



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

**Aplicación de recursos alternativos en la enseñanza media de la
asignatura química y su relación con el fomento de las vocaciones
científicas**

Fiorella María Silveira Segui

Tesis de Doctorado en Química Orientación Educación

Presentada como uno de los requisitos para el título de Doctor

Programa de Posgrado en Química de la Facultad de Química

Universidad de la República

Julio 2023

**Aplicación de recursos alternativos en la enseñanza media de la
asignatura química y su relación con el fomento de las vocaciones
científicas**

Tribunal:

Dr. Daniel Trías

Dra. Daisy Imbert

Dra. Gianella Facchin

Directores:

Dra. Julia Torres

Dr. Víctor Ortuño

Dedicatoria

A mi familia (en especial a mi esposo Héctor, a mi hermano Mathías, a mi cuñada Andrea y a todas y todos mis sobrinos) por apoyarme en las diferentes etapas de este trayecto.

A mis amigos, en especial a Melisa Dipacce por acompañarme a la distancia con sus palabras y aportes profesionales.

A la memoria de mi madre, de mi padre, de mi hermana y de mi tío Gustavo por siempre alentarme a estudiar y a superarme, contra viento y marea.

Agradecimientos

A Martha Cambre, Freddy Núñez y Guillermo Roland (compañeros de Espacio Ciencia) por el apoyo durante todos estos años.

A mis tutores, Julia Torres, María Noel Rodríguez-Ayán y Víctor Ortuño, por acompañarme en este camino con sus orientaciones siempre pertinentes.

Al equipo de Química d+ por apoyarme durante toda mi pasantía en el CEF.

A todas y todos los colegas que me ayudaron en las diferentes instancias en las que les hice consultas.

A las profesoras y amigas María Quílez y Fernanda Burgues por apoyarme en la implementación de las actividades.

Resumen en español

La presente investigación tiene como principal objetivo generar conocimiento sobre cómo fomentar las vocaciones científicas del alumnado de 3er. año de ciclo básico único, que cursa estudios en liceos públicos de Montevideo, Uruguay. La investigación se divide en dos etapas. En la primera se aplicó al alumnado un cuestionario prediseñado (el que se adaptó para ser implementado con el público objetivo) en dos momentos: al comienzo y al final del año lectivo. También como parte de la primera etapa de la investigación y durante el mismo año lectivo se diseñó y caracterizó un Paquete de actividades con consignas alternativas a las tradicionales (ejercicios experimentales, fichas de trabajo interactivas, visitas a facultades, a ferias de ciencia y tecnología y a laboratorios industriales, conversatorios con científicas y científicos, visitas a centros interactivos de ciencia y tecnología, shows de química, obras de teatro científico, entre otras). El Paquete de actividades se validó a través de juicio de expertos y se puso en práctica a lo largo del año lectivo en las clases de la asignatura química. Con los datos obtenidos se conoció tanto la evolución del interés en estudiar carreras científicas como la valoración de las actividades por parte del alumnado. La información recabada se utilizó como antecedente para la segunda etapa de la investigación, concretamente para la posterior confección de un instrumento llamado Inventario VC_UY, para cuantificar las vocaciones científicas en base a las dimensiones autoeficacia, interés, metas y utilidad. En la validación del inventario participaron dos paneles de expertos. En la segunda etapa se implementó también dicho inventario con el alumnado del nivel educativo antes definido. Los resultados muestran que el instrumento detecta cambios en relación a la evolución del perfil de elección vocacional en las dimensiones metas e interés. Como parte del análisis se confeccionó un modelo de regresión lineal múltiple con diferentes variables del comportamiento vocacional como variables independientes y la predisposición por estudiar una carrera científica como variable dependiente. Se encontró que la variable interés presenta asociación estadísticamente significativa con esa predisposición, lo que confirma que la intervención realizada generó cambios favorables en el alumnado.

Tanto el instrumento validado, ahora disponible para futuros estudios, como los resultados obtenidos en las diferentes instancias de implementación y la caracterización de las actividades de aula no convencionales constituyen un primer

estudio realizado en Uruguay sobre el fomento de las vocaciones científicas y las prácticas de aula que pueden favorecerlas. Por lo tanto, sin duda serán de utilidad para futuros estudios en los que se busque promover las vocaciones científicas de las y los jóvenes y que contribuya a disponer de más actividades de aula, de fácil implementación, caracterizadas y sistematizadas y a conocer más sobre este constructo para el beneficio tanto del alumnado como del cuerpo docente.

Abstract

The main aim of this research is to breed knowledge among how to promote scientific vocations between 3rd year students of the basic cycle, that study in public high schools in Montevideo, Uruguay. The research is divided into two stages. In the first, a predesigned questionnaire (which was adapted to be implemented with the students) was applied at two moments: at the beginning and at the end of the school year. As part of the first stage of the research and during the same school year, a Package of activities with alternative instructions to the traditional ones was proposed and characterized (experimental exercises, interactive worksheets, visits to universities, science and technology fairs, and industrial laboratories, discussions with scientists, visits to interactive science and technology centers, chemistry shows, scientific theater plays, among others). The Activity Package was validated through expert judgment and was put into practice throughout the school year in the chemistry classes. Both the evolution of interest in studying scientific careers and the assessment of the activities by the students were known with the data obtained. The information collected was taken as a background for the next research stage, specifically for the subsequent preparation of an instrument called the VC_UY Inventory, to quantify the scientific vocations based on the dimensions of self-efficacy, interest, goals, and utility. Two panels of experts participated in the validation of the inventory. In the second stage the inventory was implemented with the students of the previously defined educational level. The results show that the instrument detects changes in relation to the evolution of the vocational choice profile in goals and interest dimensions. As part of the analysis, a multiple linear regression model was made with different variables of vocational behavior as independent variables and the predisposition to study a scientific career as a dependent variable. It was found that the variable interest presents a statistically significant association with this predisposition, which confirms that the intervention made favorable changes in the students.

Both the validated instrument, now available for future studies, as well as the results obtained in the different instances of implementation and the characterization of non-conventional classroom activities constitute the first research carried out in Uruguay on the promotion of the scientific vocations and classroom practices. Therefore, they will undoubtedly be useful for future studies that seek to promote the scientific

vocations of young people and that contribute to having more classroom activities that are easy to implement, characterized and systematized, and to learn more about this construct, for the benefit of both students and teachers.

Índice

Capítulo 1. Aspectos introductorios.....	1
1.1 Motivación personal al trabajo	1
1.2 Introducción	2
1.3 El problema a abordar	4
1.4 Preguntas guía.....	6
1.5 Hipótesis de investigación.....	6
1.6 Objetivo general y objetivos específicos	6
 Capítulo 2. Marco teórico	 8
2.1 La vocación.....	10
2.1.1 La vocación científica	12
2.1.2 Estudios sobre las vocaciones científicas.....	14
2.2 El interés de las y los jóvenes hacia la ciencia y la vocación científica.....	17
2.3 Las actitudes, la percepción y de las y los jóvenes sobre la ciencia y cómo configuran las dimensiones de la vocación científica.....	18
2.3.1 Las actitudes hacia la ciencia	18
2.3.2 La percepción de las y los jóvenes acerca de la ciencia	22
2.3.3 Las dimensiones de la vocación científica.....	26
2.4 La motivación.....	32
2.5 El rol docente en las vocaciones científicas.....	37
2.5.1 Modelos de enseñanza.....	39
2.5.2 El enfoque STEM.....	41
2.5.3 Visiones que tienen y transmiten las y los docentes de la ciencia y de la actividad científica	42
2.5.4 Competencias y aprendizaje.....	43
2.5.5 Actividades que fomentan el interés del alumnado por la ciencia.....	57
2.6 La clasificación de las carreras	62
2.6.1 Teoría de Holland	62
2.6.2 Las carreras científicas	64
2.7 Teorías que sustentan las decisiones vocacionales	66
2.8 Marco metodológico.....	73

Capítulo 3. Caracterización de las actividades que integran el Paquete. Estudio exploratorio	74
3.1 Metodología	74
3.2 Actividades y su caracterización. Estudio exploratorio	74
3.2.1 Actividades y su caracterización	74
3.2.1.1 Participantes	74
3.2.1.2 Instrumentos	75
3.2.1.3 Procedimiento	77
3.2.1.4 Análisis estadísticos	78
3.2.1.5 Resultados	78
3.2.1.6 Discusión	93
3.2.2 Estudio exploratorio	104
3.2.2.1 Participantes	104
3.2.2.2 Instrumentos	106
3.2.2.3 Procedimiento	113
3.2.2.4 Análisis estadísticos	114
3.2.2.5 Resultados	115
3.2.2.6 Discusión	133
Capítulo 4. Diseño y validación de un inventario para cuantificar las vocaciones científicas. Estudio confirmatorio	137
4.1 Diseño y validación de un inventario para cuantificar las vocaciones científicas	137
4.1.1 Participantes	137
4.1.2 Instrumentos	138
4.1.3 Procedimiento	138
4.1.4 Análisis estadísticos	139
4.1.5 Resultados	140
4.1.6 Discusión	154
4.2 Estudio confirmatorio	158
4.2.1 Participantes	158
4.2.2 Instrumentos	159
4.2.3 Procedimiento	160
4.2.4 Análisis estadísticos	161

4.2.5 Resultados.....	163
4.2.6 Discusión	185
Capítulo 5. Análisis del compilado de los datos obtenidos	195
5.1 Resultados	195
5.2 Discusión	199
Capítulo 6. Aporte didáctico.....	201
6.1 Fichas para estudiantes	201
6.2 Fichas para docentes.....	202
6.3 Implementación de metodologías activas de enseñanza.....	204
6.3.1 Aprendizaje Basado en Problemas.....	204
6.3.2 Aprendizaje Basado en Proyectos.....	205
6.3.3 Aprendizaje Basado en el Juego - Gamificación	205
6.4 Eventos	206
6.4.1 De promoción de la cultura científica.....	206
6.4.2 Con enfoque de género	209
6.5 Instituciones que reciben estudiantes para actividades de promoción de la cultura científica	210
6.6 Conmemoraciones.....	214
6.7 Conversatorio con científicas/os	215
6.8 Acompañamiento a otras y otros docentes en el fomento de las vocaciones científicas.....	216
Capítulo 7. Discusión y conclusiones generales. Proyecciones	218
7.1 Discusión general	218
7.1.1 Las dimensiones de la vocación científica.....	218
7.1.2 Las fortalezas del Paquete de actividades	219
7.1.3 La vocación científica y su evolución.....	219
7.2 Conclusión general	221
7.3 Proyecciones	223
Bibliografía.....	226

Anexos

1. Encuesta panel de expertos para caracterización del Paquete de actividades
2. Tablas de Correlaciones de Spearman
3. Encuestas inicial y final (años 2012 y 2013)
4. Ficha Átomos (para alumnos)
5. Ficha Visita a la Facultad de Ciencias (para alumnos)
6. Ficha Visita a Espacio Ciencia (para alumnos)
7. Encuestas panel de expertos para la validación del Inventario VC_UY
8. Inventario VC_UY (versión en extenso y reducida)
9. Resolución del Consejo de Facultad de Química (Comisión de Ética en Seres Humanos)
10. Ficha Aliento de dragón (para docentes)
11. Ficha Arcoíris químico (para docentes)
12. Ficha Únicos e irrepetibles (para docentes)
13. Juego Ayuda al átomo de sodio a completar sus niveles de energía

Lista de abreviaturas

1. Instituciones y vinculadas a ellas. Organizaciones, programas y proyectos

ACE - TICs: Aprendizaje de las Ciencias Exactas - Tecnologías de la Información y de la Comunicación, proyecto financiado por ANII a cargo de docentes de la Facultad de Química

ANEP: Administración Nacional de Educación Pública

ANII: Agencia Nacional de Investigación e Innovación

C.B.U: Ciclo Básico Único

DGES: Dirección General de Educación Secundaria

DGETP: Dirección General de Educación Técnico Profesional

ESO: Educación Secundaria Obligatoria

LATU: Laboratorio Tecnológico del Uruguay

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo

OEI: Organización de Estados Iberoamericanos

PEDECIBA: Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas

PIISA - Science - IES: Proyecto de Iniciación a la Investigación e Innovación en Secundaria en Andalucía - Science - Instituto de Educación Secundaria

PISA: Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes

ROSE: Proyecto titulado Relevancia de la educación científica (por sus siglas del inglés Relevance of Science Education)

UdelaR: Universidad de la República Oriental del Uruguay

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

2. Otras

ACP: Análisis de Componentes Principales

AFE: Análisis Factorial Exploratorio

IPTZ: Inventario de Perspectiva Temporal de Zimbardo

KMO: Kaiser-Meyer-Olkin

PTF: Perspectiva Temporal Futura

RIASEC: Realista, Investigador, Artístico, Social, Emprendedor y Convencional

SCCT: Por sus siglas del inglés Social Cognitive Career Theory

STEM: Por sus siglas del inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics

STEM - CIS: Por sus siglas del inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics - Por sus siglas del inglés Career Interest Survey

ZDP: Zona de Desarrollo Próximo

Capítulo 1. Aspectos introductorios

1.1 Motivación personal al trabajo

Desde hace muchos años me desempeño como docente de química 3ero. de C.B.U. y de Bachillerato, así como en la coordinación de las actividades educativas de Espacio Ciencia (LATU). Me interesa, además de enseñar los contenidos específicos de la asignatura, fomentar en el alumnado el gusto por la ciencia y la tecnología, incentivar su curiosidad y pensamiento crítico, motivar el disfrute por el conocimiento en todas sus áreas, entre otros. Es por eso que, desde mis comienzos en la docencia directa, incursioné con estrategias activas de enseñanza como, por ejemplo, el Aprendizaje Basado en Proyectos, Problemas y en la Indagación. Acompañé, en varias ocasiones, el trabajo del alumnado en Clubes de Ciencia hasta la presentación de sus proyectos en las ferias departamentales. En esas instancias percibí que el trabajo con estrategias alternativas a las tradicionales promueve el interés y que eso desencadena aprendizajes significativos, pero es necesario poner en práctica diferentes formas de enseñar ya que el alumnado es heterogéneo en cuanto a intereses y motivación. Asimismo, en el ámbito no formal de la enseñanza, he desarrollado actividades con el mismo objetivo: acercar al público infantil y juvenil a la ciencia y a la tecnología a través de un abordaje alternativo al que habitualmente se emplea en las clases de la enseñanza formal. Por otro lado, he notado a lo largo de este tiempo que el cuerpo docente de todos los niveles del sistema educativo formal reclama, en los ámbitos no formales de la enseñanza, nuevas actividades para hacer el conocimiento científico accesible a sus estudiantes y contar, de esa manera, con insumos didácticos para trabajar temas de ciencia y tecnología en clase.

Desde hace unos años escucho, de forma recurrente y en diferentes ámbitos, el término Vocaciones científicas. Asimismo, ha surgido un fuerte impulso por promoverlas, tanto desde la enseñanza formal como de la no formal. Este empuje se fundamenta en los grandes avances que han venido aconteciendo en las áreas de ciencia y tecnología y, por eso, de la necesidad de contar con capital humano formado en esas disciplinas, especialmente de mujeres. De hecho, hay iniciativas específicas para reflexionar en torno al tema género, como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia o el Día Internacional de las Niñas en las TIC.

Siento que existe una necesidad no solo de interesar al alumnado en las clases de las asignaturas científicas sino también de promover las carreras en esas áreas, de forma de que más estudiantes las tengan en cuenta a la hora de elegir qué estudiar. A pesar de que el cuerpo docente es consciente de esta realidad son pocos los espacios de los que se dispone para revertirla y no existe suficiente marco teórico sobre el constructo Vocación científica, de hecho, se encontraron muy pocos estudios que lo definen y tampoco había evidencia hasta la fecha de instrumentos que lo cuantifiquen.

Es por esta razón que decidí estudiar cómo fomentar y cuantificar las vocaciones científicas del alumnado a través de la puesta en práctica un paquete de actividades, diseñado a medida para el alumnado y caracterizado.

1.2 Introducción

De acuerdo a Alonso Tapia (1992) un hecho que preocupa permanentemente a las autoridades educativas, hasta el punto de promover la reforma del sistema educativo, es evitar el elevado porcentaje de alumnas y alumnos para quienes su paso por la educación formal parece haberles servido de poco. La característica más relevante de ellas y ellos es la falta de interés por el estudio y el aprendizaje escolar, desinterés que parece venir determinado, entre otros factores, por la dificultad que han encontrado para comprender las explicaciones dadas por las profesoras y los profesores y la dificultad por comprender y aprender la información transmitida en los textos de estudio.

Si bien en Uruguay el alumnado cuenta con libros de texto para estudiar los temas de química del curso de 3ero. de C.B.U., como por ejemplo el libro titulado “Todo se transforma” (disponible online en la Biblioteca Ceibal <https://bibliotecapais.ceibal.edu.uy/info/todo-se-transforma-3-00015407>) las actividades que se presentan se dividen, en su mayoría, en consignas tradicionales como fichas de lectura, que habitualmente se complementan con ejercicios de preguntas y respuestas, cálculos, grillas y crucigramas; protocolos de actividades experimentales; consignas que fomentan la iniciación a la investigación, por parte del alumnado, a través de la búsqueda de información sobre diferentes temas (lluvia ácida, capa de ozono, entre otros). Asimismo, existen muchos repositorios online como el Portal Uruguay Educa (<http://uruguayeduca.anep.edu.uy/>) que contiene

material para trabajar con las y los jóvenes, discriminado según la asignatura y el nivel educativo. Estos recursos didácticos y otros que utiliza el cuerpo docente en sus clases (los que muchas veces no están sistematizados) carecen de una caracterización, o, al menos no se encontró evidencia al comienzo de esta investigación en cuánto a qué fortalezas desarrollan en el alumnado (por ejemplo, si promueven o no el pensamiento científico, si fomentan o no las vocaciones científicas, entre otras).

En relación específicamente a la promoción de las vocaciones científicas, de acuerdo a la Obra Social “la Caixa” et al. (2015), aumentar el número de jóvenes que deciden orientar su carrera profesional hacia la ciencia y la tecnología pasa por tener en cuenta qué motivaciones y circunstancias pueden hacer que eso ocurra. Y, agregan, que garantizar que más jóvenes se interesen por la educación científico-técnica y por la ciencia y la tecnología en general es importante para cumplir con el objetivo de incrementar ese número. En esta misma línea, otros autores entienden que, para que una persona opte por una carrera STEM es condición necesaria, pero no suficiente, que se sienta atraída por las disciplinas escolares relacionadas, es decir por las ciencias, la matemática y la tecnología. Además, afirman que un profundo conocimiento de temas específicos de esas disciplinas es esencial para que las y los jóvenes disfruten al estudiarlas y que, experiencias negativas en la escuela respecto a disciplinas científico-técnicas, parecen disuadir a las y los estudiantes de optar por esas carreras (Archer, 2013; Dewitt et al., 2013 y The Royal Society, 2004).

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, hace falta tener en cuenta otros factores para estimular a las y los jóvenes a estudiar una carrera en el ámbito STEM como, por un lado, la percepción que tienen de ellas y ellos mismos (autoconcepto) y, por otro, su entorno familiar, educativo y social (Obra Social “la Caixa” et al., 2015). Profundizando más en esos factores, Bandura (2001), realiza aportes con respecto a la autoeficacia y afirma que es más probable que se produzca aprendizaje al observar a alguien llevar a cabo una actividad si existe una estrecha identificación entre el observador y el modelo. y si el observador tiene, además un alto nivel de autoeficacia.

En base a lo anterior se puede afirmar que son múltiples los factores involucrados en el desarrollo de la vocación científica. Esta investigación hace un recorrido por algunos de los constructos involucrados en el desarrollo de la vocación así como también por las principales teorías que explican cómo las personas desarrollan el

interés por una determinada carrera. Asimismo, se presenta la caracterización de diferentes actividades desarrolladas ad hoc para fomentar las vocaciones científicas del alumnado.

