

Indicadores ácido-base de laboratorio en entorno virtual

Lucero, Irene- Chamorro, Teresita- Delgado Ortiz, Ma. Eugenia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE, Corrientes
irmaireneprof@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta para enseñar el tema indicadores ácido-base en el Ciclo Orientado de la educación secundaria usando como recurso didáctico el laboratorio virtual. Es una propuesta que aporta el uso del entorno y el lenguaje digital para aprender procedimientos experimentales y conceptos fundamentales de química en una relación dialéctica con el lenguaje multimedial. Se

busca generar material didáctico de apoyo a docentes de educación secundaria desde las aulas mismas en interacción con el equipo investigador, para fortalecer la enseñanza de la física y la química en pro de despertar vocaciones científicas.

Palabras clave: formación docente, química, enseñanza, virtualidad

Introducción

En nuestro medio y en todo el país es sabido, dentro del ámbito universitario, que las carreras científico tecnológicas son las menos elegidas por los jóvenes, en especial las licenciaturas y profesorado en Física y en Química (Giuliano y otros, 2011). En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE, en los últimos 10 años, ingresaron al profesorado en Química 11 alumnos en promedio por año y, al de Física, 24 alumnos en promedio por año; pero el número de egresados en promedio al mercado educativo es preocupante: 13 por año en Química y 1 por año en Física (fuente propia). Esta situación repercute en la carencia de profesores formados para la enseñanza de Física y Química en las escuelas secundarias, existiendo en muchas aulas un profesional de título afín cumpliendo el rol de profesor. Como parte del diagnóstico realizado por este equipo de investigadores en aulas de escuela secundaria se encontró que el trabajo experimental y el uso de nuevas tecnologías y/o recursos digitales es casi nulo, persistiendo clases de física y química tradicionales, con el libro de texto o materiales escritos por el profesor como los recursos didácticos más

usados. Por otra parte, si se considera, tal como expresan Barberá y Valdez (1996), que la inadecuada formación científica en los niveles preuniversitarios puede ser un factor que explique la escasa motivación de los estudiantes por las carreras científico tecnológicas, se genera un círculo vicioso de manera tal que: los profesores no formados proponen clases pobres de ciencias, las que no despiertan vocaciones científicas y, por ende no hay ingresantes a carreras científicas y no habrá profesores para enseñar ciencia en las escuelas. Ante este escenario se lleva a cabo el proyecto de investigación y desarrollo “Universidad y escuela secundaria mancomunadamente por la enseñanza aprendizaje de la física/química”, que busca generar material didáctico de apoyo para los docentes de estas disciplinas, buscando priorizar el trabajo experimental y el uso de recursos TIC.

Las propuestas didácticas generadas en este proyecto surgen del trabajo en conjunto entre docentes de escuelas secundarias asociadas, alumnos residentes de los profesorado de física y química y los investigadores del equipo.

En este trabajo se presenta una secuencia didáctica para trabajar el tema: teorías ácido-base, indicadores ácido-base en el ciclo orientado de la educación secundaria, dado que los docentes encuestados en el diagnóstico han manifestado su preocupación por el abordaje de este tema que ya fuera tratado en el ciclo básico y, donde siempre se trabaja con sustancias de uso cotidiano (tal como pide el diseño curricular del ciclo básico) y el repollo morado como indicador. El problema radica en la imposibilidad de poder incorporar otras actividades prácticas que vayan más allá de los ejercicios de lápiz y papel de cálculo de pH y del laboratorio de bajo costo, permitiendo al estudiante comprender con mayor profundidad los distintos temas de la química, que aportarán a su alfabetización científica para formar un ciudadano reflexivo y consciente, habilitado para el mundo del trabajo y la continuidad de los estudios al finalizar la escuela secundaria (Diseño curricular-CO-Química-Corrientes, 2017).

