gracia_Guill%C3%A9n.pdf)
- Grau, Ramón. (1994). ¿Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, vol. 2, pp. 27-35.
- Gross, Paul. L. y Gross, Edward. M. (1927). College libraries and chemical education. *Science*, vol. 66, pp. 385-389.
- Habig, Sebastián., Blankenburg, Janet., van Vorst, Helena., Fechner, Sabine., Parchmann, Ilka., y Sumfleth, Elke. (2018). Context characteristics and their effects on students' situational interest in chemistry. *International Journal of Science Education*, vol. 40, N° 10; pp. 1154-1175.
- Hamilton, David; Zufiasurre, Benjamin. (2014). *Blackboard and bootstraps. Revisioning Education on schooling*. pp 2-8. Rotterdam: Sense Publishers.

- Harcombe, Elenora S. (2001) *Science teaching/ Science learning. Constructivist learning in urban classrooms*. Teachers Collegue. Columbia University. New York.
- Hernández-Junco, Luisel; Machado-Bravo, Ena; Martínez-Sardá; Efreín, Andreu-Gómez, Nancy y Flint, Alfred. (2018). La práctica de laboratorio en la asignatura Química General y su enfoque investigativo. *Revista Cubana de Química*, vol. 30, N° 2; pp. 314-327. Recuperado en 22 de septiembre de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212018000200012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000200012&lng=es&tlng=es).
- Hernández Sampieri, Roberto., Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta ed McGraw Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V. México DF.
- Hey, Jonathan. (2004). The data, information, knowledge, wisdom chain: the metaphorical link. *Intergovernmental Oceanographic Commission*, vol. 26, pp. 1-18.
- Hodson, Derek. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de Laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 12, N° 3; pp. 299-313.
- Hofstein, Avi. (2017). The role of laboratory in science teaching and learning. *Science Education* (pp. 357-368). SensePublishers, Rotterdam.
- Hurtado de Barrera, Jacqueline. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas. Ciea-Sypal y Quirón
- Hurtado, de Barrera Jacqueline. (2012). *Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia* (4a. ed.). Bogotá-Caracas: Ciea-Sypal y Quirón.
- Jennex, Murray. E. y Bartczak, Summer E. (2013). A revised knowledge pyramid. *International Journal of Knowledge Management (IJKM)*, vol. 9, N° 3; pp. 19-30.
- Johnstone, Alex. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer-Assisted Learning*, vol. 7, N° 2; pp. 75-83
- Johnstone, Alex. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, vol 70, N° 9; pp. 701-705.
- Johnstone, Alex.-Al-Shuaili (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *U. Chemical Educacion*, vol. 5, pp. 42-51.
- Kaya, Ebru y Geban, Ömer. (2012). Facilitating conceptual change in rate of reaction concepts using conceptual change oriented instruction. *Education & Science/Egitim ve Bilim*. vol.37, N° 163; pp.216-225.

- Kortland, K. (2005). Physics in personal, social and scientific contexts: A retrospective view on the Dutch physics curriculum development project PLON. In P. Nentwig & D. Waddington (Eds.) *Making it relevant. Context based learning in science* (pp. 67–90). Münster: Waxmann
- Kurt, Sevil; Ayas, Alipasa. (2012). Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, vol.4, N° 2; pp. 979-992.
- Leite, Bruno Silva. (2018). A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. *Educación Química*, vol 29, N° 3; pp. 61-78.
- Leite, Laurinda. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentado trabalho laboratorial no ensino das ciências”, *Boletim das Ciências*, vol. 51, pp. 83-92.
- Leite, Laurinda y Figueroa, Alcina. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, vol 39, pp. 20-30
- López, Ana y Tamayo, Oscar. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales, *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), vol. 8 N° 1; pp. 145-166.
- López, Luis. (2012). La importancia de la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento. *Revista Sophia* vol.13. (disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8676/1/La%20importancia%20de%20la%20interdisciplinariedad.pdf>)
- Lo Priore Iliana y Anzola Daisy. (2010). Caracterización de experiencias didácticas innovadoras. *EDUCERE Investigación arbitrada*. Año 14, N°14; pp. 85-97.
- Marcano, Deanna., Cabrera Gustavo. (2016). *Principios de Síntesis Orgánica*. Segunda Edición. Caracas. Venezuela. Fundación Amigos de la Facultad de Ciencias Fondo Editorial de la Facultad de Ciencias.
- Martínez Losada, Cristina., García Barros, Susana., Mondelo Alonso, Matilde., y Vega Marcote, Pedro. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 17, N° 2; pp. 211-225.
- Martins, Isabel., Veiga, María Luisa., Teixeira, Filomena., Tenreiro--Vieira, Celinea., Marques Vieira, Rui., Rodrigues, Ana y Couceiro, Fernanda. (2007).