Por otro lado, se comparten los resultados del desarrollo, validación e implementación de un inventario para cuantificar tales vocaciones y el análisis de qué cambios se observan en las vocaciones de las y los estudiantes al implementar las actividades en el curso de química de 3ero. de C.B.U. Por último, se presenta un modelo de regresión múltiple elaborado para predecir cómo diferentes variables del comportamiento vocacional inciden en la predisposición hacia el estudio de una carrera científica en las y los jóvenes uruguayos.

1.3 El problema a abordar

El problema a abordar en el marco de esta investigación es el bajo interés de las y los jóvenes por las carreras científicas (Polino, 2011), lo que trae como consecuencia una crisis de la enseñanza en la educación secundaria que alcanza a la mayoría de los países, especialmente en el área de las ciencias naturales (Solbes et al., 2007). A modo de ejemplo los autores afirman que, en EEUU (en donde las asignaturas son electivas), 7100 institutos no tenían cursos de física, 4200 no tenían de química y 1300 no tenían de biología. Asimismo, en el Reino Unido, el número de estudiantes que eligieron química descendió un 70% desde 1989 a 1991. Este hecho provocó una merma en la cantidad de alumnas y alumnos matriculados en carreras universitarias en las áreas de ciencia y tecnología y, por eso, de acuerdo a los autores, este problema merece ser investigado.

En Uruguay la situación sigue la tendencia del resto de los países encontrándose que tan solo el 8% de las y los jóvenes declara que le gustaría trabajar como científico/a (Polino, 2011). Además, las asignaturas física y química son las que cuentan con la menor popularidad al consultar al alumnado de 4to. año sobre sus preferencias en cuanto a las materias del liceo (ANII, 2009).

En relación a las actividades de enseñanza que se implementan en las clases de las asignaturas científicas, existe evidencia de que en la etapa escolar de la enseñanza el uso de los laboratorios y la realización de actividades prácticas es irregular y esporádico y que las y los docentes españoles encuentran dificultades de diverso orden para integrar estas actividades en el currículo escolar (entre las dificultades que

señalan mencionan la falta de equipamiento y de organización temporal para afrontar dichas actividades, pero también la falta de preparación profesional y de criterio para evaluarlas, lo que está en concordancia con un estudio del Reino Unido (Murphy et al., 2007).

Por otro lado, existe evidencia de que la percepción que algunas personas tienen sobre la ciencia (la consideran difícil, aburrida, sólo apta para genios, etc.) ha llevado a valorarla negativamente (Solbes et al., 2007). En particular, las aplicaciones de la física y la química cuentan con una evaluación desfavorable debido a que se asocian a los armamentos, la energía nuclear, los organismos modificados genéticamente, entre otros, lo que, de acuerdo a los autores, fomenta el desinterés del alumnado hacia su aprendizaje.

Desde el punto de vista teórico, se observa que el constructo vocación científica se operacionaliza de diferentes maneras. Por ejemplo, algunos estudios lo hacen a través de predictores de la vocación científica que, aunque están vinculados, no siempre son los mismos. Entre esos predictores se encuentran las actitudes (Rodas y Cubero, 2022), el interés (Martín-Pena et al., 2018), o el involucramiento del alumnado en proyectos de investigación científica (Dopico y Armstrong, 2017).

Por otro lado, se percibe una dificultad relacionada con la ausencia de programas integrales de promoción de las vocaciones científicas en Uruguay. Si bien el Ministerio de Educación y Cultura, a través del programa Cultura Científica, promueve iniciativas educativas de comunicación y divulgación de la ciencia a nivel nacional, no se visualiza, entre sus componentes, uno específico sobre vocaciones científicas.

En Argentina el programa VoCar del CONICET, define una línea concreta de acción destinada a promover las vocaciones científicas y tecnológicas en las y los jóvenes. El programa pone a disposición, en su sitio web, varios recursos para las y los docentes interesados en el fomento de las vocaciones científicas. Entre los recursos se encuentran materiales didácticos, ofertas de cursos de capacitación y podcasts. En Colombia, el programa Ondas del Minciencias cuenta con una convocatoria destinada a fortalecer las vocaciones científicas y tecnológicas desde temprana edad, en todo el territorio. La convocatoria tiene como objetivo conformar un listado de proyectos elegibles que fomenten el desarrollo de las vocaciones. Los proyectos seleccionados cuentan con financiación para ser implementados.

En base a estos problemas se formulan a continuación las preguntas guía que orientan esta investigación.

1.4 Preguntas guía

Las siguientes preguntas orientan las diferentes etapas de la investigación.

- 1) ¿Qué actividades de aula promueven el interés en la ciencia en general y en la química en particular, en el alumnado de 3ero. de C.B.U.?
- 2) ¿Cuáles son las fortalezas de dichas actividades?
- 3) ¿Cómo se pueden cuantificar las vocaciones científicas?
- 4) ¿Cómo se pueden fomentar dichas vocaciones a través de actividades de aula?
- 5) ¿Qué variables del comportamiento vocacional intervienen en el proceso?
- 6) ¿Qué rol cumplen las actividades extraescolares en el fomento del interés por dichas carreras y cómo incide el contexto del alumnado (padres, madres, tutoras, tutores y pares)?

1.5 Hipótesis de investigación

Es posible cuantificar las vocaciones científicas del alumnado de 3ero. de C.B.U. y fomentarlas a través de actividades diseñadas a medida y centradas en las y los estudiantes.

1.6 Objetivo general y objetivos específicos

Objetivo general:

Generar conocimiento acerca de las mejores estrategias para promover las vocaciones científicas del alumnado de 3er año de C.B.U.

Objetivos específicos:

- 1) Desarrollar y caracterizar un Paquete de actividades a implementar en el curso de química de 3er. año de C.B.U.
- 2) Diseñar y validar un Inventario para cuantificar las vocaciones científicas del alumnado del mencionado nivel.
- 3) Analizar e identificar las características que determinan que las actividades del Paquete cuenten con mejores valoraciones por parte del alumnado.

4) Analizar e identificar las dimensiones del comportamiento vocacional, así como las características personales que puedan influir en una evolución positiva de la vocación científica ante la aplicación de un Paquete de actividades validado.

Fundamentación de la elección del nivel educativo

Se definió trabajar con estudiantes de 3ero. de C.B.U. debido a que la asignatura química se presenta por primera vez en ese nivel educativo y además las y los jóvenes se encuentran próximos a definir qué Bachillerato elegirán para continuar sus estudios una vez que terminen la enseñanza media superior.

Capítulo 2. Marco teórico

En esta sección se aborda, en primera instancia, el constructo central de esta tesis: la vocación científica. A pesar de que en el último tiempo se ha incrementado la cantidad de estudios vinculados con el tema y varios de ellos proponen estrategias para fomentarlas, no se han encontrado suficientes investigaciones que lo definan, tal como se detalla más adelante en esta sección. Esto último se visualiza como una oportunidad de generar nuevos conocimientos en torno al mismo que contribuyan a conceptualizarlo y operacionalizarlo, pero, a la vez, se corre el riesgo de no contar con un marco teórico de referencia que lo delimite.

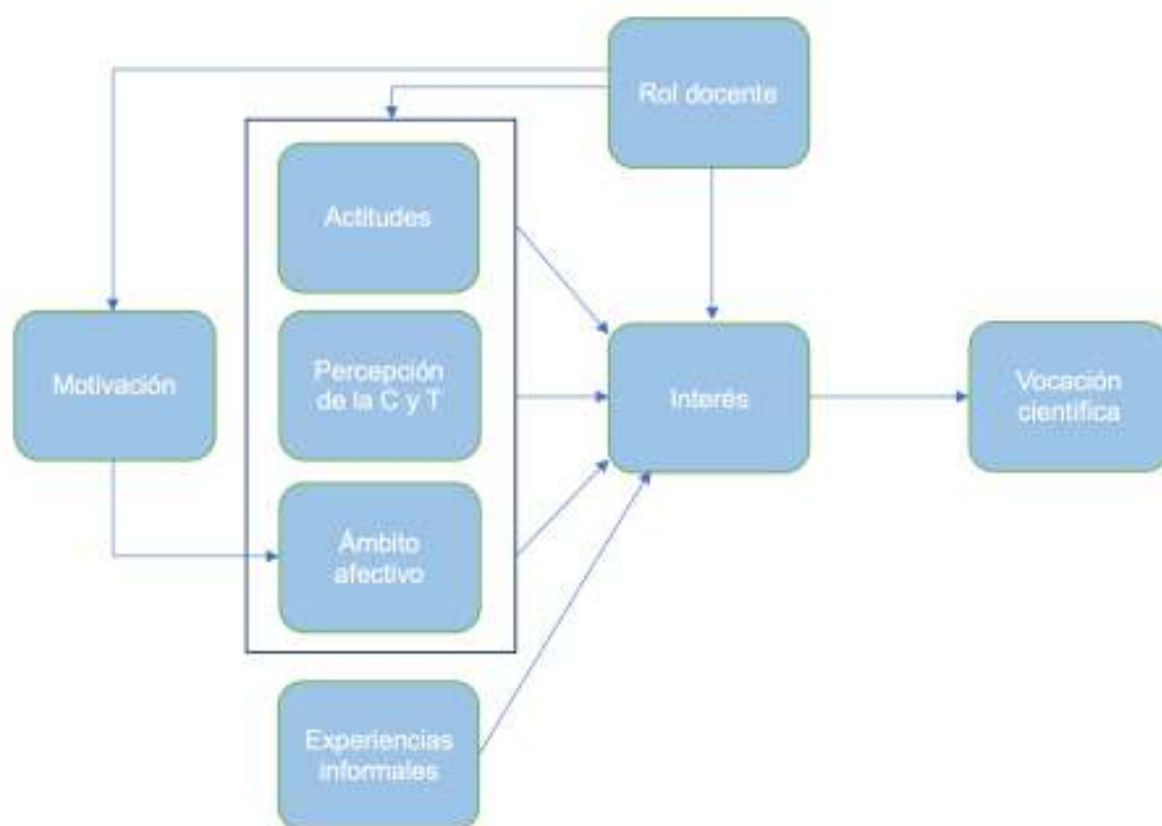
El marco teórico de esta investigación hace, además, un recorrido por otros constructos involucrados (las actitudes del alumnado hacia la ciencia y la motivación) y se compila información que da cuenta de cómo se puede intervenir, desde el rol docente, para fomentar las vocaciones científicas.

A los efectos de facilitar la lectura se describe en primer lugar un modelo que integra las dimensiones vinculadas con la vocación científica elaborado ad hoc (ver Figura 1). En segundo lugar se presentan diferentes secciones para exponer los conceptos que hacen parte del modelo. Estos surgen de la revisión bibliográfica de diferentes materiales de referencia.

Por último, se presenta el marco metodológico definido para esta investigación.

Figura 1

Modelo de integración de las dimensiones vinculadas con la vocación científica



Este modelo se estructura en base a cómo las actitudes, la percepción que tienen las y los jóvenes sobre la ciencia y la tecnología y las variables del ámbito afectivo inciden sobre el interés. El rol docente actúa como mediador del proceso, a la vez que impacta directamente sobre el interés y la motivación. Entre las múltiples facetas que tiene el rol docente se encuentran el enfoque que se adopte en el aula, las actitudes del docente, las competencias a desarrollar en el alumnado y las actividades didácticas que acompañen el proceso. El interés finalmente propicia el desarrollo de las vocaciones científicas de las y los jóvenes.

En este modelo se entiende que la motivación es mediadora de las variables del ámbito afectivo, que en esta investigación son la autoeficacia, las expectativas de resultados y las metas.

Las experiencias informales incluyen las prácticas extraescolares vinculadas con la ciencia y el apoyo del contexto en relación a los logros y metas asociadas con la

ciencia, por parte de los familiares y de los pares. Las experiencias informales se encuentran por fuera del conjunto actitudes-percepción-ámbito afectivo en el entendido de que el/la docente tiene escasa o nula incidencia en esa dimensión.

Luego de la descripción del modelo se presentan las diferentes secciones que componen el marco teórico.

1. La vocación en general. La vocación científica en particular y estudios de interés en torno a este constructo.
2. El interés de las y los jóvenes hacia la ciencia y la vocación científica.
3. Las actitudes, la percepción y de las y los jóvenes sobre la ciencia y cómo configuran las dimensiones de la vocación científica.
4. La motivación y la vocación científica. Teorías de la motivación humana vinculadas con los objetivos de esta investigación.
5. El rol docente en las vocaciones científicas. Enfoques de enseñanza. Las competencias y el aprendizaje. Actividades que fomentan el interés del alumnado por la ciencia.
6. La clasificación de las carreras y qué se entiende por carrera científica.
7. Principales teorías que sustentan las decisiones vocacionales.
8. Marco metodológico.

2.1 La vocación

La Real Academia Española define vocación como la inclinación a cualquier estado, profesión o carrera. Etimológicamente la palabra vocación se deriva del latín *vocare*, llamar. Es el llamado a satisfacer una necesidad, para lograr el bienestar del individuo y afirmar un interés que nos impulsa a hacer cosas para alcanzar el éxito (Pantoja, 1992).

Desde la psicología algunos autores entienden que la vocación no es algo innato, sino que se desarrolla en el plano de la acción, el conocimiento y la convivencia (Pantoja, 1992). Así pues, un cúmulo de experiencias adquiridas de un modo consciente e inconsciente llevarán al individuo a la convicción de que puede elegir por sí mismo (Bohoslavsky, 1984). La vocación no es algo definitivo e inmodificable, a medida que el individuo va creciendo sus necesidades e intereses van cambiando, su contexto

social se va modificando y le presta mayor atención a determinadas actividades. Asimismo, algunos autores agregan otras aristas, como es el caso de Pantoja (1992) al mencionar que la vocación es una forma de expresar nuestra personalidad frente al mundo del trabajo y del estudio y no tiene aparición súbita, sino que se va conformando lentamente a medida que adquirimos mayor experiencia, mayor madurez y que profundizamos cada vez más en la esfera de la realidad.

Además, añade que los seres humanos al nacer heredan un conjunto de factores económicos, políticos, sociales y culturales que los condicionan y predisponen su vocación, lo que les permite desarrollar habilidades, actitudes e intereses y autorrealizarse para alcanzar el éxito y una posición social. Este proceso dinámico orienta a los individuos a elegir una profesión u ocupación y, esa elección, debe ser una decisión personal en la que intervenga la conciencia y la voluntad. En suma, la autora concluye que la vocación es una construcción que cada individuo realiza a lo largo de su vida y que está condicionada por el contexto social, político y geográfico. En 1951 Donald Super acuñó la noción de desarrollo vocacional, cuyo logro depende de diversos factores, entre ellos el nivel ocupacional de las madres y de los padres, la estimulación socio-cultural y los logros en el rendimiento escolar. El aforismo life space career development (desarrollo personal y profesional a lo largo de la vida) supone que el sujeto toma decisiones vocacionales en función de su autopercepción, procurando encontrar la profesión que mejor se ajusta con su propio autoconcepto (Rascovan, 2013). En esa misma línea, Rivas y Martínez (2003) entienden que el desarrollo vocacional constituye un aspecto más de la realización de una determinada idea de uno mismo en el marco del proceso global de socialización y desarrollo individual de las personas y, agregan que es una forma de relación entre el yo y la profesión, de modo que los rasgos destacados de la personalidad se suelen asociar a las características relevantes de los estereotipos profesionales. Algo similar plantean Vázquez y Manassero (2009) al manifestar que la elección vocacional surge del conocimiento que tiene cada persona de sí misma y de la carrera o profesión así como de la representación que se construye sobre ambos, donde las expectativas personales (creencias acerca de la probabilidad de alcanzar una profesión), creadas por la información situacional, juegan también un papel esencial.

En cuanto al autoconocimiento, es pertinente revisar la definición de autoconcepto vocacional para profundizar en el entendimiento de la conducta vocacional de las personas. El autoconcepto vocacional se entiende como un concepto

multidimensional o autoimagen que cada uno tiene de sí mismo, vertiente cognitiva de la personalidad individual del sujeto que se conoce en relación a su conducta vocacional (Rivas, 1995). La conducta vocacional es el conjunto de procesos psicológicos que una persona concreta moviliza en relación al mundo laboral en el que pretende instalarse (Rivas, 2003). En la explicación del pensamiento autorreferente se han empleado constructos como el de autoconcepto y el de autoeficacia. Entre ambos constructos existen diferencias: a) el autoconcepto es una valoración global, mientras que la autoeficacia se refiere al juicio de las personas sobre sus capacidades para realizar con éxito tareas concretas; b) el autoconcepto incorpora todas las formas de autoconocimiento y de autoevaluación; la autoeficacia se centra en el sentimiento de logro de una tarea particular (Bandura, 1987).

Otros autores exploraron el vínculo vocación-educación, como es el caso de Kohan (1977) quien afirma que la vocación se orienta dentro de un ambiente en el que participa la educación y la experiencia de la persona. Asimismo, agrega que le trae satisfacción personal al individuo, porque le da posibilidades de desarrollar sus mejores aptitudes, de afirmar sus verdaderos intereses y de no contradecir la estructura de su personalidad vocacional.

Hoy en día se entiende que las decisiones vocacionales son un proyecto de vida, determinado por una dimensión social (como efecto de un particular escenario social, económico, político y cultural) y por una dimensión subjetiva (vinculada a la dialéctica del deseo) (Rascovan, 2005).

Como se puede observar la vocación es dinámica y está condicionada por diferentes variables entre las que se encuentran el interés, las necesidades de las personas y el contexto.

A continuación se presenta el constructo vocación científica, que es el principal de esta tesis.

2.1.1 La vocación científica

En 1918 Max Weber desestimó la existencia de un llamado interior que incitaba a las personas a dedicarse a la profesión científica y desde entonces en el campo de los estudios vocacionales se reconoce que la elección de una carrera no es un acto que obedezca a un mandato divino, a una revelación religiosa o a un llamado interior.

A pesar de que este constructo no se ha estudiado en profundidad (como se mencionó anteriormente) se han identificado algunas pocas definiciones, las que se presentan a continuación.

Por ejemplo, de acuerdo a León y Mora (2010) la vocación científica es un ordenamiento rígido de preferencias vitales y profesionales en el que la dedicación a la actividad científica se ha situado en primer lugar, a distancia considerable de sus alternativas. En esa misma línea, para Stekolschik et al. (2007) la vocación científica es entendida como la decisión de las personas de dedicarse a la investigación científica. Los autores agregan que la reflexión en torno a los factores que influyen en la decisión de las y de los jóvenes por dedicarse a la ciencia no puede ser ajena a la dinámica de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Es decir, la vocación científica, necesariamente se vincula a la forma en que una sociedad determinada percibe la ciencia y a sus protagonistas, recibe y se apropia de los conocimientos científicos. Artavia y Aguilar (2020) elaboran una definición de vocación científico-tecnológica entendiendo que se refiere a los grados de atracción de una persona por aspectos como leyes, teoría, procesos, que utiliza la ciencia para entender y explicar fenómenos de la naturaleza; así como crear herramientas que ayuden, cada vez más, a la sociedad a la comprensión de dichos fenómenos y, además, al mejoramiento de la calidad de vida. Como se puede apreciar esta definición pone foco en la vocación científica y la posibilidad que brinda de un mayor desarrollo del bienestar de las personas. En consonancia con esta definición otros autores agregan que las vocaciones científicas se asocian al interés, habilidades y cualidades del individuo forjadas hacia la investigación, ciencia, tecnología, ingenierías, humanidades y otros para contribuir con estas a la solución de problemáticas detectadas en un contexto laboral y científico (González, 2022).

Por último, Vázquez y Manassero (2009) brindan una definición operativa, entendiéndola como la suma de cuatro ítems (elección de ciencias, deseo de ser científicos, deseo de estudiar más ciencias y deseo de trabajar en tecnología).