Marco Conceptual

En pleno siglo XXI es indiscutible que se vive en la sociedad de la información y la era digital, asumiendo que se está frente a un cambio de paradigma que lleva a repensar la cultura escolar y las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Desde los diseños curriculares de la educación secundaria se promueve la enseñanza de la química, organizando *“los contenidos desde dos ejes Materiales, estructuras, composición y propiedades y Transformaciones químicas de los materiales, los cuales permiten la interpretación de los fenómenos naturales desde la visión de las reacciones químicas que ocurren en la vida cotidiana, en procesos biológicos, industriales y ambientales. Esta interpretación se valerá de las actividades experimentales y de indagación, utilizando los distintos lenguajes y representaciones. (Diseño Curricular-CO Química, Corrientes, 2017)”*. Al enseñar Química o Física no importan solamente los conceptos involucrados sino que el alumno aprenda los modos del hacer y pensar en ciencias experimentales, entendiendo que los

conocimientos científicos se construyen mediante procesos de modelización y experimentación.

Las clases de trabajos experimentales deberían ser las prioritarias en la enseñanza de la Química en las escuelas si se quiere que el estudiante aprenda los procedimientos de la ciencia. Según Caamaño (2003) en los trabajos prácticos en ciencias es posible aprender tres tipos de contenidos procedimentales: **los prácticos**, asociados al manejo de instrumentos y la medición, **los intelectuales**, asociados a procesos cognitivos como diseñar procedimientos e interpretar resultados y **los de comunicación**, asociados a la expresión oral y escrita.

La falta del laboratorio escolar, tanto el espacio físico, el instrumental, las sustancias químicas y el personal de apoyo para las clases prácticas, es una constante en las aulas de la ciudad de Corrientes, así como el gran número de alumnos por curso. Estas razones son la justificación más usual dada por los docentes al momento de explicar por qué las clases siguen siendo con tiza, pizarrón y textos como los recursos didácticos favoritos.

Ya nadie discute que la era digital de la información posibilita un abanico de recursos TIC que son accesibles de uso en las aulas. El entorno virtual como espacio para el aprendizaje se instaura cada vez más en la escolaridad obligatoria como en las capacitaciones a docentes. Dentro de estos recursos TIC las simulaciones de fenómenos físicos y químicos y los entornos virtuales de laboratorio tienen un alto potencial para facilitar el aprendizaje de conceptos y procedimientos en física y química. *“Una simulación por ordenador es un programa que pretende reproducir, con fines docentes o investigativos, un fenómeno natural mediante la visualización de los diferentes estados que el mismo puede presentar, estando cada estado descrito por un conjunto de variables que varían mediante la interacción en el tiempo de un algoritmo determinado”* (Alfonso, 2004); resulta entonces que se tiene una representación interactiva de la realidad que permite la exploración y visualización

gráfica, en un entorno dinámico, pudiendo el operador interactuar con el sistema modificando su estado, cambiando parámetros y observando el resultado producido (Meza y otros, 2007). Los softwares de laboratorio virtual de química ofrecen simulación de los materiales y drogas de un laboratorio y permiten recrear procesos y mediciones como en un laboratorio real, pero sin el contacto físico con ellos. “Así, el software permite el trabajo en un ambiente protegido que facilita la tarea y convierte al laboratorio en una aventura sin riesgos” (Cataldi y otros, 2008, p1). La web ofrece una variedad de simulaciones disponibles en forma gratuita, pero ellas deben ser seleccionadas siguiendo criterios didácticos que apunten al uso efectivo de las mismas. En este equipo de investigación se utilizan los criterios de: origen, accesibilidad, idioma, estética, parámetros, usabilidad, portabilidad (Lucero, 2015), apoyados en las recomendaciones dadas por Giacosa y otros (2007).

Propuesta Didáctica

La secuencia de actividades que se presenta está diseñada para trabajar con ChemistryLab del Proyecto IrYdium de la Universidad Carnegie Mellon, disponible en <http://chemcollective.org/vlabs> o http://chemcollective.org/vlab_download, que se puede utilizar on line o descargar a la PC.