- Educação em Ciências e Ensino Experimental. Formação de Professores. Coleção Ensino Experimental das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Maz, Alexander; Torralbo, Manuel; Vallejo, Mónica; Fernández-Cano, Antonio y Rico Luis. (2009). La educación matemática en la revista enseñanza de las Ciencias: 1983-2006, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 27, Nº 2; pp. 185-194.
- Millar, R. (2010), Practical work. en Yeşiloğlu, Sevinç. Nihal y Köseoğlu, Fitnal. (2020). Epistemological problems underlying pre-service chemistry teachers' aims to use practical work in school science. *Chemistry Education Research and Practice*, vol.21, Nº 1; pp. 154-167.
- Mori, Rafael Cava., y Curvelo, Antonio. Aprigio. Da. Silva. (2017). A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências. *Química Nova na Escola*, vol. 39, Nº 3; pp. 291-304.
- Nandez, Ester. (2017) Las prácticas de enseñanza de las Ciencias naturales en Educación Inicial: estudio de tres instituciones privadas. Tesis para obtener el grado de Master en Educación. ORT. Uruguay.
- Naranjo Pereira, María Luisa. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista educación*, vol. 33, Nº 2; pp. 153-170.
- National Research Council. (2002). 4 Quality Standards for Performance Assessments. Performance Assessments for Adult Education. Exploring the Measurement Issues. Report of a Workshop. Washington, DC. The National Academies Press.
- Nieda Oterino, Juana. (1994). Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, Vol.(2), pp. 15-20
- Ortiz, Ocaña Alexander. (2015) *Enfoques y métodos de investigación en las ciencias sociales y humana*. Ediciones de la U. Bogotá.
- Paredes-Navia, Julian., Molina-Caballero, Manuel. (2019). Teaching Chemical Kinetics through Simulation and Active Learning. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, vol. 45, pp. 71-88.
- Price, Derek. J. S. (1963). Little science, big science. New York: Columbia University Press.
- Price, Derek John de Solla. (1970). Citation measures of hard science, soft science, technology, and nonscience. *Communication among scientists and engineers*, vol. 3; p. 22.