Si bien se reconoce como un objetivo de gran importancia, particularmente en Iberoamérica, estimular o consolidar en las y en los jóvenes la vocación por el estudio de la ciencia y la tecnología, se ha indagado muy poco acerca de las causas que inducen a una persona a elegir una carrera científica (López Cerezo, 1999).

Destaca, de las definiciones presentadas, el vínculo que establecen los autores entre el interés hacia la ciencia (y las actividades que realizan las científicas/ los científicos) y la vocación científica. Se profundizará sobre este nexo más adelante, en la sección 2.2.

Se describen seguidamente dos investigaciones que tratan sobre diferentes aspectos vinculados con la vocación científica de las y los jóvenes.

2.1.2 Estudios sobre las vocaciones científicas

Estudio sobre predictores actitudinales significativos de la vocación científica

Un estudio desarrollado por Vázquez y Manassero (2009) analizó los factores actitudinales que influyen sobre la vocación científica de las y los jóvenes. De acuerdo a los autores, estos factores pueden constituir pistas relevantes para la innovación de la didáctica de la ciencia y la tecnología en las instituciones educativas, convirtiendo a la ciencia en una asignatura atractiva, interesante y comprensible. Afirman que actuando sobre los predictores actitudinales significativos se favorece de manera natural, la generación de vocaciones científicas.

El instrumento aplicado es una parte del cuestionario ROSE (Relevancia de la Educación Científica, del inglés Relevance of Science Education), el que se describirá más adelante (ver sección 2.3.2). Del total del alumnado de las Islas Baleares que completó el cuestionario Vázquez y Manassero eligieron al azar una muestra representativa de 32 escuelas y, en cada escuela, seleccionaron al azar un grupo del nivel cuarto de ESO (sistema educativo de España), totalizando 860 estudiantes.

Los autores seleccionaron tres ítems del cuestionario Mis clases de ciencia por su relevancia para definir la vocación científica, que son los siguientes: Me gustaría llegar a ser un científico (V1), Me gustaría estudiar tanta ciencia como pueda en la escuela (V2) y Me gustaría conseguir un trabajo en tecnología (V3). Estos ítems fueron definidos como variables dependientes de su estudio. La cuarta variable dependiente es la Elección de ciencias (V4), es decir, si han elegido para cursar una asignatura científica (física, química y/o biología y geología) De esa forma se definieron cuatro variables dependientes. La suma de estas cuatro es una nueva variable operativa llamada Vocación científica y tecnológica.

Los resultados de este estudio demuestran que las variables actitudinales tienen una alta capacidad predictiva global de la vocación, la carrera y la expectativa de trabajo y descubre un conjunto amplio y diverso de predictores significativos, de los cuales fueron identificados los más relevantes, o sea los que poseen la mayor capacidad predictiva respecto a la vocación (Vázquez y Manassero, 2009). Esta investigación reafirma la importancia de la educación actitudinal para favorecer las vocaciones científicas y de la necesidad de contar con prácticas innovadoras por parte del profesorado. Los predictores identificados ofrecen orientaciones para desarrollar currículos alternativos que favorezcan el acercamiento a la ciencia de las y los jóvenes de forma de que la encuentren interesante, útil y profesionalizadora. El estudio es importante para la tesis ya que define algunos predictores significativos de la vocación científica.

Estudio de la Obra Social “la Caixa”, FECYT y everis

Este proyecto fue desarrollado durante dos cursos escolares, 2012/2013 y 2013/2014 y han participado más de 2.500 estudiantes españoles de la ESO (Obra Social “la Caixa et al., 2015).

El objetivo general es identificar el impacto que tienen las actividades de divulgación científica del CosmoCaixa (el museo de ciencia de Barcelona, perteneciente a la Fundación la Caixa) en el estímulo de las vocaciones científicas. En particular se buscó, a través del estudio, identificar si ir al Cosmocaixa ayuda a las y los jóvenes a optar por la ciencia, si son las actividades de divulgación científica un elemento más en la cadena de influencias para las y los jóvenes a la hora de decidir ser unos profesionales de la ciencia y la tecnología, entre otros.

A partir del estudio realizado los autores elaboran un conjunto de recomendaciones para el diseño y la ejecución de acciones divulgativas y programas educativos en relación a las vocaciones STEM. Estas recomendaciones se categorizan en cinco ámbitos, que son los siguientes: autoeficacia, información, percepción social, sentimiento de grupo e interés.

En relación a la autoeficacia, se encontró que el porcentaje de chicas con baja capacidad autopercebida que optan por itinerarios STEM es muy bajo y por eso es necesario que las acciones de divulgación incidan en ese aspecto para conseguir impactar significativamente en ese grupo. Por otro lado, aconsejan identificar a las y

los alumnos indecisos y dar información sobre los beneficios de los itinerarios STEM así como reforzar la percepción de capacidad de este alumnado en relación con esos itinerarios. En el caso de las alumnas y alumnos que creen que son capaces de tener éxito en estudios STEM, a las y los que les gustan estas asignaturas, es decir, tienen interés y se ven ejerciendo una profesión STEM de manera satisfactoria se recomienda incorporar actividades de role model o de diseño y construcción de elementos tecnológicos o talleres científicos que supongan resolver o superar un reto o un problema.

En cuanto la información, se concluye que la orientación vocacional que las alumnas y los alumnos reciben en los centros escolares resulta insuficiente y que un elevado porcentaje de alumnas y alumnos declara haber recibido poca o nula orientación y recomendaciones para la toma de decisión de itinerario futuro. Afirman que las acciones de divulgación pueden tener un alto impacto en el alumnado menos informado y asesorado. En ese sentido proponen acciones de divulgación como charlas con profesionales (que incluyan una actividad previa de indagación sobre la profesión, consignas a resolver durante la charla y un espacio al final para evacuar posibles dudas). Los autores recomiendan diseñar adecuadamente estas actividades para que tengan un impacto positivo, lo que por lo general se consigue promoviendo y facilitando una mayor y más activa participación del alumnado y focalizarla en sus motivaciones.

Sobre la percepción social recomiendan que, a través de las actividades de divulgación, se sensibilice a docentes, padres y madres en cuanto a ciertos comentarios, aparentemente inocuos, como por ejemplo “esto es solo para alumnas y alumnos sobresalientes” y, en lugar de eso, poner en relieve las habilidades necesarias en un profesional STEM (capacidad de trabajo en equipo, organización y metodología, capacidad analítica, comunicativa, iniciativa, etc.) y relacionarlas con las que muestra la alumna o el alumno.

Otro aspecto sobre el que los autores formulan recomendaciones está asociado al sentimiento de grupo. Afirman, que para una parte de las y los jóvenes, las amistades pueden jugar un papel importante en la elección de estudios, y en particular en su propensión a estudiar STEM, si bien reconocen que no llega a tener el mismo grado de influencia que el profesorado y las madres y padres. En ese sentido la influencia de las amistades facilita el impacto de las acciones divulgativas.

Por último, los autores afirman que, al igual que ocurre con la autoeficacia, es importante diseñar acciones que permitan mejorar la percepción que tienen sobre las materias STEM aquellas chicas a priori menos interesadas. Sugieren, por ejemplo, diseñar actividades que promuevan el involucramiento activo de las alumnas, planteándoles retos a resolver que sean alcanzables.

Como se puede observar, las investigaciones destacan la importancia de fomentar las actitudes positivas hacia la ciencia, mejorar la percepción que las personas tienen de la misma y trabajar para incentivar el interés.

En la sección siguiente se presentan dos investigaciones que vinculan el interés con las vocaciones científicas. En el modelo elaborado el interés repercute directamente en las vocaciones científicas y es promovido, a la vez, por el conjunto actitudes-percepción-ámbito afectivo.

2.2 El interés de las y los jóvenes hacia la ciencia y la vocación científica

La encuesta STEM Career Interest Survey (STEM-CIS)

Meredith et al. (2013) desarrollaron un instrumento para cuantificar el interés de las y los estudiantes estadounidenses, de edades comprendidas entre los 11 y los 13 años, en carreras de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática, llamadas STEM. El instrumento está basado en cuatro variables que, de acuerdo a los autores, son clave en la Teoría Sociocognitiva de Desarrollo de la Carrera de Lent et al. (1994): autoeficacia, expectativas de resultado, variables de carácter personal y barreras y apoyos sociales. El instrumento posee cuatro subescalas (ciencia, matemática, tecnología e ingeniería) y en cada subescala hay 11 ítems, lo que totaliza 44.

Para desarrollar el instrumento los autores se basaron, asimismo, en la revisión de la literatura existente, en especial en la escala desarrollada por Fouad et al. (1997) para cuantificar la autoeficacia en matemática y ciencias del alumnado que cursa estudios en la escuela media, de las edades antes mencionadas. Estos insumos guiaron el proceso de confección de los ítems, los que se puntúan en una escala de tipo Likert de cinco puntos (siendo 1 – Totalmente en desacuerdo y 5 – Totalmente de acuerdo). A diferencia del cuestionario ROSE, los ítems se repiten en las cuatro subescalas, es

decir que los 11 ítems son idénticos y solamente se realiza una adaptación a ciencia, matemática, tecnología o ingeniería.

Con el objetivo de investigar la fiabilidad y las propiedades psicométricas se aplicó el instrumento a una muestra integrada de 1.061 estudiantes que residían principalmente en zonas rurales con elevados índices de pobreza de los distritos del sureste de EEUU. Los autores encontraron que el instrumento es sólido, desde el punto de vista psicométrico para medir el interés de los jóvenes por las carreras STEM y los efectos de la implementación de programas tendientes a incrementar ese interés, no solo en las carreras, sino que también en las asignaturas.

Otros estudios también han abordado el vínculo entre el interés y las vocaciones científicas. Un ejemplo es la investigación de Muñoz et al. (2019) que analiza el interés de un grupo de jóvenes del último curso de secundaria de la ciudad de Salamanca por el conocimiento científico-tecnológico. En particular se busca conocer los determinantes de la elección vocacional de las y los jóvenes participantes. En esta investigación el interés se estudia desde diferentes ámbitos: la tradición familiar, los factores académicos y el imaginario social de la profesión.

Los resultados muestran que la tradición familiar no determina ni la elección ni una visión positiva y realista de la profesión científica. Por otro lado, es relevante la motivación del profesorado, el uso de metodologías innovadoras y el conocimiento de aspectos sociolaborales.

Dado que, como se mencionó anteriormente, es necesario promover actitudes favorables hacia la ciencia cuando la meta es fomentar las vocaciones científicas, se describe a continuación el constructo actitudes hacia la ciencia.

Las actitudes se vinculan con la vocación científica en el modelo elaborado, a través del interés.

2.3 Las actitudes, la percepción y de las y los jóvenes sobre la ciencia y cómo configuran las dimensiones de la vocación científica

2.3.1 Las actitudes hacia la ciencia

La palabra actitud es un término polisémico que etimológicamente procede del latín *aptus*. En el campo de la educación existen muchos trabajos que abordan este tema

y que plantean diferentes definiciones. Por ejemplo, para Sanmartí y Tarín (1999) una actitud puede relacionarse con una predisposición a accionar coherentemente de una determinada manera ante diferentes escenarios, personas y objetos distintos. En otras palabras, la actitud corresponde a un sentimiento general y perdurable que puede ser tanto positivo como negativo. En la misma línea, Díaz - Barriga y Hernández (2002) entienden que las actitudes implican una cierta disposición o carga afectiva de naturaleza positiva o negativa hacia los objetos, personas, situaciones o instituciones sociales y que las actitudes son experiencias subjetivas (cognitivo-afectivas) que implican juicios evaluativos, que se expresan en forma verbal o no verbal, que son relativamente estables y que se aprenden en el contexto social. En suma, son un reflejo de los valores que posee una persona. En relación a estos últimos, Sarabia (1992) entiende que un valor es una cualidad por la que un objeto-hecho despierta en una persona mayor o menor aprecio, admiración o estima y que los valores pueden ser económicos, estéticos, utilitarios o morales.

Por otro lado, Zabala (2002) establece que se ha aprendido o adquirido un valor cuando se interioriza de tal manera que la persona toma posición ante lo que debe considerarse positivo o negativo. En los valores el componente principal es de carácter cognitivo pues con él se establecen criterios morales para regular la actuación. Por su parte, Díaz - Barriga y Hernández (2002) entienden que la enseñanza de las actitudes y los valores ha sido poco estudiada en comparación con otros contenidos escolares. Sin embargo, las investigaciones realizadas sobre este tema han permitido concluir que el aprendizaje de las actitudes y los valores es un proceso lento y gradual, donde influyen distintos factores como las experiencias personales previas, las actitudes de otras personas relevantes, la información y experiencias novedosas y el contexto sociocultural. Asimismo, agregan que se ha demostrado que muchas actitudes se gestan y desarrollan en el seno escolar, sin ninguna intención explícita de hacerlo. Los profesores y las profesoras son los que, directa o indirectamente, se enfrentan a esta problemática compleja y difícil, que muchas veces rebasa a la institución escolar misma.

Otros autores también plantean definiciones de actitud considerando aspectos cognitivos, afectivos y comportamentales de una persona al entender que las actitudes corresponden a sentimientos de las y los individuos hacia un objeto fundado en su conocimiento y en sus creencias, como es el caso de la definición planteada por Kind et al. (2007). Asimismo, se puede considerar el aspecto operativo de la

actitud, tal como plantean Bednar y Lieve (2002), al entender que la misma es un constructo que media nuestras acciones y que se encuentra compuesto de tres elementos básicos: un componente cognitivo, un componente afectivo y un componente conductual.

En relación a la actitud hacia la ciencia, se puede decir que es un constructo amplio de mucha importancia en la educación científica de las personas y se ha empleado para hacer referencia a las concepciones psicológicas y afectivas que las ciudadanas y los ciudadanos poseen sobre la ciencia (Tytler y Osborne, 2012). El desarrollo de actitudes favorables se ha considerado, desde siempre, un objetivo central de la educación científica y se ha tornado un tema de indiscutible interés debido a las consecuencias que tiene el aprendizaje de las disciplinas científicas en las decisiones que escoge el alumnado sobre su futuro y en la opinión de los alcances de la ciencia y la tecnología (Acevedo et al., 2007). En cuanto a la química específicamente, si el alumnado tiene una actitud negativa hacia la disciplina, o hacia ciertos temas relacionados con la misma, los objetivos de aprendizaje serán más difíciles de alcanzar que si la actitud es positiva (Barke et al., 2012).

De varios estudios que analizaron las actitudes de los alumnos hacia la química se extrajeron conclusiones interesantes. A través de los dibujos que realizaron en 1983 un grupo de estudiantes suizos, Heilbronner (1983) evidenció que las actitudes hacia la química y hacia las clases de química eran absolutamente negativas. La gran mayoría de los estudiantes se sintieron y sintieron al medioambiente amenazados por la química. Alrededor del 40% de las imágenes mostraron un ambiente destruido, el 15% la amenaza directa para los individuos por parte de la química y el 10% se mostraron en contra de la experimentación con animales.

En esa misma línea Müller-Harbach et al. (1990) encontraron que las actitudes de las y los estudiantes de secundaria (en Alemania) hacia la química son neutrales o negativas, sin encontrarse diferencias significativas en función del género del alumnado. El lugar de residencia, sin embargo, tiene un impacto significativo en las actitudes: las alumnas y los alumnos que viven en zonas industriales mostraron actitudes más desfavorables que aquellos que viven en zonas en donde no hay fuerte presencia industrial. Por otro lado, de Pro Bueno y Pérez Manzano (2014) evidenciaron que en el ámbito de la Salud, los resultados de las chicas responden a una visión más positiva de las ciencias y entienden que es necesario contar con más estudios que evalúen la posición de las y los estudiantes en función del género.

De las investigaciones realizadas sobre a las actitudes hacia la ciencia se concluye que, por un lado, se evidencia una creciente manifestación de actitudes negativas hacia el aprendizaje de la misma y por otro se aprecian, en función del género, diferencias significativas en el posicionamiento del alumnado frente a ella (Cheung, 2009; Vázquez y Manassero, 2008). No solo el género parece ser el propiciador de estas diferencias, Schreiner y Sjøberg (2004) concluyen que además aparecen otros factores que justifican tal comportamiento, como el nivel cultural, la institución educativa, el currículo y el tipo de enseñanza que se imparta por parte del cuerpo docente (que incorpore la actividad práctica y no solamente la teoría).

Vázquez y Manassero (2009) brindan argumentos a favor de que el apego hacia la ciencia, por parte del alumnado, empieza pronto, pero es descendente de primaria a secundaria. De acuerdo con Fensham (2006) la investigación didáctica muestra que la falta de interés y las actitudes negativas del alumnado hacia la ciencia y la tecnología son el principal problema de la educación científica, traducéndose en conocimientos pobres y la pérdida de vocaciones científicas. Asimismo, concluye que la solución a estos inconvenientes pasa por prestar atención a componentes actitudinales, afectivos y emocionales en la educación científica, con el propósito de fomentar la curiosidad y motivar al alumnado a través de un currículo de ciencia y tecnología que sea valioso también para la sociedad.

El estudio de las actitudes ha cobrado especial importancia en el mundo en los últimos años debido a la baja proporción de estudiantes que desean estudiar carreras científicas. Es razonable pensar que si se potencian las conductas negativas hacia la ciencia se condicionará la elección de bachilleratos científicos y eso comprometería futuros estudios universitarios relacionados con estas disciplinas (Rodas y Cubero, 2022). Las actitudes que muestra el alumnado frente al aprendizaje de la ciencia distan mucho de ser positivas, por el contrario, muchos evaden las asignaturas científicas. Entre las razones que mencionan para justificar su falta de interés se encuentran el predominio de la exposición de los temas por parte del cuerpo docente, el escaso uso de los laboratorios liceales, las limitadas salidas de estudio y visitas a centros de ciencia y tecnología, la falta de uso de recursos audiovisuales. Además, el alumnado desconoce las prácticas y actividades que hacen los científicos y tecnólogos, hecho que incide negativamente en el interés de imaginar esas profesiones en su futuro (Polino, 2011). Otro componente que tampoco fomenta el interés está vinculado a los programas curriculares, los que no resultan atractivos

para el alumnado y provocan falta de atención en clase y resistencia a realizar las tareas propuestas por el cuerpo docente (Marchesi, 2009). Asimismo, se debe tener en cuenta el ambiente de clase. En ese sentido Marzano y Pickerín (2005) afirman que es importante que las alumnas y los alumnos tengan una actitud y percepción positiva respecto a dichos ambientes ya que las actitudes son determinantes en el aprendizaje. Cuando las actitudes y las percepciones son negativas el aprendizaje se ve afectado mientras que cuando son positivas, el aprendizaje se optimiza.

Mellado et al. (2014) afirman que es imprescindible la comprensión del dominio afectivo del alumnado, por parte del profesorado, para inducir un cambio en las creencias y expectativas hacia la ciencia, con actividades creativas y emocionantes que generen actitudes positivas y que, por ende, los acerquen hacia la ciencia. En ese sentido (Pelcastre-Villafuerte et al., 2015) afirman que las actitudes del cuerpo docente pueden favorecer o interferir directamente en el aprendizaje del alumnado, es por esto que algunos autores plantean que las actitudes deberían de ser consideradas como contenidos u objetivos que debieran trabajarse en las instituciones educativas.

Diferentes investigaciones han estudiado el importante papel que tiene la percepción de las y los jóvenes sobre la ciencia en el desarrollo de la vocación científica. Se describen en la sección siguiente algunos estudios de interés sobre este tema. La percepción hacia la ciencia es otras de las dimensiones que integran el modelo y que se vinculan a través del interés con las vocaciones científicas.