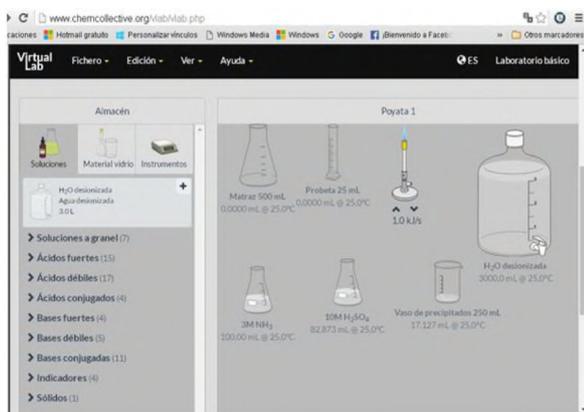


Fig. 1 pantalla del simulador versión en línea

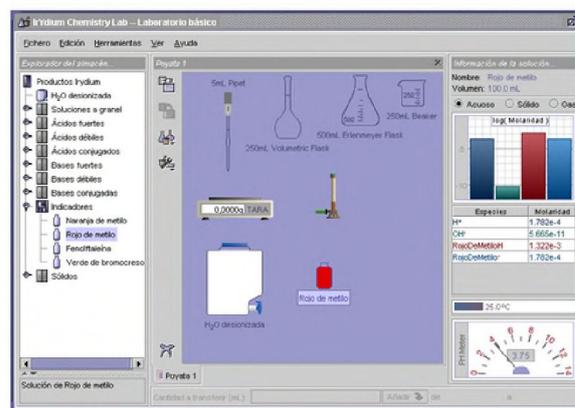


Fig.2 pantalla del simulador versión para descargar

Contenidos conceptuales: teorías ácido-base, escala de PH. Indicadores ácido-base, rango de viraje de indicadores, soluciones ácidas y básicas que se usan en laboratorio, fuerza de ácidos y bases.

Contenidos procedimentales: manejo de instrumentos de laboratorio en entorno virtual, diseño de procedimientos experimentales sobre uso de indicadores ácido-base, organización y registro de datos, interpretación de resultados, comunicación escrita de resultados experimentales.

Objetivos específicos

- Distinguir sustancias ácidas y básicas por el color del indicador
- Analizar la fortaleza de ácidos y bases en forma experimental
- Determinar el rango de viraje de algunas sustancias indicadoras

Actividades para los alumnos

Ingresar al laboratorio virtual IrYdiumChemistryLab instalado en su PC y realizar las siguientes actividades:

1) Para comprobar la acidez y basicidad de las soluciones guardadas en el armario del laboratorio una profesora de química solicita a sus alumnos que tomen ácido clorhídrico 0,1M; ácido cianhídrico 1M; hidróxido de sodio 1M y amoníaco 3M, luego agreguen 0,5ml del indicador fenolftaleína a cada uno de ellos. A Juan le llamó la atención el indicador

naranja de metilo y lo utilizó para realizar el experimento.

a) Hipotetiza: ¿Juan y sus compañeros obtendrán los mismos resultados?

b) Realiza ambos procedimientos y completa los siguientes cuadros:

FENOLFTALEÍNA

Solución usando nomenclatura	Solución por su nombre	Color	Tipo de Sustancia
HCl 0,1M			
HCN 1M			
NH ₃ 3M			
Na(OH) 1M			

NARANJA DE METILO

Solución usando nomenclatura	Solución por su nombre	Color	Tipo de sustancia
HCl 0,1M			
HCN 1M			
NH ₃ 3M			
Na(OH) 1M			

c) Describe los resultados obtenidos en forma coloquial y compara con tu hipótesis dada.

d) Elabora una conclusión al respecto de lo que has realizado experimentalmente.

2) El HCN es una solución ácida. ¿Cómo puedes comprobarla? Realiza el experimento en el laboratorio virtual, captura la pantalla y explica lo realizado fundamentadamente

3) ¿Qué sucedió cuando se agregaron los indicadores de fenolftaleína y el naranja de metilo a la solución de HCN?