- Price Derek John de Solla. (1973). *Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona. Editorial Ariel S.A.
- Price, Derek. John. de Solla. (1986). *Little Science, big science..... and beyond*. (Edición aumentada) Nueva York: Columbia University Press.
- Pritchard, Alan. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, vol. 25, N° 4; pp. 348-349.
- Rivas, Axel. (2019). *¿Quién controla el futuro de la educación?* Buenos Aires. Argentina. Siglo XXI Editores.
- Roca, Enric Ramiro. (2014). *La maleta de la ciencia. 60 experimentos de aire y agua y centenares de recursos para todos*. España. Editorial Graó
- Rodríguez García, Antonio Manuel., Raso Sánchez, Francisco y Ruiz Palmero, Julio. (2019). Competencia digital, educación superior y formación del profesorado: un estudio de meta-análisis en la Web of Science. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, vol. 54, pp. 65-81.
- Rohr-Mentele, Silja y Forster-Heinzer, Sarah. (2021). Practical validation framework for competence measurement in VET: a validation study of an instrument for measuring basic commercial knowledge and skills in Switzerland. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, vol. 13, N° 1, pp. 1-25.
- Rowley, Jennifer. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of information science*, vol. 33, N° 2; pp. 163-180.
- Sánchez Piso, José., Domínguez Castiñeiras, Xose., García-Rodeja Fernández, Eugenio. (2002). Revisión de la investigación sobre la enseñanza de la Cinética Química. *Adaxe-Revista de estudios y experiencias Educativas*, vol. 18, pp. 171-190
- Sandoval Casilimas, Carlos A. (1996). Investigación cualitativa, en *Investigación cualitativa*. Instituto colombiano para el fomento de la educación superior, ICFES. Bogotá. Colombia.
- Sanmartí Neus. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Editorial Síntesis. Madrid. p. 210
- Scimago Journal Rank, (2018). Consultado en: [https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=3304&page=6&total\\_size=1222](https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=3304&page=6&total_size=1222)
- Sevian, Hannah. (2017). Letter to the Editor. *Enseñanza Química*, vol. 28, pp. 302-303)

- Sjøberg, Dag. (2010). Confronting the myth of rapid obsolescence in computing research. *Communications of the ACM*, vol.53. N° 9; pp. 62-67. Recuperado de <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/1810891.1810911>
- Torres Pascual, Cristina., Torrell-Vallespín, Sandra. (2020). Análisis bibliométrico de la producción científica latinoamericana y del Caribe sobre COVID-19 en PUBMED. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, vol. 31, N° 3.
- UNESCO (2016) Innovación educativa, texto 1 UNESCO Office Lima Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247005>
- Urbizagástegui Alvarado, Ruben. (2014). Estudio sincrónico de obsolescencia de la literatura: el caso de la Ley de Lotka. *Investigación bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, vol.28, N° 63; pp. 85-113.
- Urbizagástegui Alvarado, Ruben. (2016). La bibliometría, informetría, cienciometría y otras “metrías” en el Brasil. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, vol. 21 N° 47; pp. 51-66.
- UruguayEduca connsultado en <https://uruguayeduca.anep.edu.uy/noticias/3594>
- Valverde-Alulema, Francisco; Reyes, Roberto Arturo. Enriquez y Largo, Faraón. Llorens. (2017). Gobierno de las TI en las Universidades: Análisis sistemático de la literatura científica y no convencional. *INNOVA Research Journal*, vol.2, N° 8.1; pp. 397-411.
- Varela, Martha y Ivanckuk. Sandra. (2010). Las actividades prácticas. En Ivanchuk. Sandra. Varela Martha, *Enseñar y aprender estratégicamente en las clases de ciencias*. (págs. 183-191). Montevideo. Uruguay: Grupo Magro.
- Viera, Liliana., Ramírez, Silvia., & Fleisner, Ana. (2017). El laboratorio en Química Orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico-tecnológicas. *Educación química*, vol. 28, N° 4; pp. 262-268.
- Wei, Bing; Li, Xiaoxiao. (2017). Exploring science teachers’ perceptions of experimentation: implications for restructuring school practical work. *International Journal of Science Education*, vol. 39, N° 13; pp. 1775-1794.
- Wiggins Grant and Tighe Jay Mc. (2005). *Understanding by design*. Alexandria, Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)
- Woolnough, Brian y Allsop, Terry. (1985). *Practical work in science*. Cambridge. Cambridge Educational.

Wu, Hsin-Kai. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real life experiences: intertextuality in a high school science classroom. *Science Education*, vol. 87, pp. 868-891.

Yeşiloğlu, Sevinç Nihal y Köseoğlu, Fitnal. (2020). Epistemological problems underlying pre-service chemistry teachers' aims to use practical work in school science. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 21, N° 1; pp.154-167.