2.3.2 La percepción de las y los jóvenes acerca de la ciencia

El proyecto Encuesta sobre Percepción de los Jóvenes sobre la Ciencia y la Profesión Científica

Este proyecto es un emprendimiento iberoamericano que lleva el mismo nombre y que fue liderado por el Observatorio de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad en Iberoamérica de la OEI, del que participaron Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Colombia, España, Portugal y Uruguay (ANII, 2009). El proyecto tiene como objetivo proporcionar un panorama acerca de la percepción del alumnado de bachillerato

sobre las profesiones científicas y tecnológicas y su atractivo como opción laboral. Además, apunta a generar información respecto a la imagen que las y los jóvenes tienen sobre la ciencia y las personas que hacen ciencia, la valoración del aporte para la vida de las asignaturas científicas dictadas en el liceo y de los hábitos informativos de las y los estudiantes sobre ciencia y tecnología. En nuestro país la encuesta fue aplicada durante el año 2009 a una muestra de 1.486 estudiantes de 4to., 5to. y 6to. año que cursaban estudios en liceos públicos y privados de Montevideo. El formulario está estructurado en ocho módulos temáticos principales. A lo largo de los módulos se distribuyen un total de 39 preguntas abiertas y cerradas, algunas de las cuales contienen varios ítems. Los resultados confirman algunos datos previamente reportados para el conjunto de la población uruguaya, entre los que se encuentran los siguientes: un nivel relativamente bajo de interés sobre la ciencia y la tecnología y, especialmente, muy bajos niveles de información sobre los temas vinculados a las mismas (ANII, 2009).

En cuanto a los cursos curriculares de ciencia, las valoraciones del alumnado sugieren que los problemas se vinculan menos a la ciencia en sí, que a la forma en que perciben que es enseñada en los ámbitos educativos. Las asignaturas del ámbito humanístico no parecen resultarles más interesantes que las del ámbito científico, pero si las rotulan de más fáciles.

Polino (2011) también analizó los resultados de esta encuesta y destaca que solamente al 8% de las y los jóvenes les gustaría trabajar como científicas y científicos, mientras que apenas el 25% cree que la profesión de científico es atractiva para su generación. Los datos de ingreso a la Udelar confirman esta tendencia ya que apenas el 10,1 % de las y los estudiantes se matriculó en una carrera científica o en ingeniería en el año 2015 y en el año 2019 el porcentaje es del 10,3%, es decir que prácticamente no cambió (Udelar, 2015 y Udelar 2019). Asimismo, el 62,3% de las y los jóvenes encuestados (Polino, 2011) considera que las carreras científicas no son atractivas porque las materias son aburridas o difíciles mientras que un poco menos de la mitad las considera interesantes. Se concluye que en general el alumnado montevideano tiene muy bajos niveles de consumo de ciencia (entendiendo por consumo visitar centros, museos de ciencia o planetarios, mirar programas de televisión y realizar lecturas con contenido científico) dado que más de la mitad del alumnado encuestado está en las categorías de consumo nulo o bajo. También se menciona que a la hora de elegir la orientación para continuar los estudios de

bachillerato, la que genera más rechazo a las y los jóvenes es la opción científica. En la misma encuesta se concluye, por otra parte, que el mercado de trabajo muestra un déficit de profesionales en ciencia y tecnología, particularmente de ingenieros y tecnólogos. A modo de ejemplo, en la III Encuesta de Actividades de Innovación de la Industria en Uruguay (2004-2006), el 53,6% de los empresarios industriales encuentra que la escasez de personal capacitado es un obstáculo para la innovación. El estudio concluye que el desestímulo para el desarrollo de carreras vinculadas a la ciencia y la tecnología no parecería derivar de una actitud negativa hacia la ciencia y la tecnología sino más bien del importante nivel de esfuerzo que el alumnado asocia a la formación de una profesión de alta especialización que involucra campos de conocimiento percibidos por buena parte de ellos como muy difíciles (ANII, 2009).

Desde otro punto de vista, en el documento titulado Enseñanza y elección de carreras científicas en las áreas de ciencias exactas, naturales e ingenierías. La perspectiva de los profesores de educación media (Polino y Chiappe, 2011), en el marco de un proyecto de la OEI de promoción de las carreras científicas, se analizan los diferentes factores y la medida en que los mismos explican el desinterés del alumnado por las profesiones científicas. Si bien el estudio se realiza tomando como muestra a docentes y estudiantes de la ciudad de Buenos Aires, los resultados se pueden extrapolar a ciudades iberoamericanas ya que se toman como antecedentes diferentes encuestas realizadas en los años 2008 y 2010 entre los que se encuestó a estudiantes de Montevideo. En este documento se concluye que existe una resistencia casi automática por parte del alumnado frente al estudio de las asignaturas matemática, física y química debido al prejuicio que tienen sobre los contenidos y la forma en que se los presenta, lo que genera predisposiciones negativas. Por otro lado, el cuerpo docente manifiesta en la misma encuesta que cuando se promueve la participación o se utilizan distintos recursos o técnicas innovadoras se consiguen buenos resultados y cambia la actitud y el compromiso del alumnado.

El estudio de la ANII (2009) posee material relevante para la tesis ya que fueron encuestados estudiantes de Montevideo, cuenta con menos de 15 años de implementado y resalta el importante papel de la enseñanza en la percepción de la ciencia por parte del alumnado. Por lo mencionado anteriormente fue tenido en cuenta a la hora de diseñar el cuestionario a implementar.

El proyecto ROSE

El proyecto ROSE fue liderado por Camilla Schreiner y Svain Sjøberg. En 2004 publicaron los antecedentes, fundamentación, desarrollo del cuestionario y recopilación de datos para el estudio comparativo de las opiniones del alumnado sobre la ciencia y la educación científica.

ROSE es una iniciativa internacional de la que participó el alumnado matriculado en el último curso de la educación secundaria obligatoria (de 15 y 16 años de edad) de más de 40 países. El instrumento ROSE comprende un total de 245 ítems agrupados en 8 cuestionarios distintos. Dos de estos cuestionarios están específicamente relacionados con las actitudes hacia la ciencia. El primero se denomina Mis clases de ciencia y comprende 18 ítems que proporcionan información sobre la percepción que poseen las y los estudiantes acerca de sus clases de ciencia. El segundo se titula Mis opiniones sobre la ciencia y la tecnología consta de 16 ítems que sondean diferentes aspectos de la forma en que las y los estudiantes perciben el papel y la función de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Todos los ítems se puntúan en una escala de tipo Likert con cuatro opciones de respuesta (1 – Nada de acuerdo; 4 – Totalmente de acuerdo). Si bien ambos cuestionarios constan en su versión original de 16 ítems cada uno, la versión en español de Mis clases de ciencia incluye dos ítems adicionales.

En la bibliografía española los cuestionarios ROSE son indudablemente los más populares de su categoría, con numerosos estudios influyentes que los han empleado para estudiar las actitudes hacia la ciencia (Toma, 2021). Para su uso en la población española se adaptaron al castellano únicamente cuatro secciones del cuestionario, debido a que la administración completa del mismo no era viable de ser realizada en una sola sesión de clase. Esa parte del cuestionario ROSE se compone de 149 ítems. A pesar de que estos cuestionarios siguen estando ampliamente presentes en la investigación y se postulan como instrumentos válidos y fiables, su análisis psicométrico se ha descuidado notablemente (Toma, 2021). Una revisión sistemática evaluó las propiedades psicométricas de los cuestionarios ROSE a partir de 16 estudios identificados por medio de una búsqueda bibliográfica exhaustiva. Toma concluyó que, en términos generales, el análisis de la producción española revela que las evidencias de validez y fiabilidad de los cuestionarios Mis clases de ciencia y Mis opiniones sobre la ciencia y la tecnología no se ajustan a las recomendaciones

contemporáneas. En efecto, si bien los estudios examinados presentaron los cuestionarios ROSE como instrumentos válidos y fiables para medir actitudes hacia la ciencia, en su mayor parte, esta afirmación solo se vio respaldada por un aporte insuficiente de evidencias de validez y fiabilidad. La calidad psicométrica de los instrumentos ROSE es motivo de preocupación y es discutible en qué medida evalúan adecuadamente las actitudes de la población de habla hispana. Si se atiende al presente análisis, los hallazgos sugieren que las evidencias psicométricas publicadas no son suficientes de acuerdo con los estándares actuales y, por tanto, ambos instrumentos parecerían producir resultados cuya validez y fiabilidad se desconoce. Dado que este estudio se enfoca en la percepción y en las actitudes es importante considerarlo cuando se busca motivar al alumnado hacia el estudio de la ciencia y, continuar investigando, sobre su validez y fiabilidad.

Destaca de esta sección que existen, entre el alumnado uruguayo, ciertos prejuicios en torno a la ciencia que los han llevado a desestimar la elección de carreras científicas. Es importante conocer cuáles son esos prejuicios para poder intervenir en el aula.

Luego de analizar la información de las secciones anteriores se presenta un compilado de las diferentes dimensiones de la vocación científica. Allí las actitudes y la percepción hacia la ciencia tienen un papel relevante. El compilado se ha elaborado ad hoc y surge de la revisión bibliográfica del trabajo de varios autores y engloba, además, dimensiones vinculadas con el ámbito afectivo y con las experiencias informales.

2.3.3 Las dimensiones de la vocación científica

Con el objetivo de definir las diferentes dimensiones de la vocación científica se tomó como referencia la Taxonomía de las actitudes relacionadas con la ciencia elaborada por Vázquez y Manassero (1995). En este trabajo los autores realizan una revisión conceptual sobre el tema y concluyen que los diferentes estudios vinculados con este constructo revelan un esfuerzo por alcanzar análisis bien fundados de las actitudes y son coincidentes en reconocer la multidimensionalidad del mismo. Existen múltiples objetos de actitud relacionados con la ciencia, que van más allá del limitado concepto de actitud hacia el aprendizaje de la ciencia, y por eso, las denominan actitudes

relacionadas con la ciencia (en plural) para subrayar su multiplicidad. Es por esto último que los autores entienden absolutamente necesario especificar y definir el tipo de actitud relacionada con la ciencia, especialmente en estudios de investigación sobre estos temas y, para eso, proponen una taxonomía con tres grandes grupos, dentro de los cuales se consideran algunas subdivisiones.

Se describen a continuación diferentes dimensiones vinculadas con la vocación científica extraídas de esa taxonomía y de otras fuentes bibliográficas, agrupadas en tres categorías (actitudes, experiencias informales y ámbito afectivo).

Dimensiones relacionadas con las actitudes

1. El universo de los elementos educativos de C y T. Es la percepción que los alumnos tienen sobre el contexto educativo formal a través de los elementos curriculares (objetivos, contenidos, evaluación, asignaturas), los procesos educativos, las personas intervinientes (profesores, compañeros, etc.). Estas actitudes se encuentran muy mediatizadas por las variables situacionales de la institución educativa, de modo que la actitud no es hacia la C y T en sí misma, sino hacia el tipo de C y T ofrecido por una institución educativa o un profesor específico; su trascendencia, sin embargo, es muy grande porque para muchos ciudadanos constituye su único contacto con la C y T. (Vázquez y Manassero, 1995)

2. Los productos del aprendizaje de C y T. Es la percepción que los alumnos tienen sobre los saberes alcanzados como consecuencia de la intervención educativa formal, tales como la alfabetización científica de los ciudadanos, la opción por estudios y materias científicos y tecnológicos, las interacciones entre las dos culturas (científicos y no científicos), la utilidad y funcionalidad de la C y T aprendida para la vida diaria (educación para el consumo, la salud, medio ambiente, etc.). (Vázquez y Manassero, 1995)

3. La imagen social de C y T. Es la percepción que los alumnos tienen sobre los aspectos sociológicos de la C y T, como sistema, en interacción con la sociedad y viceversa; por tanto, aquí se podrían encuadrar los temas de control de la C y T por la sociedad, las relaciones de la C y T con la industria civil y militar, la responsabilidad social de la C y T, la toma de decisiones en asuntos científicos que afectan a la

sociedad, las consecuencias positivas y negativas de las aplicaciones científicas, contribuciones de la C y T al bienestar social, al pensamiento, a la cultura, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

4. Temas específicos de C y T con incidencia social. Es la percepción que los alumnos tienen hacia temas concretos y específicos de C y T cuya importancia radica en su trascendencia social: preservación del medio ambiente (lluvia ácida, vertidos industriales...), proliferación nuclear, atmósfera y polución (decrecimiento de la capa de ozono, efecto invernadero...), crecimiento demográfico, recursos alimenticios y hambre, tecnología de guerra, agua, escasez energética, sustancias peligrosas, salud y enfermedades, uso de la tierra, reactores nucleares, extinción de animales y plantas y recursos minerales, fuentes y recursos energéticos, ingeniería genética, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

5. Las personas que hacen ciencia. Es la percepción que los alumnos tienen sobre las características personales de los que se dedican a la ciencia, como la motivación en su trabajo, los valores del trabajo científico (honradez, objetividad, escepticismo apertura...), su ideología, las cualidades personales, los efectos de género en la C y T, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

6. La construcción colectiva del conocimiento científico. Es la percepción que los alumnos tienen en relación a la toma de decisiones en la construcción del conocimiento científico, la competencia entre científicos, la comunicación profesional, el consenso y el desacuerdo entre los científicos, la lealtad al grupo de investigación, la C y T pública y privada, la influencia de los individuos en el conocimiento, la influencia de la sociedad sobre los científicos, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

7. La naturaleza del conocimiento científico. Es la percepción que los alumnos tienen sobre los procesos y productos propios del conocimiento científico, tales como la naturaleza de las observaciones, los esquemas de clasificación, las hipótesis, las teorías, las leyes, los modelos, la precisión y la incertidumbre, la naturaleza tentativa y provisional, el razonamiento lógico, el estatus epistemológico, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

Dimensiones que comprenden las relaciones de las alumnas y de los alumnos con las experiencias informales

8. Experiencias extraescolares. Es la disposición que tienen los alumnos para participar en actividades informales de la vida diaria, que pueden realizarse fuera de la institución educativa y que tienen algún tipo de relación con la CyT. (Vázquez y Manassero, 2007).

9. Apoyo del contexto. Es la valoración sobre los posibles logros y metas en relación a C y T, así como las valoraciones generales sobre C y T que realizan actores del contexto del alumno no pertenecientes al ámbito educativo (Talton y Simpson, 1986). Estas variables contextuales (apoyo familiar, opiniones de pares, por ejemplo) influyen sobre las creencias de autoeficacia, metas y expectativas de resultados (Cupani y Gnavi, 2007).

Dimensiones relacionadas con el ámbito afectivo

10. Autoeficacia. Se refiere a la confianza que poseen las personas en sus habilidades para realizar exitosamente una tarea, es percibida como una variable que ayuda a explicar si un individuo tendrá iniciativa, perseverará y obtendrá éxito en un determinado curso de acción. (Bandura, 1987)

11. Expectativas de resultados. Aluden a las creencias personales acerca de qué ocurrirá como consecuencia de los esfuerzos comportamentales. (Bandura, 1987)

12. Metas. Se refiere a la determinación personal para comprometerse en una actividad concreta o para alcanzar un resultado futuro, tales como finalizar una materia difícil del liceo o recibirse. (Cupani y Gnavi, 2007).

Las variables del ámbito afectivo son el tercer componente del conjunto definido en el modelo. Las experiencias informales, como ya se mencionó, inciden de forma independiente en el interés. Dado que varios autores han estudiado el rol de las experiencias informales en las vocaciones científicas, se presenta seguidamente una síntesis de varias investigaciones.

El rol de las experiencias informales en las vocaciones científicas

De acuerdo a Doll et al. (2003) en el contexto socio-cultural de las y los jóvenes se estructuran tres espacios básicos del aprendizaje informal de la ciencia: la familia, el grupo de iguales (pares) y los medios de comunicación. En las personas adultas Falk y Storksdieck (2005) añade el entorno del trabajo como cuarto espacio informal de aprendizaje de la ciencia. En una encuesta realizada por este autor en adultos se encontró que para un tercio de la muestra la escuela es la principal fuente de conocimiento sobre ciencia y tecnología, el trabajo para menos de una cuarta parte, y casi la mitad de todas las encuestadas y todos los encuestados aprendieron durante su tiempo de ocio (a través de experiencias de aprendizaje informal, mediante internet, leyendo revistas y libros, visitando museos, parques zoológicos y acuarios, o participando en clubes y grupos de interés especial). Como ya se mencionó, Falk y Storksdieck (2005) sostienen que el rasgo más característico de la educación científica informal es la libre elección, de modo que algún autor incluso lo denomina Aprendizaje por libre elección pues son las y los aprendices los que controlan y seleccionan qué y cómo aprenden, aumentando la probabilidad de estar emocional e intelectualmente más motivados por la ciencia estudiada. Rennie et al. (2003) consideran que el aprendizaje científico informal es automotivado, voluntario, y guiado por las necesidades e intereses de las y los aprendices.

Las experiencias informales no son solamente fuente de conocimientos, sino que preponderantemente suministran a las personas los refuerzos afectivos más elementales (logro de metas, pasión por descubrir, satisfacción de la curiosidad), esenciales para mantener el interés y la motivación hacia el objeto de la experiencia. El interés y la motivación no producen aprendizaje por sí mismos, pero son condiciones previas para aprender. De ahí que las experiencias relacionadas con la ciencia y la tecnología realizadas por las y los estudiantes son también importantes, ya que reflejan la exposición y el contacto con ellas y por eso constituyen un indicador actitudinal significativo para su aprendizaje (Vázquez y Manassero, 2007). Estos mismos autores encontraron en ciertas experiencias extraescolares pistas interesantes para cultivar, potenciar y desarrollar la vocación científica y tecnológica de las y los jóvenes. Algunas de las experiencias relevantes relacionadas positivamente con el desarrollo vocacional son: intentar encontrar constelaciones, visitar un museo de ciencia, leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia, separar

basura con el fin de reciclar, medir la temperatura con un termómetro, abrir un aparato para averiguar cómo funciona, entre otras (Vázquez y Manassero, 2009). Algunas de estas experiencias se realizan también en el ámbito escolar, pero los autores estudiaron su aporte como actividades fuera de la escuela, realizadas en el tiempo de ocio.

Hidalgo (2005) afirma que las actividades científicas extraescolares contribuyen, de forma importante, en la motivación de las y los estudiantes hacia los temas científicos y logran que las y los jóvenes se involucren en actividades interesantes, que les permiten reforzar o declinar en sus convicciones respecto a la ciencia. El autor sostiene que la educación formal siempre tiene la prioridad en la formación de profesionales, y que una educación bien planeada y dirigida, también debe ser el factor más importante que influya en la decisión de la elección de la vocación científica, pero, en muchos casos es necesario recurrir a elementos de apoyo extra que orienten e influyan en la orientación vocacional de las y los estudiantes. Entre las actividades extraescolares que realmente contribuyen se encuentran: las conferencias sobre temas científicos, los talleres, las visitas guiadas (a un museo de ciencia y tecnología, a un laboratorio o centro de investigación), las ferias científicas, los campamentos científicos, los clubes científicos y las estancias con científicos. De acuerdo a estos estudios las actividades extraescolares fomentan las vocaciones científicas, en especial en el desarrollo de actitudes, las que actúan como vehículos para la elección de carreras científicas.

A continuación se aborda el concepto de motivación y dos teorías que lo sustentan. Según Farje-Escobedo (2015) existe evidencia de una correlación directa entre la motivación y la vocación profesional.

La motivación también integra el modelo desarrollado, pero en este estudio lo hace como moderador. De acuerdo al marco teórico que se expone en la siguiente sección, la motivación influye sobre las variables del ámbito afectivo (en particular sobre la autoeficacia, las metas y el interés). Se asume que al incidir sobre el interés también impacta en las vocaciones científicas.

2.4 La motivación

La Real Academia Española define Motivación como el ensayo mental preparatorio de una acción para animar o animarse a ejecutarla con interés y diligencia. Etimológicamente la palabra motivación se deriva del latín *motivus*, movimiento y del sufijo *ción* que significa acción y efecto. La motivación es la causa de una acción.