4) Para encontrar el rango de viraje del naranja de metilo, realiza la siguiente experiencia, teniendo presente el concepto de referencia (color de la solución para comparar antes o después del intervalo de transición)

a) Agrega 0,5 ml de naranja de metilo a cada una de las siguientes soluciones:

Referencia Ácida: HCl 1M;

Referencia Básica Na(OH) 1M

Soluciones: HF 1M; CH₃COOH 1M; H₃PO₄ 1M; NCCH₂COOH 1M; HOCl 1M; HOI 1M; HOBr 1M; Cl₂CHCOOH 1M; HCN 1M

b) Ordena en orden creciente de PH las sustancias anteriores y completa el siguiente cuadro:

Erlenmeyer con la solución (imagen de la solución)	Nombre del compuesto	PH	Color

c) Deduce cuál es el rango de viraje del indicador, recordando que se denomina viraje al cambio gradual de color del indicador. Verifica consultando tu bibliografía.

5) Redacta el informe del trabajo experimental planteado en el punto 4).

Actividades para pensar un poco más

Trabaja en el laboratorio y captura la pantalla con los resultados que te permiten responder las siguientes situaciones:

a) Utilizarías las drogas del armario de bases débiles para encontrar el rango de viraje del indicador naranja de metilo ¿Por qué?

b) Para indicar el grado de acidez y basicidad del Na₂CO₃ 1M y el HIO 1M ¿utilizarías el indicador naranja de metilo? Explica por qué.

c) Selecciona 2 drogas ácidas cuyo grado de acidez puedas diferenciar usando el indicador naranja de metilo y obtén el PH de ellas.

d) Con los datos suministrados por la simulación, calcula analíticamente el PH de las sustancias seleccionadas en el ítem anterior.

e) En el jugo gástrico se encuentra presente el ácido clorhídrico otorgando un PH óptimo para la digestión de los nutrientes. Si la

concentración del ácido es aproximadamente 0,03 M, calcular analíticamente el PH del ácido. Comprueba experimentalmente en el laboratorio virtual tu resultado y captura la pantalla de la situación estudiada (Ayuda: presta atención a la concentración de la solución de ácido clorhídrico que tienes en la droguería del laboratorio).

Evaluación de la propuesta

Esta secuencia de actividades fue puesta a prueba en una clase de 5° año de bachillerato con orientación en humanidades y ciencias sociales de una escuela pública de la zona céntrica de la ciudad de Corrientes, con 30 alumnos. El profesor disponía de computadora y los alumnos disponían de computadoras portátiles en una proporción de una computadora cada cuatro alumnos. El programa del laboratorio virtual ya estaba instalado en las PC de los alumnos, habiendo realizado ellos mismos la instalación en la clase anterior, bajo las instrucciones del profesor.

Como forma de evaluar las actividades diseñadas y las facilidades o no de su implementación, se aplicó una encuesta a los estudiantes después del trabajo con ellas; también se tomaron los registros de observación del profesor investigador y del profesor a cargo de las clases, que actúa como observador participante y resume sus apreciaciones al finalizar la clase en una grilla confeccionada para tal fin.

La encuesta aplicada a los estudiantes, permite valorar a las consignas de trabajo y la predisposición de ellos frente a actividades de este tipo. Los resultados se muestran en el cuadro 1:

	Siempre	A veces	Nunca
1-¿Trabajaste a gusto con esta actividad?	100%		
2-¿Entendiste las consignas dadas?	45%	40%	15%
3-¿Pudiste responder correctamente sin ayuda del profesor?	25%	47%	28%
4- ¿La actividad te permitió desarrollar habilidades de observación, medición e interpretación?	35	42	23
5- ¿Cooperaste activamente para que el trabajo desarrollado fuera efectivo?	89	9	2
6- ¿Pudiste aprender el tema a través de estas actividades?	38	33	29

Cuadro 1: Apreciaciones de los estuantes

El rasgo más interesante de estos resultados es que en la columna nunca, la respuesta a cada pregunta siempre es menor al 30 %, mostrando autonomía e interés en el trabajo del estudiante. Los porcentajes de 100% en la pregunta 1 y 89% en la 5 indican que a los jóvenes les resultó agradable trabajar en este entorno y además cooperaron dentro del pequeño grupo.