Desde la psicología, la motivación se define como un proceso psicológico (no meramente cognitivo, la energía que proporciona la motivación tiene un alto componente afectivo, emocional) que determina la planificación y actuación del sujeto. Solamente se puede aplicar con propiedad y gusto el concepto de motivación cuando se refiere al comportamiento humano que tiene algún grado de voluntariedad, el que se dirige hacia un propósito personal más o menos internalizado (Huertas, 1997). Con anterioridad, Weiner (1990) definió a la motivación en función de su vínculo con el aprendizaje, entendiendo que es un concepto afectivo general, que juega un papel esencial en el aprendizaje de las y los estudiantes, bien directamente moderando el efecto en la enseñanza sobre el aprendiz, o bien, como mediador influyendo sobre otras variables como la autoeficacia, el valor de la tarea, el interés o las metas.

La motivación y las vocaciones científicas

La educación de las actitudes, como ya se mencionó, es un aspecto muy importante para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia y se debe de tomar en cuenta cuando se trata de motivar al alumnado hacia el estudio de la misma. Por eso es relevante que a través de las diferentes consignas que se implementan en clase se favorezca el abordaje de contenidos actitudinales que promuevan una visión favorable de la ciencia. De acuerdo a Vázquez y Manassero (2007) un trabajo de aula con foco en las actitudes generará, con mayor probabilidad, una postura positiva hacia el aprendizaje de los contenidos curriculares de las asignaturas involucradas y una mayor motivación hacia el estudio de la ciencia y la tecnología y, por ende, fomentará las vocaciones científicas del alumnado.

Sobre la motivación humana existen muchas teorías. Varias de ellas tienen un gran valor para la educación porque brindan herramientas para entender la conducta y el rendimiento escolar y permiten determinar estrategias para reforzar la motivación del

alumnado (Naranjo, 2009). A continuación se discuten dos de esas teorías, que se consideran relevantes para este estudio.

La Teoría de expectativa-valor

Además de las metas y los planes, las personas tienen una serie de creencias relacionadas con la consecución o no de la meta que se han propuesto. Estas creencias reciben el nombre de expectativas (Huertas, 1997). Tradicionalmente, la expectativa ha sido definida como la probabilidad de alcanzar la meta propuesta (Atkinson, 1964). Recientemente las expectativas se han relacionado con más factores que los que dependen de la dificultad de la tarea. Así, se tienen en cuenta cuestiones relacionadas con la imagen personal de cada uno, con las estimaciones del sujeto de autoconfianza y autoeficacia para realizar con éxito la tarea (Meece y Courtney, 1992).

Las expectativas de los sujetos influyen en la motivación por dicha tarea. Existen dos tipos diferentes de expectativas que han tenido fuertes repercusiones en la forma de entender los patrones motivacionales. Por un lado, se encuentran las expectativas de eficacia: creencia o convicción del sujeto de que puede realizar con éxito la conducta requerida para alcanzar una meta. Por otro lado, están las expectativas de resultado: creencia del sujeto de que una conducta concreta le conducirá a unos resultados o a unas consecuencias determinadas. Es decir, en el primer caso, el sujeto cree que reúne las condiciones para poder llevar a buen término la tarea en cuestión y, en el segundo caso, centra sus expectativas en los resultados y consecuencias que puede obtener después (Bandura, 1986).

Por lo general se entiende que las expectativas de los sujetos influyen en la motivación, siempre en relación con otros factores. Es típica la relación que se ha establecido entre expectativas, incentivos o valores de una tarea (Huertas, 1997). Según la Teoría de expectativa-valor, el rendimiento académico del alumnado, su persistencia en los estudios y sus elecciones académicas (como por ejemplo la elección de una carrera), se ven directamente influenciados por las creencias estudiantiles sobre el valor de las actividades que realizan, así como por sus expectativas de éxito (Eccles et al., 1983).

El valor global atribuido por el estudiante a la actividad es un concepto multidimensional propuesto por Eccles y sus colaboradores, que se compone de

cuatro dimensiones o facetas interrelacionadas: el interés genuino que representa la actividad para el alumnado; el valor utilitario que le atribuye a la actividad; la necesidad o el gusto por el logro o rendimiento; el costo personal, que es el sufrimiento asociado a la realización de la actividad. Definidas de esta manera, las tres primeras dimensiones contribuyen a dotar a la actividad de un valor positivo, en tanto que el costo contribuye a una devaluación de la misma. Cuanto mayor es el interés, el valor utilitario y la necesidad de logro, y menor el costo asociado, mayor será el valor global atribuido a la actividad.

El modelo de Eccles es un modelo dinámico. Se asume que las expectativas y los valores influyen sobre el desempeño, el esfuerzo y la perseverancia. Se cree que influyen sobre las expectativas y los valores las creencias específicas de la tarea: creencias sobre habilidades, la dificultad que se percibe de las diferentes tareas, las metas y el bagaje y la memoria afectiva del individuo. Estas variables sociocognitivas están influenciadas, a su vez, por la percepción del individuo de sus experiencias previas propias y por la socialización. De esta manera, las elecciones y decisiones del alumnado en relación a sus estudios (qué estudiar) van a estar pautadas por sus expectativas de éxito y la percepción sobre su propia capacidad, el valor que una u otra actividad representa para ellos y los esquemas personales basados en la cultura (género, clase social, grupos étnicos o religiosos).

La Teoría de la autodeterminación

La motivación intrínseca o autorregulada supone hacer algo por el propio interés en la actividad, que es un fin en sí misma, no un medio para otras metas. El interés se centra en lo novedoso o revelador de la tarea. Son actividades que se llevan a cabo en ausencia de contingencia externa aparente, sin ninguna recompensa que la regule claramente.

La motivación extrínseca implica realizar una acción cuya finalidad o meta tiene que ver con la contingencia externa, con una promesa de un beneficio tangible y exterior. Ryan y Deci (2000) desarrollaron una línea de investigación basada en la distinción entre la motivación intrínseca y la extrínseca. Esta línea recibe el nombre de Teoría de la autodeterminación. Consideran que la motivación intrínseca es un sistema motivacional independiente de los demás, que conlleva un tipo concreto de anticipación de metas y un conjunto de creencias y actitudes. Cuando una acción se

encuentra regulada intrínsecamente, ésta se fundamenta principalmente de tres sentimientos y características: de autodeterminación (supone tener la sensación de que el control de las acciones depende de uno mismo); de competencia (es sentirse capaz de realizar una actividad, creerse con las habilidades necesarias, lo básico para buscar superar retos asumibles); viene acompañado de sentimientos agradables y placenteros relacionados con la satisfacción de hacer algo propio y familiar.

La autodeterminación es la sensación personal de que uno es responsable de sus acciones, que las inicia y las controla. Se considera a la autonomía o autodeterminación como el componente fundamental de la motivación intrínseca, el organizador fundamental que determina la fuerza, energía y vigor de una acción humana. Este sentimiento surge de la posibilidad real de elegir y de que estas elecciones determinan nuestras acciones (Huertas, 1997).

Con respecto a la motivación extrínseca, la Teoría de la autodeterminación postula que pueden existir diferentes tipos, con grados de autodeterminación variable. El sujeto extrínsecamente motivado puede tener sentimientos de resentimiento o desinterés al ejecutar la tarea, pero también puede adoptar actitudes que reflejan cierto grado de aceptación y valor de la tarea.

Las conductas motivadas extrínsecamente no siempre están sujetas a controles puramente externos y que puedan variar en su grado de autonomía mediante procesos de internalización. Cuanto más se internalizan las razones de las acciones, éstas se vuelven más autodeterminadas.

Así, la motivación extrínseca se clasifica en cuatro categorías: externa (la acción menos autónoma, dedicada a satisfacer demandas externas); introyectada (existe aprobación de la tarea por parte de uno mismo o de los demás); identificada (el sujeto se identifica con la importancia o utilidad de la tarea); integrada (es la más autónoma de todas, el valor que el individuo adjudica a la tarea está en congruencia con sus propios valores y necesidades). Esta última categoría presenta rasgos de la motivación intrínseca, pero sigue siendo una forma de motivación extrínseca pues la acción es un camino para obtener un resultado separado de la misma.

El papel fundamental que cumple la regulación interna en la motivación del sujeto posee una amplia evidencia empírica. Se encontró que los sujetos que conseguían desarrollar en su labor una mayor autonomía y control se divertían más en la escuela y eran más optimistas y eficaces en sus tareas académicas (Ryan y Cornell, 1989).

En la Tabla 1 se resumen las principales similitudes y diferencias entre la Teoría de la expectativa-valor y la Teoría de la autodeterminación de acuerdo a Savolainen (2018).

Tabla 1

Similitudes y diferencias entre la Teoría de la expectativa-valor y la Teoría de la autodeterminación.

	Teoría de la expectativa-valor	Teoría de la autodeterminación
Similitudes	Se asume que la cognición humana ejerce un fuerte control motivacional. Se presta especial atención al significado de los factores intrínsecos: 1. Teoría de la autodeterminación: la motivación intrínseca tiende a generar compromisos más duraderos cuando es mediada por la acción. 2. Teoría de la expectativa-valor: el disfrute intrínseco es el principal constituyente de la motivación humana.	
Diferencias	1. Mayor énfasis en los juicios individuales que realiza cada persona sobre las expectativas de éxito al emprender una acción: la búsqueda de información es “empujada” por las expectativas de éxito. 2. No presta atención a los factores que explican por qué las personas no se involucran en determinadas acciones. 3. Abordaje más dinámico de las interacciones de los factores que constituyen la motivación, debido a los bucles de retroalimentación representados en el modelo de Eccles y Wigfield (2000).	1. Mayor énfasis en las necesidades universales como fuentes relativamente estables de la motivación humana: la búsqueda de información es “empujada” por las necesidades internalizadas en la personalidad. 2. El constructo Amotivación como contraposición a los tipos de motivación que son positivos (por ejemplo, motivación intrínseca y extrínseca). 3. Menor atención a la interacción entre los constituyentes (tipos) de la motivación.

Como se puede apreciar la motivación es un factor clave para el desarrollo vocacional del alumnado. En particular la motivación intrínseca juega un papel relevante pues está vinculada con el interés, por eso es importante que desde las actividades de aula se propongan actividades que lo promuevan.

A continuación se presenta un marco de referencia sobre el papel que juega el/la docente en el desarrollo del interés para que eso repercuta favorablemente en las vocaciones científicas del alumnado. El rol docente integra el modelo, con varias vías de incidencia en las vocaciones científicas.

2.5 El rol docente en las vocaciones científicas

Vázquez y Manassero (2009) brindan estrategias específicas sobre cómo enfocar el trabajo para el desarrollo de vocaciones auténticas en ciencia y tecnología: el trabajo de aula debe contemplar decididamente la educación del ámbito afectivo (actitudes, motivación, interés, etc.), en contra de las metodologías tradicionales que excluyen este ámbito porque se centran en los contenidos cognitivos. Este estudio ofrece también orientaciones específicas sobre las metas de esta educación actitudinal, a través de la relación significativa de la vocación científica y tecnológica con variables actitudinales concretas. El predictor más importante y destacado es el aprecio de la ciencia escolar que marca un objetivo claro para el profesorado: hacer que la ciencia escolar guste a las y los estudiantes.

La investigación de Lupión-Cobos et al. (2019) sugiere que los enfoques de metodologías activas en la enseñanza de la ciencia (como los que ofrecen las experiencias PIISA-Science IES) facilitan las relaciones entre la enseñanza del contenido científico y la implicación en los procesos de investigación escolar y de indagación. El proyecto PIISA-Science IES (Pérez-Cáceres, 2014) es una propuesta de innovación dirigida a docentes de secundaria que quieran acercar el quehacer investigador al alumnado mediante la realización de trabajos por proyectos, que incentivan su iniciación en la indagación e investigación científica y que se desarrollan en el marco de investigaciones reales de centros universitarios y de otros organismos. Los proyectos se realizan como actividades complementarias a las curriculares y se acude, en varias oportunidades dentro del horario lectivo, a las instalaciones de estas instituciones, donde se establecen redes de intercambio educativo entre el alumnado, el cuerpo docente y las científicas y los científicos. Estas redes favorecen la

participación del alumnado en prácticas científicas y se proyectan en el plan de estudios del centro educativo, entrelazándose enseñanza, aprendizaje e indagación/investigación científica.

Los resultados afirman que estas experiencias contribuyen a promover logros en el aprendizaje en las áreas STEM, favoreciendo la formación científica y técnica del alumnado. Estas vivencias los llevan a interiorizar la utilidad de la ciencia y a aplicarla a contextos relevantes en los que se establecen habilidades y capacidades que se hacen evidentes en sus producciones escolares como por ejemplo: hacer uso del conocimiento científico y mostrar comprensión del mismo aplicando ideas científicas, información o conceptos apropiados, no dados, a una situación presentada; reconocer preguntas que pueden ser científicamente investigadas y darse cuenta de qué implican estas investigaciones; dar sentido a los datos científicos como pruebas para establecer afirmaciones o conclusiones y comunicar a otros, descripciones, argumentaciones o explicaciones científicas (Lupi3n-Cobos et al., 2019). Asimismo, los autores sostienen que estas experiencias pueden contribuir a la integraci3n de las disciplinas STEM ayudando a romper las creencias que tienen las y los docentes al considerar que no es posible alcanzar los objetivos curriculares siguiendo pr3cticas científicas e ingenieriles. Esto implica utilizar el enfoque indagativo y realizar pr3cticas científicas en la enseanza de la ciencia no solamente como metodolog3a de enseanza, sino tambi3n como objetivo de aprendizaje en aras de contribuir al objetivo estrat3gico de promover vocaciones científicas, en la apuesta para construir una s3lida sociedad del conocimiento.

Por otro lado, los resultados de un estudio, realizado en la ciudad de Buenos Aires, permiten afirmar que el o la docente de ciencia en los diferentes niveles de enseanza tiene el papel de mayor relevancia en la decisi3n sobre la vocaci3n científica, significativamente m3s importante que el entorno familiar, las actividades de divulgaci3n científica, la figura modelo o alg3n hito cient3fico (Stekolschik et al., 2007).

Se observa que el cuerpo docente tiene, a la luz de estos estudios, posibilidades de incidir en el desarrollo de las vocaciones científicas del alumnado a trav3s del modelo de enseanza que adopte. A continuaci3n se hace un breve recorrido por diferentes modelos.

2.5.1 Modelos de enseñanza

Furman y de Podestá (2021) plantean tres modelos para la enseñanza de las ciencias naturales. Estos modelos son el transmisivo, por descubrimiento espontáneo y por indagación. Las características de los modelos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Modelos de enseñanza

	Modelo transmisivo	Modelo por descubrimiento	Modelo por indagación
Visión sobre el conocimiento científico	Es un conocimiento acabado, objetivo, absoluto y verdadero.	Se encuentra en la realidad, existe una verdad afuera que se revela a quien la estudia.	Las ideas científicas son construcciones humanas que buscan explicar el funcionamiento del mundo natural de manera coherente con la realidad empírica y están sujetas a cambios.
Visión sobre la metodología de la ciencia	Es una serie lineal de pasos que los científicos aplican para conocer la realidad.	Se basa en la interacción directa con la realidad, a partir de la cual, se accede al conocimiento.	La ciencia es una actividad colectiva que tiene una metodología particular basada en la exploración sistemática, la búsqueda de evidencias y la formulación de teorías.
Rol docente	Es la autoridad de la clase y quien posee el saber. Transmite conceptos de manera activa.	Es quien genera las condiciones para que el alumno interactúe con fenómenos, esperando que descubra en dicha interacción las leyes que explican el funcionamiento del mundo.	Diseña cuidadosamente actividades que guían a los alumnos a construir conceptos y competencias científicas. Durante su intervención, se guía por un plan preestablecido que va adaptando a la dinámica del aula.

Rol del alumno	Es un consumidor de conocimientos. Debe atender, captar y recordar los conceptos que recibe del docente.	El generador de conocimiento sin ayuda.	Participa de manera activa en las experiencias organizadas por el docente, construyendo conceptos y herramientas de pensamiento científico bajo su guía.
----------------	---	---	--

Como se puede observar el modelo transmisivo asume que aprender es una actividad pasiva que involucra apropiarse formalmente del conocimiento. El modelo de aprendizaje por descubrimiento surge con el auge de las ideas constructivistas, como reacción al modelo de enseñanza tradicional (transmisivo). Este modelo propone incluir en las clases de ciencias dinámicas de interacción con la realidad, a través de las cuales se espera que surja el aprendizaje de conceptos y de competencias científicas. Sin embargo, la llegada al aula de este modelo trajo dos problemas (Furman y de Podestá, 2021). Por un lado, en algunas ocasiones se posicionó como una modalidad activista donde lo importante pasaba a ser que las alumnas y los alumnos interactuaran con la realidad por sobre cualquier otro aspecto, sin importar en qué condiciones sucedía. Investigaciones sobre las respuestas del alumnado en este tipo de clases y sobre algunos programas basados en esta metodología (Mayer, 2004) pusieron en evidencia que el simple contacto con los fenómenos no alcanza para aprender ciencia y que hay que hacer algo más. El segundo problema está asociado con el rol del alumnado en este tipo de clases. Se asume que no pasa por lo intelectual y que es un mero hacer físico (Furman y de Podestá, 2021).

De acuerdo a las autoras, la enseñanza por indagación surge como una reacción frente al modelo de enseñanza tradicional (transmisivo) y se distancia de los resultados de aplicación del modelo de aprendizaje por descubrimiento. Propone que el alumnado construye conceptos y estrategias de pensamiento científico a partir de la exploración sistemática de fenómenos naturales, el trabajo con problemas y el análisis crítico de experiencias históricas y de otras fuentes de información. Esta manera de construir el conocimiento guarda ciertas analogías con el quehacer científico y el proceso se realiza con la guía cercana del docente.

En las últimas décadas ha surgido un nuevo enfoque para la enseñanza de la ciencia: el enfoque STEM. El Aprendizaje Basado en la Indagación es una de las estrategias didácticas que sustentan la educación STEM (OEA, 2015). En la siguiente sección se aborda este enfoque, que algunos autores lo asumen como una metodología activa de enseñanza (Santillán-Aguirre et al., 2020).

2.5.2 El enfoque STEM

Una metodología de enseñanza se define como activa cuando la alumna o el alumno es el protagonista de su propio aprendizaje mientras que la o el docente asume el rol de facilitador de este proceso. Las tareas que se proponen incluyen consignas individuales y grupales que desarrollan competencias tales como la reflexión crítica y el pensamiento creativo y una comunicación efectiva en el proceso de aprendizaje, a través de la experimentación, con el objetivo de aprender significativamente (Serna y Díaz, 2013). Algunas de las estrategias didácticas que se ponen en práctica en este enfoque (además del Aprendizaje Basado en la Indagación) son el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje Basado en Problemas y la Gamificación.

El Aprendizaje Basado en Proyectos supone que el alumnado se involucre de manera directa y activa en el aprendizaje ya que ellos mismos son los propios investigadores y generadores de las posibles respuestas y soluciones a algunas preguntas o problemas presentados. Actualmente este enfoque promueve ambientes de aprendizaje colaborativos, donde se aprecia una manera de enseñar y aprender innovadora y atractiva para el alumnado (Villacís et al., 2022).

El Aprendizaje Basado en Problemas es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que se inicia con un problema real o realístico, en la que un equipo de estudiantes se reúne para buscarle solución. El problema debe plantear un conflicto cognitivo, debe ser retador, interesante y motivador para que el alumnado se sienta atraído a buscar la solución (Morales y Landa, 2004). De acuerdo a García y Pérez (2018) si bien el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas son estrategias bastante similares, el Aprendizaje Basado en Proyectos conlleva más tiempo de aplicación.

La Gamificación o Aprendizaje Basado en el Juego consiste en el empleo o identificación de elementos característicos del juego que permitan transformar una actividad desarrollada en un entorno no lúdico en una experiencia agradable que

potencie la motivación, la concentración, la transmisión de conocimiento y la creación de un vínculo significativo con las y los estudiantes (Ortegón, 2016). La Gamificación está inspirada en la mecánica de los juegos, es decir, se aplican las características que hacen que un juego capte la atención de las personas, pero en el diseño de ambientes de aprendizaje (GradeCraft, 2015).