La valoración que hizo el docente de la implementación se muestra en el cuadro 2:

	Si	Medianamente	No
1- ¿Tuvo problemas con la instalación de la simulación en los alumnos?			X
2- ¿Fue dificultoso el acceso a la simulación por parte de los alumnos?			X
3- ¿Generó disturbios en el aula el trabajo con la actividades digitales?			X
4- ¿Realizaron preguntas los estudiantes respecto del uso de la simulación?		X	
5- ¿Realizaron preguntas los estudiantes sobre los conceptos químicos involucrados en la solución de las actividades?	X		
6- ¿Pudieron trabajar autónomamente los estudiantes con las consignas dadas?		X	
7- ¿Respondieron los estudiantes satisfactoriamente y con entusiasmo a este tipo de trabajo?	X		

Cuadro 2: Apreciaciones de los estudiantes

Esta grilla muestra que no hubo dificultades para el trabajo con el laboratorio virtual. El mayor requerimiento de los estudiantes se refería a preguntas que involucraban las interpretaciones conceptuales de lo observado y la redacción de las respuestas.

Los registros de observación del investigador muestran que el ambiente de la clase fue ordenado y con gran entusiasmo de los estudiantes para trabajar. Las consignas que

trajeron más dificultad para ser resueltas se referían a aquellas donde debían elaborar una respuesta usando el vocabulario específico; aquellas que correspondían a interpretación de procedimiento de manejo del instrumental u observación de color para completar registros de datos, no tuvieron dificultad. Las que requerían de redacción del procedimiento experimental para colocar en el informe, fueron dificultosas en cuanto a redacción lingüística, no así a saber qué pasos requirió la experiencia.

Implicancias didácticas y consideraciones finales

La secuencia didáctica presentada está pensada como una actividad que rescata el quehacer en el laboratorio de Química. Se utiliza un laboratorio virtual de versión libre con posibilidad de descargar a la PC, asegurándose la portabilidad del mismo y el trabajo sin conexión a internet. El entorno simula los materiales de vidrio, el armario con las sustancias y reactivos y proporciona información de ciertos parámetros químicos importantes. Es de fácil uso, en idioma español y estéticamente brinda una buena aproximación al laboratorio real, funcionando el fondo de pantalla como mesada donde se colocan los diferentes materiales a usar.

La actividad comienza con una situación problemática experimental que obliga al alumno a emitir hipótesis para luego comprobarla experimentalmente, trabajando un procedimiento sencillo para detectar acidez y alcalinidad de sustancias por medio de indicadores (ya aprendido en el ciclo básico al identificar sustancias de uso diario con indicadores naturales como el repollo morado) pero, en este caso, manipulando sustancias de laboratorio. La forma en que se presenta la actividad 1) permite no sólo realizar la experiencia y registrar observaciones organizando los datos recogidos, sino trabajar nombres de nuevos compuestos y la fórmula con que se los escribe. Las preguntas 2) y 3) plantean una nueva situación problema, donde el diseño experimental para poder resolver, debe ser pensado por el alumno. Las capturas

de pantalla de la situación de laboratorio donde está el resultado de la experiencia que permite responder al problema planteado, sirven al docente para verificar que el estudiante ha realizado el experimento que lo llevó a elaborar la respuesta que se requiere. Con las preguntas 4) y 5) de la secuencia se avanza experimentalmente a trabajar el concepto de rango de viraje del indicador.

Hay que hacer notar que en cada uno de los problemas experimentales (Perales Palacios, 2000) planteados se solicita, luego de la manipulación de elementos, la observación, registro y análisis de datos, la explicación del procedimiento y los resultados fundamentados. Esas explicaciones requieren de la producción escrita de procedimientos y relaciones de datos con conceptos para elaborar justificaciones.

Las actividades propuestas en la sección para pensar un poco más buscan vincular el trabajo experimental con el cálculo analítico de PH, la fortaleza de los ácidos y el concepto de rango de viraje del indicador. En el caso del problema del jugo gástrico aparece involucrado también el concepto de dilución y el profesor deberá orientar a sus alumnos como obtener una solución 0,03M de ácido clorhídrico partiendo de las soluciones que se encuentra en la droguería del laboratorio. Es posible con el simulador y el concepto de proporción entre solvente y soluto poder obtener la concentración buscada; este cálculo utiliza el concepto de proporcionalidad tan importante de la matemática aplicado aquí a un contexto real, usando el lenguaje de la matemática para cálculos químicos. Cuando se aprende sobre ácidos y bases con uso de indicadores en el ciclo básico, los estudiantes tienden a pensar que siempre los indicadores viran de color, que indica acidez o alcalinidad en un rango que incluye al 7 y esto no necesariamente es así. Por ello el concepto de rango de viraje, que es más complejo, es importante que sea tratado en el ciclo superior, no sólo para profundizar contenidos, sino también para ir adquiriendo conceptos más formales de la química que son necesarios aprender para proseguir estudios superiores en carreras científico tecnológicas.

Es importante notar que esta secuencia de actividades se centra en el trabajo experimental y la enseñanza de procedimientos propios del quehacer científico rompiendo con las tradicionales guías de trabajo de laboratorio al estilo recetas de cocina, que pueden llevar a un trabajo mecánico de pasos sin aprendizaje de conceptos fundamentales. Hay que remarcar que los prácticos de laboratorio no se emplean por el laboratorio mismo, sino para aprender algún concepto desde una mirada experimental, tratando además de comprender cómo se construyen los conocimientos en la Química y la Física.

No hay que dejar de lado, al trabajar con situaciones experimentales, la comunicación de los resultados como contenido procedimental que se debe enseñar y ejercitar. Por ello, en esta secuencia siempre se pide la explicación coloquial de lo realizado y, a su vez, para la experiencia del rango de viraje, la elaboración del informe del trabajo experimental realizado. Cada profesor, de acuerdo con las pautas que haya enseñado a sus alumnos, indicará las secciones que debe contener ese informe y la forma en que solicita la presentación (digital o escrita); es importante atender a la redacción del informe, dado que siempre en las actividades científicas extracurriculares, como clubes de ciencia o feria de ciencia, el informe estará presente. Por su parte es una forma de ejercitar la redacción oral o escrita y el uso del vocabulario específico de la disciplina. Se destaca aquí que la mayor dificultad encontrada al implementar esta propuesta justamente radicó en la elaboración de respuestas explicadas, donde la redacción lingüística y el uso del vocabulario específico es el tropiezo más grande para los estudiantes; resultados estos que ya fueron encontrados por este equipo en otras propuestas didácticas implementadas (Lucero, 2015; Lucero y Planisich, 2017). Por otra parte, es obligación de todos los docentes, desde cada una de las disciplinas, contribuir a mejorar la producción escrita en los estudiantes de secundaria, atendiendo a las grandes deficiencias en el manejo de la lengua

que fueron publicadas en los resultados de las pruebas Aprender.

Los resultados altamente positivos en cuanto a la predisposición favorable y el entusiasmo de los estudiantes para trabajar con propuestas digitales, llevan a pensar que el entorno virtual es un recurso motivador para generar aprendizajes de ciencias, tanto en Química como en Física, a la vez que resulta un “ambiente de laboratorio protegido” (Cataldi y otros, 2008), donde los estudiantes pueden manipular sustancias tóxicas y peligrosas sin ningún riesgo. Si este práctico se hiciera en el laboratorio real, sería necesario contar con las sustancias químicas y a su vez, preparar las soluciones correspondientes. Esta última cuestión requerirá del ayudante de laboratorio para realizar esa tarea. Estas dos situaciones no son factibles en la realidad escolar de nuestro medio, resultado entonces el entorno virtual de laboratorio el único espacio donde llevar a cabo esta y otras propuestas de actividades experimentales. Por su parte, esta simulación IrYdiumChemistryLab permite conocer sustancias de uso en laboratorio de química, aproximando al estudiante que quiera seguir alguna carrera científica, al mundo de la Química, desde la nomenclatura, los nombres de sustancias y el material de laboratorio.