Además de los modelos y los enfoques didácticos que se implementan en el aula es importante reflexionar en torno a las percepciones que tienen las y los docentes acerca de la ciencia y la tecnología. De acuerdo a Gil Pérez et al. (2005) es necesario superar las visiones deformadas como requisito esencial para la renovación de la educación científica. En la siguiente sección se presenta un resumen de esas visiones.

2.5.3 Visiones que tienen y transmiten las y los docentes de la ciencia y de la actividad científica

Gil Pérez et al. (2005) realizan una síntesis de las posibles visiones deformadas de la ciencia y de la tecnología, las que surgen del trabajo con diferentes equipos docentes. Las visiones son las siguientes:

- Una visión descontextualizada. En particular, asociada a la falta de clarificación entre ciencia y tecnología e ignorando las complejas relaciones ciencia-tecnología-sociedad-ambiente. Esta visión transmite que la ciencia es socialmente neutra, dejando de lado los impactos que genera.
- Una concepción individualista y elitista. Los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo y de los intercambios entre equipos. En específico, se acepta que los resultados obtenidos por un solo científico o equipo son suficientes para verificar o falsar una hipótesis o toda una teoría.
- Una concepción empiro-inductivista y ateórica. Esta concepción defiende el papel de la observación y de la experimentación neutras, dejando de lado el rol que tienen las hipótesis como focalizadoras de la investigación y de las teorías que orientan el proceso.
- Una visión rígida, algorítmica, infalible. Refiere a la visión que las y los docentes tienen del método científico, entendido como una secuencia de etapas definidas en

las que las observaciones y los experimentos rigurosos tienen un papel preponderante. Esto último contribuye a la exactitud y la objetividad de los resultados obtenidos.

- Una visión aproblemática y ahistórica (ergo acabada y dogmática). Esta concepción está vinculada con la transmisión de conocimientos ya elaborados, lo que conduce a ignorar cuáles son los problemas que se pretendían resolver, cuál fue la evolución de dichos conocimientos y qué dificultades se encontraron, entre otros.

- Una visión exclusivamente analítica. Esta visión está asociada a una errónea apreciación del papel que cumple el análisis en el proceso científico.

- Una visión acumulativa, de crecimiento lineal. Refiere a una interpretación simplista de la evolución de los conocimientos científicos a lo largo del tiempo, lo que contribuye a presentar las teorías aceptadas sin mostrar el proceso de establecimiento, ni las confrontaciones entre otras teorías o los procesos de cambio que hacen a las revoluciones científicas.

Los autores entienden que estas siete grandes deformaciones conforman un esquema conceptual relativamente integrado. Es decir, aparecen asociadas entre sí como expresión de una imagen ingenua de la ciencia, que se ha ido instaurando y aceptando en la sociedad. En el ámbito educativo, transmitir una visión distorsionada y empobrecida de la naturaleza de la ciencia y de la construcción del conocimiento científico incide tanto por acción como por omisión, de acuerdo a los autores. Por último, sostienen que numerosas investigaciones confirman la extensión de esta imagen distorsionada y empobrecida de la ciencia y la tecnología y de la necesidad de superarla para fomentar el interés de las y los estudiantes.

2.5.4 Competencias y aprendizaje

Otros de los componentes a considerar en el aula, en relación a la enseñanza de la ciencia, son las competencias y el aprendizaje. Se describe a continuación una síntesis del marco de referencia consultado para esta investigación. En este marco se presentan varias competencias de relevancia para la educación científica, así como también se exponen diversas facetas del proceso de enseñanza-aprendizaje. El recorrido incluye un pasaje por la clasificación de los contenidos de enseñanza, el rendimiento y una revisión de las características de la etapa cognitiva en la que se

encuentra el alumnado participante de esta investigación, de Asimismo, se presenta una evaluación sobre la situación de la formación en ciencias en Uruguay.

Concepto de competencia

El término competencia es de carácter polisémico y, a nivel nacional e internacional, su uso y aplicación depende de la manera en que se le conceptualiza, (en los distintos ámbitos, como por ejemplo el profesional, laboral y educativo, entre otros). De manera específica en la educación, su uso varía en función del enfoque desde el cual se aborda para su desarrollo, como parte de un currículo escolar (Andrade y Hernández, 2010). Los autores agregan que cada competencia se basa en una combinación de aptitudes cognitivas y prácticas de orden diverso (mental, material, discursivo, decisional, etc.), que se ponen en funcionamiento conjuntamente para la realización eficaz de una acción. En las competencias, conocimientos, motivaciones, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y culturales se aúnan de forma significativa para producir resultados. Así, una competencia es un tipo de conocimiento complejo que siempre se ejerce en el seno de un contexto que le da sentido. Asimismo, afirman que es distinto hablar de una competencia en educación (en su sentido general), que de una competencia profesional o una de tipo laboral, porque las finalidades y contextos en que éstas se desarrollan son distintos; no es igual referirse a estudiantes de educación básica o media superior, que a profesionales o trabajadores de una empresa o industria. Los fines que las personas persiguen y los contextos (escenarios) en donde se desarrollan son diferentes, por lo cual afirmamos que el concepto de competencia tiene variaciones que dependen del ámbito en donde ésta se ubica. La polisemia del término competencia, los distintos enfoques a partir de los cuales se conceptualiza y el momento histórico por el cual transita dicho concepto lleva a la necesidad de tener claridad, para no caer en confusiones que llevarían a tomar diferentes enfoques, escuelas o visiones de la competencia sin percatarse de las diferencias que tienen con relación a los marcos referenciales y contextuales de donde surgen.

A los efectos de este estudio, se adopta la definición de competencia de Mario De Miguel dado su carácter dinámico y constructivo. Para este autor una competencia es la capacidad que tiene el/la estudiante para afrontar con garantías situaciones problemáticas en un contexto académico; no obstante, no estamos hablando de unos

atributos personales estáticos sino dinámicos, ya que el crecimiento de un/a estudiante en una competencia dada es un proceso de naturaleza continua, debido a las exigencias introducidas por el contexto (De Miguel, 2005).

El pensamiento científico

Quintanilla (2014) entiende que la competencia de pensamiento científico es la capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que nos plantea una actividad científica o una tarea cualquiera en el contexto del ejercicio de la ciudadanía. Implica dimensiones tanto de tipo cognitivo como no cognitivo. La competencia de pensamiento científico involucra la formulación y la contrastación de hipótesis; la explicación y la argumentación científica; el uso del pensamiento analógico (a través de modelos analógicos, análogos concretos, epítomes, símiles y metáforas); los diferentes modos de inferencia; y la narrativa. Según el autor habría que poner foco en la generación, entre las y los estudiantes, de competencias de orden superior, a las que se les podría llamar competencias cognitivo lingüísticas, puesto que demandan la activación de habilidades de pensamiento complejas y la producción de textos de alto nivel de elaboración. La meta es, a través de la educación científica, lograr que niñas, niños, adolescentes y jóvenes sean capaces de dar sentido a su intervención activa en el mundo, de tomar decisiones fundamentadas y de establecer juicios de valor robustos poniendo en marcha, de forma autónoma y crítica, esas competencias cognitivo-lingüísticas para dar coherencia a su pensamiento, su discurso y su acción sobre el mundo natural.

La cultura científica

La importancia cada vez mayor de la ciencia y la tecnología en la economía, la administración pública e incluso en la experiencia personal, como resultado del intenso desarrollo científico-tecnológico contemporáneo, ha hecho que la preocupación por la cultura científica y tecnológica alcance en nuestros días una gran relevancia política y social. Asimismo, la necesidad de promover una cultura de ciencia socialmente apropiable y de hacerla accesible a las ciudadanas y a los ciudadanos ha creado nuevos desafíos en la sociedad del conocimiento (López Cerezo y Cámara Hurtado 2005). Organismos y Programas nacionales e

internacionales, como por ejemplo la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), destacan la importancia de que la población adulta sea capaz de entender y de participar en la formulación y ejecución de políticas científicas y tecnológicas.

En una concepción reducida de cultura científica, se pretende que las ciudadanas y los ciudadanos puedan comprender mínimamente los principales resultados de la ciencia y la tecnología y también del llamado método científico. Sin embargo, en una concepción amplia, la cultura científica hace referencia al grado de implantación de la ciencia en la cultura. Es el conocimiento de las potencialidades de la ciencia y de sus incertidumbres, de sus riesgos y de las interrogantes éticas que plantea. En este marco, no puede considerarse científicamente culto a un individuo cuyas competencias al respecto se limiten a responder correctamente a un listado de preguntas de la ciencia escolar (López Cerezo y Cámara Hurtado, 2005). Una cultura científica de calidad es una cultura crítica y responsable. Es conciencia acerca del uso político de la ciencia en la arena pública, de su carácter de ciencia reguladora en la gestión, aunque también en la necesidad de la información científica para disponer de los mejores elementos de juicio. Pero también, y no menos importante, es ser capaz de hacer uso de esa información al tomar decisiones de compra en el supermercado o en la exposición a una tecnología médica, como consumidor/a, como empresario/a o como trabajador/a (Wynne, 1995).

La principal actividad de alfabetización científica (entendimiento o conocimiento público de la ciencia o cultura científica) es la educación formal y la divulgación en sus diferentes formatos (Miller et al., 1998). Es decir que las aulas son espacios muy propicios para introducir a las y los estudiantes en estos conocimientos y desarrollar las competencias necesarias para que puedan reflexionar críticamente y emitir juicios fundamentados.

El aprendizaje significativo

La distinción entre aprendizaje significativo y aprendizaje repetitivo (Ausubel et al., 1968) concierne al vínculo entre el nuevo material de aprendizaje y los conocimientos previos del estudiante: si el nuevo material de aprendizaje se relaciona de forma sustantiva y no arbitraria con lo que el/la estudiante ya sabe y es asimilado a su estructura cognoscitiva, estamos en presencia de un aprendizaje significativo; si, por

el contrario, el/la estudiante se limita a memorizarlo sin establecer relaciones con sus conocimientos previos, estamos en presencia de un aprendizaje repetitivo, memorístico o mecánico (Call, 1997).

La Teoría del Aprendizaje Significativo surgió a partir del interés de Ausubel por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje, que se pueden relacionar con formas efectivas y eficaces de provocar de manera deliberada cambios cognitivos estables, susceptibles de dotar de significado individual y social a la nueva información (Ausubel, 1976). Dado que lo que se quiere conseguir es que los aprendizajes que se producen en la escuela sean significativos, Ausubel entiende que una teoría del aprendizaje escolar que sea realista y científicamente viable debe ocuparse del carácter complejo y significativo que tiene el aprendizaje verbal y simbólico. Asimismo, y con objeto de lograr ese significado, se debe prestar atención a todos y cada uno de los elementos y factores que le afectan y que pueden ser manipulados para tal fin.

En esta teoría el aprendizaje significativo es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento con la estructura cognitiva del que aprende. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje. La presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado a ese nuevo contenido en interacción con el mismo. Pero no se trata de una simple unión, sino que en este proceso los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación de los subsumidores de su estructura cognitiva, que resultan así progresivamente más diferenciados, elaborados y estables.

El aprendizaje significativo se puede promover a través de metodologías de enseñanza inductivas (Prieto et al., 2014). De acuerdo a los autores el proceso de aprendizaje independiente por parte del alumnado (aunque convenientemente observado y guiado por su profesor/a) favorece en las y los educandos el desarrollo de competencias para el análisis de situaciones, la autoevaluación de necesidades, la investigación autónoma, el trabajo en equipo y la comunicación.

El aprendizaje memorístico

El aprendizaje memorístico (mecánico o repetitivo) se produce cuando la tarea del aprendizaje consta de asociaciones arbitrarias. Supone una memorización de los datos, hechos o conceptos con escasa o nula relación entre ellos (Román y Díez, 2000). A partir de esta definición, Osses y Jaramillo (2008) entienden que se pueden distinguir dos situaciones de aprendizaje memorístico, que son las siguientes:

1) Aprendizaje repetitivo-memorístico por descubrimiento guiado. En este caso, la profesora o el profesor se limita a orientar y enseñar estrategias y técnicas, descuidando los conceptos y sus marcos de referencia. Se supone que el alumnado aprende a aprender porque sabe utilizar de manera adecuada técnicas activas. La mediación del docente es metodológica, pero no conceptual. Supone una mera aplicación de fórmulas (técnicas metodológicas) para resolver problemas de la vida o del conocimiento.

2) Aprendizaje repetitivo-memorístico por descubrimiento autónomo. Esta situación es similar a la anterior pero el alumnado como investigador elabora trabajos monográficos sistematizando lo que observa o estudia, sin detenerse a conceptualizarlo ni enmarcarlo en lo que ya sabe. Carece de un marco conceptual y reflexivo de su actividad.

Para Ausubel (2002), el aprendizaje memorístico o mecánico es un continuum del aprendizaje significativo y puede ser importante en ciertas etapas del conocimiento, para desarrollar algunas potencialidades intelectuales. Sin embargo, es un aprendizaje que carece de subsunsores apropiados que puedan relacionar la nueva información a la estructura cognitiva, es decir es almacenada arbitrariamente y no hay una interacción con los conocimientos preexistentes. Un ejemplo es la memorización de las fórmulas físicas o matemáticas, las cuales se aprenden literalmente por simple asociación.

En síntesis, ambos aprendizajes (el memorístico y significativo) son continuos y construyen una red de conocimientos sólidos y coherentes a largo plazo.

En relación al aprendizaje, es de relevancia tener en cuenta el vínculo aprendizaje-desarrollo. Es por esto último que se aborda en la sección siguiente la teoría de Vygotsky.

El trabajo colaborativo

La Zona de Desarrollo Próximo, ZDP, (Vygotsky, 1979) es la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por la capacidad de resolver un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otra/o compañera/o más capaz. El nivel real de desarrollo define las funciones que ya han madurado y caracteriza el desarrollo mental retrospectivamente. La ZDP define aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se encuentran en proceso de maduración, en este sentido se caracteriza el desarrollo mental prospectivamente (Carrera y Mazzearella, 2001).

La relación que establece Vygotsky entre aprendizaje y desarrollo se fundamenta en la Ley Genética General, donde se establece que toda función en el desarrollo cultural de la niña o del niño aparece dos veces, o en dos planos. Primero aparece en el plano social y luego en el plano psicológico. Se hace presente entre la gente como una categoría interpsicológica y luego, dentro de la alumna o del alumno, como una categoría intrapsicológica (Werstch, 1988). En este sentido, Vygotsky entiende que el aprendizaje estimula y activa una variedad de procesos mentales que afloran en el marco de la interacción con otras personas y que ocurre en diversos contextos y es siempre mediada por el lenguaje. Esos procesos, que en cierta medida reproducen formas de interacción social, son internalizados en el proceso de aprendizaje social hasta convertirse en modos de autorregulación.

El trabajo colaborativo se fundamenta en la teoría de Vygotsky: el aprendizaje despierta una variedad de procesos de desarrollo que son capaces de operar solamente cuando las alumnas y los alumnos se relacionan con otras personas y en colaboración con sus compañeras y compañeros (Vygotsky, 1979). El aprendizaje es más bien una experiencia compartida que una experiencia individual.

Un enfoque de aprendizaje en equipo utilizado ampliamente y con éxito en la educación STEM es el aprendizaje cooperativo. Según el modelo desarrollado por David Johnson y Roger Johnson de la Universidad de Minnesota (Millis y Cottell, 1998) el aprendizaje colaborativo implica que las y los estudiantes trabajen en equipo, con cinco condiciones:

1. Interdependencia positiva. Los miembros del equipo deben confiar el uno en el otro.

2. Responsabilidad individual. Todas y todos los estudiantes en un equipo son responsables de hacer su parte del trabajo y de dominar los temas asociados a las consignas.

3. Promoción de la interacción. Aunque parte del trabajo asignado puede ser realizado de forma individual, otra parte puede realizarse en interacción con el resto de los miembros del equipo. En la interacción, los miembros se retroalimentan con comentarios, debaten estrategias de solución y extraen conclusiones. Y, lo más importante, se motivan los unos a los otros.

4. Desarrollo de habilidades para trabajar en equipo. Las y los estudiantes son asistidos en el desarrollo de las habilidades necesarias para el trabajo en equipo: comunicación, liderazgo, toma de decisiones, tiempo de gestión y resolución de conflictos.

5. Autoevaluación periódica del funcionamiento del equipo. Las alumnas y los alumnos formulan objetivos y evalúan periódicamente el progreso hacia su cumplimiento. Identifican qué están haciendo bien y en qué aspectos deben mejorar. Deciden los cambios que harán para funcionar más efectivamente en el futuro.

En cuanto al aprendizaje, el rendimiento y los contenidos de enseñanza se revisa un marco teórico de referencia que establece relaciones entre estos conceptos.

Los contenidos de enseñanza

Coll et al. (1992) entienden que el aprendizaje escolar no puede restringirse de ninguna manera a la adquisición de bases de datos y plantean que los contenidos que se enseñan en los currículos de todos los niveles educativos pueden agruparse en tres áreas básicas: conocimiento declarativo, procedimental y actitudinal y que a través de estos contenidos se podrían fomentar los aprendizajes significativos.

El Saber qué o Conocimiento declarativo ha sido una de las áreas de contenido más privilegiadas dentro de los currículos escolares de todos los niveles educativos. Sin lugar a dudas, este tipo de saber es imprescindible en todas las asignaturas o cuerpos de conocimiento disciplinar, porque constituye el entramado fundamental sobre el que éstas se estructuran. Como una primera aproximación, podemos definir el Saber qué como aquella competencia referida al conocimiento de datos, hechos, conceptos y principios. Se lo conoce también como Conocimiento declarativo porque es un saber

que se dice, que se declara o que se conforma por medio del lenguaje (Coll et al.,1992).

De acuerdo con Pozo y Gómez (1998), el Conocimiento declarativo se clasifica en Conocimiento factual y Conocimiento conceptual. El primero se refiere a datos y hechos que proporcionan información verbal y que las alumnas y los alumnos deben aprender en forma literal o al pie de la letra. Algunos ejemplos de este tipo de conocimiento son los siguientes: el nombre de las capitales de los distintos países, la fórmula química del ácido sulfúrico, los nombres de las distintas etapas históricas del país, los títulos de las novelas representativas, etc. El segundo es más complejo que el primero y se construye a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones, los cuales no tienen que ser aprendidos en forma literal, sino abstrayendo su significado esencial o identificando las características definitorias y las reglas que lo componen, como, por ejemplo, la ley de la gravedad o la ley de las proporciones definidas.

Los mecanismos que ocurren para los aprendizajes de hechos y de conceptos son cualitativamente diferentes. El aprendizaje factual se logra por una asimilación literal sin comprensión de la información, bajo una lógica reproductiva o memorística y donde poco importan los conocimientos previos del alumnado relativos a la información a aprender; mientras que en el caso del aprendizaje conceptual ocurre una asimilación sobre el significado de la información nueva, se comprende lo que se está aprendiendo, para lo cual es imprescindible el uso de los conocimientos previos pertinentes que posee la alumna o el alumno.

El Saber hacer o Saber procedimental es aquel conocimiento que se refiere a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos, etc. A diferencia del Saber qué, que es de tipo declarativo y teórico, el Saber procedimental es de tipo práctico, porque está basado en la realización de varias acciones u operaciones. Los procedimientos (nombre genérico que se utiliza para englobar a los distintos tipos de habilidades y destrezas mencionadas, aunque con sus eventuales diferencias) pueden ser definidos como un conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia la consecución de una meta determinada (Coll et al., 1992). En tal sentido, algunos ejemplos de procedimientos pueden ser: la elaboración de resúmenes, ensayos o gráficas estadísticas, el uso de algoritmos u operaciones matemáticas, la elaboración de mapas conceptuales, el uso correcto de algún instrumento como un microscopio, un telescopio, un procesador de textos.