De ninguna manera se quiere decir que el laboratorio virtual debe reemplazar al real, sino que es otro recursos más que debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar clases de ciencias; coincidimos plenamente con Petrosino (2013, p28) cuando expresa “no debe pensarse en que la simulación se opone al laboratorio, ya que de no existir la simulación, tampoco se realizaría la experiencia”.

Para terminar, este equipo de investigación apuesta a la formación de profesores innovadores, que diseñen actividades que incluyan diferentes recursos TIC, como una forma de cumplir con los objetivos propuestos en el Plan Nacional de Educación Digital (PLANIED) enmarcado en el Plan Estratégico Nacional 2016-2021 “Argentina Enseña y Aprende”, donde se busca fomentar el conocimiento y la apropiación crítica y

creativa de las TIC, recomendando impulsar los aprendizajes en ambientes digitales como espacios de confianza y creatividad.

Bibliografía

- Alfonso, C . A. (2004) . Prácticas de laboratorio de física general en internet. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias .Vol 3- N° 2 .
- Barberá, O y Valdez, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Enseñanza de las Ciencias. 14(3), pp 365-379. Disponible en <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21466/93439> [consultado en abril 2018]
- Cataldi, Z.; Donnamaría, C. y Lage, F. (2008). Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación para la acción en ambientes protegidos. QuadernsDigitals Número 55, diciembre. Páginas 1-10. Disponible en http://mail.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_1/nr_802/a_10814/10814.pdf [consultado en febrero 2018]
- Camaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En: Jiménez Aleixandre, M.P. (coord.), Enseñar Ciencias. pp. 95- 118. Barcelona: GRAO
- ChemistryLab del Proyecto IrYdium de la Universidad Carnegie Mellon, disponible en <http://chemcollective.org/vlabs> o http://chemcollective.org/vlab_download,
- Diseño Curricular de la Educación Secundaria, Ciclo Orientado. Química. (2017) Ministerio de Educación Provincia de Corrientes
- Giacosa, N. ;Giorgi, S . y Concari, S . (2007) Orientaciones para seleccionar applets de uso libre para la enseñanza de la física . Memorias del VII Encuentro de la Red de Docentes que Hacen Investigación Educativa - II Encuentro Nacional de Colectivos Escolares y Redes de Maestros que Hacen Investigación desde la Escuela. Casilda, Santa Fe . 24 y 25 de Agosto .
- Giuliano, M. y otros (2011). Una mirada a las estadísticas oficiales relativas a física y

ciencias básicas en la educación superior argentina. Revista Enseñanza de la Física. Vol 21, N° 1, pp81-96

- Lucero, I. (2015). Resolviendo problemas de Física con simulaciones: un ejemplo para el ciclo básico de la educación secundaria. Actas del X Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología TE&ET 2015 (en línea) Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/49152/Documento_completo.pdf?sequence=1 [Consultado en febrero 2018]
- Lucero, I. Planisich, N. (2017) Procesos físicos en entornos virtuales y aprendizaje de contenidos procedimentales. Revista Didasc@lia. Vol 8, N° 2, pp75-86. Disponible en <http://runachayecuador.com/refcale/index.php/didascalía/issue/view/199> [consultado en abril 2018]
- Meza, S . - Lucero, I. y otros . (2007) ¿Cómo diseñamos la práctica docente con nuevos recursos? Módulo 2- 2a parte en Material del curso de capacitación a docentes: Problemas de Física- Estrategias y recursos didácticos con empleo de NTICsProyecto PICT 04-13646 Estrategias de enseñanza de la Física para una articulación nivel medio/polimodal
- Perales Palacio, F.J (2000). La resolución de problemas, en Perales Palacios y Cañal de León, Didáctica de las ciencias experimentales. Marfil, Alcoy, pp 289-307
- Plan Nacional Integral de Educación Digital. Orientaciones Pedagógicas. Ministerio de Educación y Deportes. Presidencia de la Nación. Disponible en http://planied.educ.ar/wp-content/uploads/2016/04/Orientaciones_pedagogicas_vf.pdf [consultado en marzo 2018]
- Petrosino J. (2013). Enseñando Física con las TIC. CENGAGE Learning. Buenos Aires.