El Contenido actitudinal, el Saber ser, como se mencionó anteriormente está relacionado con las disposiciones de las personas hacia el entorno. Al trabajar con contenidos actitudinales se intenta erradicar las actitudes negativas y los sentimientos de incompetencia de las y los estudiantes hacia algunas asignaturas, como por ejemplo matemática, o en general hacia aquellas situaciones educativas que generan frustración y baja autoestima. Asimismo, se ha tratado de clarificar qué actitudes es necesario fomentar en las alumnas y los alumnos respecto a la ciencia y la tecnología (Díaz – Barriga y Hernández, 2002).

El rendimiento escolar

Existe evidencia de que el rendimiento escolar es una consecuencia de aquello que las y los estudiantes aprenden frente al proceso de aprendizaje, la forma de administrar el conocimiento es lo que determina la calidad del proceso y del producto (Ruiz de Miguel, 2002). Por su parte, González-Pienda (2003) introduce el concepto de condicionantes del rendimiento escolar, definido como el conjunto de variables que inciden en el éxito o fracaso en el ámbito educativo. Estos condicionantes están constituidos por un conjunto de factores acotados operativamente como variables que se pueden agrupar en dos niveles: las de tipo personal y las contextuales (socioambientales, institucionales e instruccionales), las que se describen a continuación.

Las variables personales incluyen aquellas que caracterizan al alumnado como aprendiz: inteligencia, aptitudes, estilos de aprendizaje, conocimientos previos, edad y las variables motivacionales (autoconcepto, metas de aprendizaje, atribuciones causales, entre otros).

Las variables socioambientales se refieren al estatus social, familiar y económico que se dan en un medio lingüístico y cultural específico en el que se desarrolla el individuo. Las variables institucionales se refieren a la escuela como institución educativa e incluyen factores de organización escolar, dirección, formación de las y los profesores, asesores, clima de trabajo percibido por los participantes en la comunidad educativa.

Las variables instruccionales incluyen los contenidos académicos o escolares, los métodos de enseñanza, las prácticas y tareas escolares, las expectativas de los profesores y estudiantes.

González-Pienda (2003) afirma que se puede intervenir instruccionalmente sobre algunas de estas variables para mejorar el rendimiento: entrenando las habilidades, desarrollando estilos de aprendizaje a través de la puesta en práctica de estrategias de aprendizaje efectivas, eligiendo metas de aprendizaje relacionadas fundamentalmente con los procesos y no tanto con los contenidos, aplicando un sistema de atribución causal basado en el esfuerzo personal o favoreciendo el desarrollo de un autoconcepto positivo.

Dado que cada etapa cognitiva tiene características que la definen (y es importante tenerlas en cuenta en el ámbito educativo) se expone, a continuación la etapa en la que se encuentra el alumnado participante de esta investigación.

La etapa de las operaciones formales

La etapa de las operaciones formales comienza a partir de los 12 años aproximadamente y abarca hasta la adultez. Coincide con el inicio de la adolescencia y con la etapa en que las y los jóvenes empiezan a insertarse en el mundo de la adultez (Piaget, 1971).

A medida que las y los jóvenes entran en este periodo, profundizan en la capacidad de pensar de manera abstracta, manipulando ideas en su mente, sin depender de la manipulación concreta de los objetos (Inhelder y Piaget, 1958). Son capaces de realizar cálculos matemáticos, de pensar creativamente e imaginar el resultado de acciones particulares. El razonamiento inferencial es lo que distingue esta etapa de la anterior, más basada en la operativa concreta. Mientras que las operaciones concretas se llevan a cabo en objetos, las operaciones formales se desarrollan a partir de ideas. El pensamiento formal es hipotético-deductivo y supone la capacidad de pensar científicamente a través de la generación de predicciones o hipótesis sobre los diferentes fenómenos que ocurren. La capacidad cognitiva, que brinda herramientas para abordar los problemas de forma sistemática y organizada más que a través del ensayo y error, se desarrolla en esta etapa.

De acuerdo a Piaget (1971) las personas no nacen provistas de nociones y categorías innatas, sino que éstas se van elaborando durante el transcurso del desarrollo. Si bien la herencia constituye la base sobre la que se inicia la construcción cognitiva, cada

persona irá construyendo, en interacción con los objetos y las personas, estructuras que suponen formas de relación y comprensión de la realidad cada vez más potentes. En relación al aprendizaje algunos autores sostienen que es relevante conocer qué variables y factores están asociados, es decir cuáles inciden en los procesos de enseñanza y aprendizaje, cuál es su importancia relativa y cómo podrían ser mejorados (Cornejo Chávez y Redondo Rojo, 2007). Los factores asociados al aprendizaje se dividen en aquellos relacionados con la organización escolar y aquellos vinculados con los procesos instruccionales en los salones de clase (Scheerens, 1999). Entre los factores vinculados con la organización escolar se encuentran: clima organizacional marcado por el sentido de pertenencia a la institución, un buen ambiente laboral y el trabajo en equipo entre docentes; orientación general hacia los aprendizajes, focalización de los mismos y énfasis en las destrezas básicas de las alumnas y los alumnos y en su formación ciudadana y personal; metas compartidas. En cuanto a los procesos instruccionales (Sammons, et al., 1995) mencionan que algunos de los factores son: cantidad, calidad y disponibilidad de materiales educativos; pluralidad y calidad de las estrategias didácticas, con énfasis en aquellas que favorecen un mayor involucramiento por parte de las y los estudiantes; clima de aula marcado por la cercanía afectiva, la resolución de conflictos, la claridad y la comunicación.

En relación a las consignas, según Pogré y Lombard  (2004) las mismas tienen un papel fundamental en el proceso de aprendizaje de las alumnas y de los alumnos porque guían el recorrido que se debe realizar para construir el conocimiento. Es una herramienta que permite al cuerpo docente orientar el proceso cognitivo y desarrollar las estrategias de aprendizaje del alumnado. En relación a las estrategias, la psicología del aprendizaje brinda insumos para diseñarlas y para explicar cómo las y los estudiantes acceden al conocimiento (De la Mora, 1979).

La orientación temporal

Tal como se mencionó en la sección anterior la adolescencia es una etapa con entidad propia caracterizada por formas definidas de pensamiento formal y de desarrollo social (Flavell, 1981). Esta etapa no puede concebirse solamente en términos de momentos en los que se observan cambios y crisis, sino que también puede entenderse como una etapa privilegiada para las definiciones y la toma de decisiones

(Aisenson et al., 2008). En este sentido, la culminación de la enseñanza media constituye un punto de quiebre, que se intensifica por el entorno social que rodea a las y los jóvenes y que tienen la intención de conocer cuáles son los proyectos que han elaborado para el año siguiente (Rascovan, 2012).

Una de las características más representativas del comportamiento humano es la capacidad para percibir el tiempo. Desde hace más de un siglo que los psicólogos afirman que la percepción del tiempo constituye uno de los elementos fundamentales de la cognición, que da sentido a las experiencias vividas, permite autorregular el comportamiento presente y anticipar el futuro (Díaz-Morales, 2006). De acuerdo a Holman y Silver (1998) pueden diferenciarse dos conceptos temporales fundamentales y estrechamente relacionados. En primer lugar, la perspectiva temporal, concebida como un concepto cognitivo-espacial: cognitivo porque está formado por objetos o eventos motivacionales que existen a nivel cognitivo en el funcionamiento de la conducta y, espacial porque tales objetos o eventos motivacionales se ubican cognitivamente a lo largo de un continuo temporal (Nuttin y Lens, 1985). De acuerdo a los autores, una subdimensión de la perspectiva temporal es la extensión temporal, entendida como la distancia cognitiva a la que se sitúan las experiencias vividas y las metas. Ortuño et al. (2017) la presentan como una propiedad de la perspectiva temporal. En segundo lugar, la orientación temporal, que hace referencia a la tendencia diferencial del sujeto a estar centrado en el pasado, presente o futuro (Holman y Silver, 1998).

Uno de los primeros investigadores del estudio de la Perspectiva Temporal Futura (PTF) fue Kurt Lewin quien postuló que la percepción del tiempo representa un elemento imprescindible de la cognición dado que reviste de significación las experiencias que las personas viven a diario, regulando su comportamiento y anticipando su futuro. De acuerdo a este autor el presente de los sujetos se asocia a las experiencias vividas en el pasado, así como también entiende que el presente estará en mayor o menor medida vinculado a aquello que se proyecta en el futuro, a las expectativas y metas que cada sujeto se propone alcanzar. Es decir, lo que los sujetos decidan hacer en el presente se verá asociado a las experiencias ya vividas, así como también al futuro que proyecten (Galarraga y Stover, 2016). Las autoras encontraron que, en diversas investigaciones sobre la PTF en adolescentes (Henson et al., 2006; Omar et al., 2005; Janeiro, 2010) la orientación futura se asocia a aspectos positivos, tales como conductas saludables, mejores logros académicos y

laborales, así como a la elección de carrera y toma de decisiones sobre el futuro, lo cual resulta relevante para esta investigación.

De acuerdo a Zimbardo y Boyd (1999) la dimensión temporal Futuro se asocia a la planificación de acciones acordes a objetivos que uno se propone alcanzar en la vida y que quienes se orientan al futuro piensan en los efectos de sus actos en el futuro, sus objetivos son claros, por lo que toleran el placer y las tensiones que puedan despertar aquello que requieran llevar a cabo en pos de las metas propuestas.

A continuación, y a modo de cierre de esta sección, se presenta una reseña sobre la situación a nivel nacional en cuanto a la formación en ciencias del alumnado de C.B.U. Los datos se extraen del informe de resultados de las pruebas PISA (ANEP, 2022) correspondientes a la edición del año 2018.

Evaluación de la formación en ciencias en Uruguay

Una de las competencias que evalúan las pruebas PISA es la científica. Esta competencia implica la comprensión de conceptos científicos, la capacidad de interpretar datos, de aplicar una perspectiva científica y de pensar basándose en pruebas científicas (ANEP, 2022).

En la edición 2018 de las pruebas participaron 5.263 estudiantes de todo el país. El 66,1% cursaban estudios en la DGES mientras que el resto lo hacía en la DGETP o en instituciones privadas.

El promedio de la OCDE para el área de ciencias fue de 489 puntos. Uruguay obtuvo 425 puntos por lo que se encuentra muy por debajo de la media. En cuanto a los resultados de Latinoamérica, Uruguay se sitúa en segundo lugar, por debajo de Chile. El 56 % del alumnado alcanzó apenas el nivel 2, lo que significa que sus conocimientos en el área de ciencias son básicos. Se observa que 4 de cada 10 estudiantes no llegan al umbral de desempeño y, en cuanto al género, no se evidenciaron brechas en ciencias entre las y los estudiantes participantes.

Al comparar los resultados con los obtenidos en el año 2015 se constata un descenso de 10 puntos, por lo que se puede afirmar que Uruguay empeoró en esa área.

En función de los resultados que se extraen del documento de ANEP (2022) se concluye que la formación del alumnado de enseñanza media básica, en ciencias, no alcanza los estándares esperados. Esta situación motiva la búsqueda de actividades

a implementar en clase que contribuyan a revertirla y que fomenten el interés por la ciencia. Se expone en la siguiente sección una selección de las mismas, la que surge de revisar el trabajo de referentes en el tema. La elección de las actividades se fundamenta en su potencial para favorecer las actitudes positivas hacia la ciencia, las competencias, el aprendizaje y el fomento de las vocaciones científicas.

2.5.5 Actividades que fomentan el interés del alumnado por la ciencia

Los ejercicios experimentales

Una investigación realizada por López y Tamayo (2012), en la que se busca caracterizar las prácticas de laboratorio, muestra que la actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tanto por los conceptos teóricos que pueden aportar a las y los estudiantes como por el desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento. De acuerdo a los autores, la actividad experimental hace mucho más que apoyar las clases teóricas de cualquier área del conocimiento; su papel es importante en cuanto despierta y desarrolla la curiosidad de las y los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas y a explicar y comprender los fenómenos con los cuales interactúan en su cotidianidad. Una clase teórica de ciencias, de la mano de la enseñanza experimental creativa y continua, puede aportar al desarrollo en las y los estudiantes de algunas de las habilidades que exige la construcción del conocimiento científico. Tamayo y Sanmartí (2007) y Tamayo (2009) agregan que, desde el punto de vista del constructivismo, la actividad experimental cumple un papel importante dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, si se dirige de manera consciente e intencionada para lograr que las ideas previas de las y los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y cercanos a los científicos.

Asimismo, existen argumentos a favor de las prácticas de laboratorio en cuanto a su valor para potenciar objetivos relacionados con el conocimiento conceptual, procedimental y con aspectos relacionados con la metodología científica, la promoción de capacidades de razonamiento, concretamente de pensamiento crítico y creativo (Hodson, 2000).

En cuanto al vínculo entre las actividades de laboratorio y el trabajo científico, Gil – Pérez et al., (1999), afirman que tanto las profesoras y los profesores como las y los

estudiantes asocian intuitivamente las prácticas de laboratorio con el trabajo científico, permitiéndoles tener una visión acerca de la ciencia, del conocimiento científico y de sus interacciones con la sociedad.

Los talleres de ciencia

Al igual que las actividades experimentales, los talleres de ciencia permiten la integración de las dimensiones teóricas con las prácticas. Además, poseen otras características, entre las que se encuentran las siguientes: incorporan estímulos integrales a las y los participantes pues no se limitan a lo intelectual; promueven la creatividad; fomentan la construcción de los conocimientos a través de una dinámica de acción-reflexión-acción que permite la validación colectiva; no dependen de la autoridad de los textos o de las y los docentes, sino que se construyen conocimientos a través de una producción activa colectiva (Maya, 1996). En esa misma dirección García-Guerrero et al. (2020) afirman que la interacción integral permite trascender la transmisión lineal y unidireccional de información, dándole voz al público en la construcción de experiencias científicas. El proceso se vuelve realmente pertinente al responder a los intereses, preguntas y preocupaciones de las y los participantes.

Otros autores afirman que, en lo sustancial, un taller es una modalidad pedagógica de aprender haciendo. Los conocimientos se adquieren en una práctica concreta, por eso en el taller la enseñanza, más que algo que el profesorado transmite a las alumnas y a los alumnos, es un aprendizaje que depende de la actividad del alumnado movilizado en la realización de una tarea específica. El cuerpo docente ya no enseña en el sentido tradicional, es un asistente técnico que ayuda a aprender. Las alumnas y los alumnos aprenden haciendo y sus respuestas o soluciones, podrían ser, en algunos casos, más válidas que las del mismo docente (Ander - Egg, 1986).

En suma, los talleres son un medio de divulgación científica que busca dejar atrás la transmisión de información en un solo sentido, por el contrario, busca construir experiencias y conocimientos relevantes para las y los participantes.

Las visitas a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología

Los museos y centros de ciencia tienen un potencial para favorecer el aprendizaje mediante experiencias, interacción social, diversión, interactividad, etcétera, con

recursos que difícilmente se consiguen en la escuela. En estos espacios se puede comprobar la complementariedad de los contextos formal y no formal, característica que puede ayudar a las y los estudiantes a lograr un aprendizaje más eficaz y duradero (Seijo Echevarría, et al., 2010). Son espacios de educación continua, donde se apoya el desarrollo de habilidades requeridas para la resolución de problemas, la creatividad, la inventiva, la innovación, el pensamiento crítico y la toma de decisiones. Asimismo, muestran a las y los docentes otras formas de enseñar ciencia a sus alumnas y alumnos y despiertan vocaciones hacia carreras científicas y técnicas (Patiño, 2013).

Existen evidencias de que factores extraescolares tienen una gran influencia en el desempeño educativo de las y los estudiantes (Feher y Rennie, 2003). Las actividades que se realizan en ambientes no formales de aprendizaje complementan el trabajo de aula haciendo que las y los estudiantes tengan la oportunidad de aprender en un contexto diferente. El aprendizaje no formal se caracteriza por su libre elección y por su falta de estructuración y secuenciación, así como por su carácter abierto, social y no sometido a pruebas formales de evaluación (Guisasola y Morentin 2013).

En los últimos años los museos de ciencia han documentado diferentes experiencias de aprendizaje que ocurren en estos espacios no formales y que evidencian que el aprendizaje es de naturaleza principalmente colaborativa. Las conversaciones que se establecen entre las y los visitantes hacen que se expliciten las ideas que cada persona tiene sobre determinado fenómeno, a la vez que los hace cuestionarse sobre sus ideas previas. La curiosidad es la guía del proceso de aprendizaje y los retos a los que se va enfrentando el visitante hacen que se sostenga en el tiempo y que alimente el deseo de seguir conociendo (Falk y Storksdieck, 2005).

En específico sobre las y los adolescentes y las visitas a centros interactivos de ciencia, un estudio realizado en Espacio Ciencia (Uruguay) encontró evidencia de que la interactividad, las múltiples oportunidades de exploración y colaboración entre las y los adolescentes favorecieron prácticas relacionadas con la ciencia. Entre estas prácticas se encuentra la observación, la simulación, la experimentación por ensayo y error y la discusión de temas científicos con sus amigas y amigos y también con las mediadoras y mediadores. Por eso se puede inferir que la visita al centro interactivo, además de estimular el interés, apoyó el aprendizaje de los adolescentes. Además, el estudio indica que el contexto físico y social, el proceso de vinculación y la

construcción de significados ocurrieron de forma interconectada, contribuyendo a las experiencias de aprendizaje (Massarani et al., 2022).

Las visitas a instituciones educativas de nivel terciario

Una investigación muy reciente, realizada por la Universidad de Arkansas, analizó las visitas a un campus universitario durante el octavo grado de la educación formal de Estados Unidos. A través de un diseño experimental, se estudió si las visitas a la universidad podrían reducir las barreras psicológicas de acceso, si afectan el conocimiento de las y los estudiantes sobre la universidad, cuáles son sus intenciones postsecundarias y su decisión para inscribirse.

Los resultados muestran que existe evidencia científica de que las visitas a campus universitarios podrían mejorar el conocimiento de las y los estudiantes sobre la universidad y sobre las opciones universitarias. Además, se encontró evidencia de que el alumnado que visita el campus tiene más probabilidades de inscribirse en cursos avanzados de matemática y ciencias, durante el grado siguiente (Swanson et al., 2019). Con posterioridad a las visitas, las alumnas y los alumnos mostraron niveles más altos de conocimiento sobre la universidad y se establecieron conversaciones con las y los docentes y el personal de la institución educativa sobre esa casa de estudios. Cabe aclarar que las alumnas y los alumnos que visitaron la universidad lo hicieron en tres sesiones que incluyeron: charlas informativas y recorridos por el campus; talleres sobre cómo prepararse para la universidad y cómo tener éxito en la misma; charlas específicas sobre las diferentes carreras de grado, específicamente sobre las carreras del área de ingeniería; participación en un taller en el que se enfrentaron a diferentes retos al construir objetos, como por ejemplo máquinas simples y de talleres específicos en temas de física, economía y arquitectura, entre otros; actividades recreativas.

Las fichas de trabajo

Alfaro y Chavarría (2003) afirman que existe evidencia para afirmar que las fichas de trabajo o fichas didácticas son un valioso recurso en los procesos de enseñanza-aprendizaje debido a que permiten fortalecer una serie de habilidades en las y los alumnos (el aprender haciendo, la adquisición de un rol dinámico en el proceso de

enseñanza-aprendizaje haciéndolos partícipes de su propio proceso de formación, entre otros) y el desarrollo de contenidos de manera clara y creativa. Asimismo, las fichas didácticas permiten individualizar los aprendizajes en el sentido de que cada alumna y alumno va realizando las consignas (algunas de forma individual y otras en equipo) a su ritmo, solicitando el apoyo del docente para consultar dudas, solicitar información o para corregir el trabajo realizado.

En cuanto a la inclusión de herramientas digitales en las fichas didácticas (como por ejemplo códigos QR), algunos trabajos como los de Lee et al. (2011), Siredicts et al. (2011) y Bonifacio (2012) mencionan que son profundamente eficaces en contextos educativos, específicamente en aquellos en los que el enfoque de enseñanza es tradicional.

El teatro científico en el aula

Una investigación realizada por la Universidad de la Coruña concluye que el teatro científico es un recurso muy valioso, por un lado, para adquirir las competencias curriculares de la asignatura, y, por otra parte, para ligar y poner en práctica conocimientos humanísticos y científicos (Blanco y González, 2015). Los autores sostienen que el teatro es un recurso idóneo para poner en marcha la tarea educativa, ya que favorece la inclusión de cualquier tema o conocimiento, e incluso, el aprendizaje simultáneo de distintos saberes. La creatividad, así como el control de las emociones se han incrementado durante todo el proceso de trabajo, de acuerdo a los resultados del estudio recién mencionado. Por esta razón sería muy acertado desarrollar las posibilidades educativas que puede ofrecer esta vertiente dramática. La presencia del teatro en las aulas de ciencias ha sido escasa, de acuerdo con lo que mencionan los autores de la investigación.

El juego en el aula

En la búsqueda de investigaciones académicas se encontraron pocos artículos relacionados con el juego a la hora de enseñar los contenidos en la escuela media (Verduci, 2019). Es por esto que la autora realizó una investigación en la que analizó las posibles relaciones entre el juego, la experiencia educativa y el aprendizaje en la escuela media. De la investigación se concluye que las y los docentes recurren al

juego como posibilitador de aprendizajes y que el juego impacta sobre la capacidad de las y los sujetos para aprender ya que permite desarrollar la creatividad, la imaginación, así como confiar en sus propias capacidades para vencer desafíos, conocer sus limitaciones y tomar decisiones. Por otra parte, de la misma investigación surge que si bien tanto docentes como estudiantes coincidían en que el juego y la experiencia educativa tienen injerencia en la apropiación del aprendizaje, las y los estudiantes señalaron que en pocos espacios institucionales había lugar para que esto ocurriera.

A los efectos de delimitar qué se entiende por carrera científica se presenta en la sección siguiente una clasificación general de las carreras para posteriormente pasar a describir la concepción adoptada en este estudio.

2.6 La clasificación de las carreras

2.6.1 Teoría de Holland

La teoría RIASEC, por los tipos de personalidad Realista, Investigador, Artístico, Social, Emprendedor y Convencional, es un enfoque teórico que ha sido ampliamente utilizado como marco organizador en la investigación de los intereses vocacionales. En este enfoque los intereses y habilidades de una persona están en congruencia con los factores inherentes a su ambiente (Pérez et al., 2003).

Holland (1973) plantea que todas las personas deben tomar decisiones vocacionales en diferentes momentos de la vida y, de esta misma manera, todos se encuentran en algún momento en la posición de orientadores, con o sin la preparación adecuada. En tal situación, este autor sustenta la creación de su teoría que consiste en un conjunto de reglas y definiciones que pueden emplearse para entender a las personas en sus ambientes, sobre todo a aquellas que tienen diferentes ocupaciones y distintos ambientes de trabajo. Asimismo, estipula como finalidad principal de dicha teoría, explicar la conducta vocacional y plantear ciertos postulados que les ayuden a las personas de diferentes edades y en diferentes momentos de la vida a elegir trabajos, cambiar de ocupaciones y lograr satisfacciones personales (Acosta-Amaya, 2018).

La teoría RIASEC se sustenta en cuatro supuestos que constituyen su núcleo (Holland, 1973):

- 1) Se pueden clasificar a las personas por su semejanza en seis tipos de personalidad: realista, investigador, artístico, social, emprendedor y convencional. Mientras más se parezca una persona a cierto tipo, más probable será que exhiba los rasgos y conductas personales asociados con dicho tipo.
- 2) Se clasifican también los medios en que viven las personas por su similitud con seis ambientes modelos: realista, investigador, artístico, social, emprendedor y convencional.
- 3) La asociación de personas y medios conduce a resultados que se pueden predecir y comprender, entre los cuales está la elección vocacional, la estabilidad y el logro vocacional, la elección y el logro educativo, la capacidad personal, la conducta social y la susceptibilidad a la influencia social.
- 4) El tipo de personalidad es un modelo conforme al cual podemos medir a la persona real (Pérez et al., 2003).

Holland (1973) plantea que las preferencias vocacionales son efectivamente rasgos de la personalidad y reconoce a los estereotipos vocacionales con significados psicológicos y sociológicos confiables e importantes. Los miembros de una vocación tienen personalidades similares e historias parecidas del desarrollo personal y pueden responder a muchas situaciones y problemas de manera parecida, creando así medios interpersonales característicos. La satisfacción, la estabilidad y el logro profesional dependen de la congruencia entre la personalidad del sujeto y el medio en el que se desenvuelve o trabaja.

Dentro del modelo RIASEC, la familia tiene un papel importante pues, según el tipo de personalidad de las madres y de los padres se favorecen ciertas oportunidades ambientales, así como insuficiencias. Por ejemplo, aquellos realistas se ocupan de actividades realistas dentro y fuera del hogar, eligen amistades realistas al mismo tiempo que tienden a pasar por alto, evitar o rechazar actividades y situaciones sociales.

Desde esta teoría se describen las características de los tipos con relación a actividades preferidas, competencias, preferencias vocacionales, objetivos y valores de vida, autocreencias, estilo de resolución de problemas y rasgos de personalidad. De igual forma, sugiere que el ambiente posee unas características diferenciales, produce unos efectos secundarios sobre las personas y refuerza determinados rasgos de personalidad. La descripción de cada uno de los tipos de personalidad según la teoría, incluye las preferencias, tendencias conductuales y habilidades

desarrolladas por la persona. Asimismo, establece según el tipo de personalidad del sujeto la existencia de rechazo y falta de habilidades relacionadas con otros tipos de personalidad con los cuales se presenta inconsistencia. Sin embargo, para Holland (1973) la configuración de la personalidad de un individuo no se constituye solo a partir de uno de los tipos establecidos, se constituye por un perfil de semejanzas con los tipos de personalidad. Esta configuración puede ser consistente o inconsistente, según el grado de relación entre las características de los tipos. Se encuentra entonces una configuración consistente cuando los elementos tienen características comunes, por ejemplo, realista-investigador. Por otro lado, una configuración convencional-artístico sería inconsistente según la teoría, por presentar características opuestas.

Los resultados de una investigación que evalúa un modelo de intención de elección de carrera derivado de la SCCT (Cupani et al., 2017), en la que estudiantes argentinos de escuela secundaria respondieron a una serie de medidas sobre la autoeficacia, las creencias de autoeficacia y la intención de elección de carrera, muestran que las fuentes de autoeficacia (en conjunto, a través de la autoeficacia y los intereses) explican la intención de elección de carrera. Las medidas fueron analizadas desde la teoría RIASEC de Holland (1997) y se observó que las tipologías que en general explicaron en un mayor porcentaje las intenciones de elección de carrera científica fueron las correspondientes al modelo Investigador, Artista y Realista.

2.6.2 Las carreras científicas

De acuerdo a Polino (2011), los estudios regionales e internacionales dedicados a la cultura, el consumo, las opiniones y/o percepciones de la población relativas a ciencia y tecnología no siempre resultan completamente explícitos respecto a la delimitación de los campos de conocimiento y de las actividades profesionales que constituyen su objeto específico de interés. Asimismo, el autor afirma que es frecuente encontrar en los informes de divulgación de resultados alusiones a la ciencia y tecnología, las asignaturas científicas, la investigación, las profesiones científicas u otros similares, sin una definición precisa que permita delimitar qué aspectos incluyen y cuáles no. En general, el interés de estos desarrollos se centra en las ciencias básicas o naturales tales como la biología, la química y la física y sus diversas ramificaciones, la matemática, las ingenierías y las áreas tecnológicas. Cuando estos problemas, de

escasa especificación, se trasladan a los propios instrumentos de recolección de información (generalmente encuestas estandarizadas de respuesta cerrada) la dificultad es doble, en tanto existe un riesgo serio, no controlable por quien realiza el análisis de datos, de que los sujetos consultados están respondiendo, en realidad, en referencia a objetos distintos, que no siempre coinciden con los que orientaron la formulación de las preguntas en primer término.

Dado que es necesario delimitar el objeto de estudio de esta investigación se entiende que carrera científica es alguna de las siguientes: licenciatura en biología, en física o alguna de las carreras del área de la química (por ejemplo, químico farmacéutico). Lo anterior se fundamenta en los resultados de la Encuesta de percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica Montevideo - 2009 (ANII, 2009) de donde se desprende que el 89,7% del alumnado participante del estudio considera que la profesión Químico es científica, seguida de Físico (83,6%) y de Biólogo (73,5%). Cabe aclarar que de esta encuesta se tomaron insumos para confeccionar el inventario que se aplicó en esta investigación sobre vocaciones científicas. Se incluye Ingeniería dentro de la delimitación realizada debido a que los resultados muestran que la mayoría del alumnado considera que Ingeniero es una profesión científica (59,5%). Para el resto de las profesiones el porcentaje de vinculación con la profesión científica es menor (Médico = 48,0%, Informático = 36,2%, Agrónomo = 28,6%, entre otros).

En el ámbito de la educación formal, las asignaturas biología, física y química son las únicas que implementan actividades de laboratorio, en espacio físicos destinados para tal fin y con materiales específicos para llevar a cabo protocolos experimentales. Es por esto último que no se tiene en cuenta la licenciatura en matemática como carrera científica. Si bien el marco teórico de referencia entiende que es una ramificación de las ciencias básicas o naturales no se aborda como una ciencia de laboratorio experimental en la enseñanza formal. Los resultados de la encuesta también apoyan este punto ya que prácticamente todo el alumnado (93,4%) concibe al trabajo de los científicos como una actividad asociada a la observación y la experimentación en el laboratorio y con un fuerte componente de utilización de teorías y matemática (84,3%). De este último aporte se desprende el carácter instrumental de la asignatura matemática, la que resulta de apoyo para resolver las diferentes consignas que se proponen en las clases de ciencia. En cuanto a las áreas tecnológicas, si bien el alumnado está en constante contacto con dispositivos como celulares, tablets y computadoras, no está incluida tecnología dentro de las

asignaturas curriculares en ninguno de los niveles educativos por los que han transitado en la educación formal. Es por eso que se entiende que el alumnado no tiene un marco de referencia formal sobre qué es la tecnología y su delimitación y por eso no se tiene en cuenta como carrera científica a los efectos de esta investigación.

El problema a abordar en esta tesis (bajo interés de las y los jóvenes hacia el estudio de la ciencia) tiene, como se mencionó anteriormente, una dimensión teórica vinculada con factores personales.

Se presentan a continuación las principales teorías que sustentan las decisiones vocacionales de las personas. Estas teorías explican cómo diferentes variables (autoeficacia, metas, entre otras) condicionan las decisiones que se van tomando a lo largo de la vida.

2.7 Teorías que sustentan las decisiones vocacionales

Lent et al. (1994) desarrollaron la Teoría Sociocognitiva de Desarrollo de la Carrera (SCCT, del inglés Social Cognitive Career Theory) la que resulta fundamental para explicar las decisiones vocacionales del alumnado por la influencia ejercida por distintas variables: las experiencias de aprendizaje, las creencias de autoeficacia, las expectativas de resultado, el interés, las metas y las barreras y apoyos sociales percibidos a lo largo de la trayectoria académica (Peña Calvo, et al., 2015). Justamente en esta teoría se basa el trabajo de Meredith et al. (2013), presentado en la sección 2.2.

La teoría de Lent et al. (1994) tiene como antecedente la Teoría Cognitivo Social, la que se describe a continuación.

La Teoría Cognitivo Social

Esta teoría fue desarrollada en 1986 por Albert Bandura. Dentro de los aportes más importantes que se le han reconocido se destaca la consideración del funcionamiento de las personas como una interacción triádica entre la conducta, los factores cognitivos y los sucesos ambientales (Carbonero y Merino, 2004). De acuerdo a Tejada Zabaleta (2005), los individuos poseen un autosistema que les permite medir el control de sus pensamientos, sentimientos, motivación y acciones, el que les brinda mecanismos referenciales y un conjunto de subfunciones para percibir, regular y

evaluar comportamientos, con resultados dados en el interjuego entre el sistema y las fuentes de influencia del medio ambiente. De esa manera el sistema sirve de función autorreguladora para convertir individuos con la capacidad de influenciar sus propios procesos cognitivos y acciones y así alterar el medio ambiente.

Uno de los constructos más importantes de la Teoría es la autoeficacia, que se define como la convicción o creencia personal acerca de las propias capacidades, en una determinada situación. Esta creencia del individuo influye en la manera en la que afronta los nuevos retos y se prepara con los recursos adecuados para los objetivos que quiere llevar a cabo. Bandura distingue entre expectativas de eficacia y expectativas de resultado. Las expectativas de eficacia refieren a la convicción de que uno mismo puede ejecutar con éxito la conducta necesaria para producir un resultado. Las expectativas de resultado son estimaciones personales de que realizar una conducta con éxito conducirá a ciertos resultados. Ambas giran alrededor de los resultados, aunque se deben diferenciar, puesto que una persona puede creer que seguir un curso de acción determinado producirá ciertos resultados, pero se inhibirá en su acción desde el momento que piense que carece de las habilidades necesarias para ejecutarlas. La teoría afirma que cuando una persona tiene una mayor confianza y creencia de que puede hacer algo, tendrá más posibilidades de conseguirlo. La respuesta a la pregunta de si realmente soy capaz de hacer algo tiene un impacto muy importante en la conducta de implicación/evitación de una persona en un ámbito de funcionamiento dado. Este fundamental aspecto se ha desarrollado hasta proporcionar un modelo heurístico para la explicación del desarrollo de intereses y la selección de las opciones académico-profesionales (Blanco, 2009).

A partir de la Teoría Cognitivo Social de Bandura, han surgido dos ramificaciones fundamentales de la orientación vocacional, vinculadas a la Teoría Vocacional Socio-Cognitiva (Merino Tejedor, 2009): por un lado, el Modelo de toma de decisiones vocacionales de Krumboltz y colaboradores, basado en la Teoría del Aprendizaje Social (Krumboltz et al., 1976) y por otro lado, la aplicación que hicieron Hackett y Betz (1981) del concepto de autoeficacia al desarrollo vocacional de las mujeres (Merino Tejedor, 2009). Precisamente las aplicaciones más importantes de la Teoría de autoeficacia de Bandura (1986) se hicieron en este último campo (Carbonero y Merino, 2004) y en el modelo que desarrollaron Hackett y Betz la autoeficacia percibida es considerada un mediador fundamental.

La Teoría Sociocognitiva de Desarrollo de la Carrera

Es un intento de extensión del trabajo iniciado por Hackett y Betz (1981). El modelo SCCT (por sus siglas del inglés Social Cognitive Career Theory) propuesto por Lent et al. (1994) incorpora numerosas variables de la Teoría Cognitivo Social para explicar, en forma más compleja, el comportamiento vocacional, representando así un esfuerzo de integración y unificación teórica entre constructos aparentemente diversos, ampliando los aportes que el constructo autoeficacia puede realizar por sí solo. El modelo destaca, asimismo, por el énfasis en la investigación empírica de las diferentes hipótesis propuestas. Lent et al. (1994) utilizaron poderosos métodos estadísticos en la elaboración del modelo y en la comprobación de las hipótesis derivadas del mismo. Uno de estos métodos es el análisis de ruta (Path Analysis) una extensión del modelo de regresión, técnica sumamente utilizada en la investigación destinada a comprobar hipótesis causales sin manipular las variables independientes. Otro procedimiento utilizado por estos autores para evaluar la capacidad predictiva del modelo es el Meta-análisis, procedimiento metodológico que emplea técnicas de medición y análisis estadístico sobre un conjunto de resultados de diversos estudios empíricos a los fines de integrar sus hallazgos con propósitos de generalización (Olaz, 2003).

Dada su relevancia, la teoría ha pasado (en un breve período de tiempo) de ser una propuesta novedosa y prometedora en el área de la psicología y de la orientación profesional y para la carrera a convertirse en una de las teorías con más resonancia en la literatura (Blanco, 2009).

La SCCT fue formulada para explicar las decisiones que se adoptan en el desarrollo de la carrera vocacional. En particular explica la formación del interés vocacional, la búsqueda y selección de las opciones académico-profesionales y, por último, el rendimiento y la persistencia en los estudios elegidos (Lent et al., 1994). Los autores plantean tres modelos, que se llaman Modelo de Desarrollo de Intereses Vocacionales, Modelo de elección de Carrera y Modelo de Rendimiento. Estos modelos son diferentes, pero están interrelacionados entre sí y proponen una serie de relaciones teóricas, así como ciertas vías causales, respetando el modelo de causalidad triádica al considerar que: a) a lo largo del desarrollo, los principales elementos teóricos (persona, conducta y contexto) se van a influir unos con otros

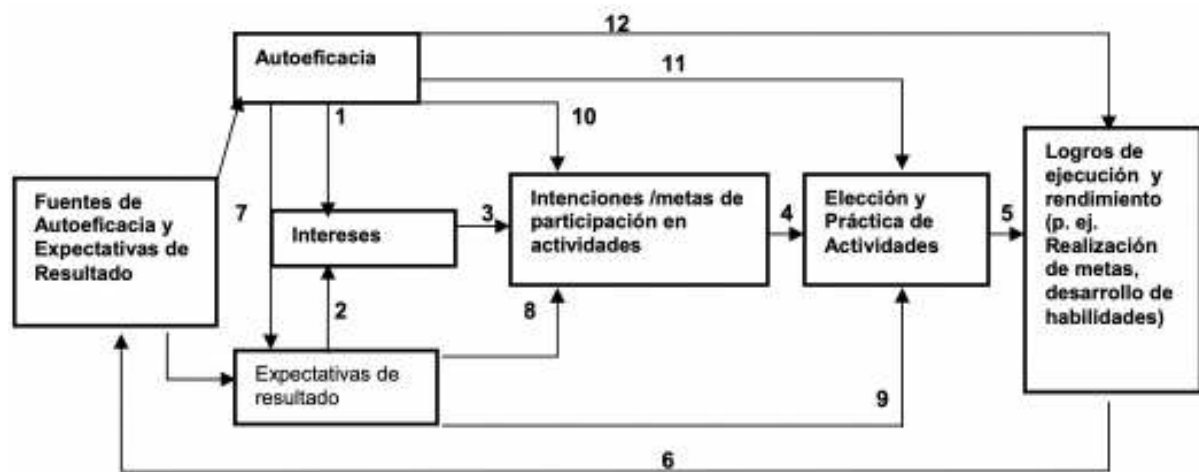
recíprocamente y b) en determinados momentos (o en determinadas personas) ciertas variables van a tener un predominio causal sobre otras (Olaz, 2003).

Según esta teoría, las decisiones vocacionales de las y los estudiantes se explican a través de la influencia ejercida por distintas variables. El modelo SCCT enfatiza en tres componentes, a) las creencias de autoeficacia, b) las expectativas de resultado y c) las metas. El modelo incorpora a su vez otras variables personales (tales como aptitudes, género y etnicidad) así como variables contextuales, intentando explicar la forma en la cual estos diferentes elementos se interrelacionan y de qué manera afectan los intereses vocacionales, la elección de carrera y el posterior rendimiento. Así, las hipótesis centrales de esta teoría implican los siguientes constructos: autoeficacia, expectativas de resultado, intereses y objetivos o metas académico-profesionales. Se busca explicar el proceso dinámico y los mecanismos mediante los cuales las personas desarrollan los intereses académicos y en las carreras, forjan y promulgan decisiones relevantes y logran resultados en términos de rendimiento.

El modelo SCCT pone énfasis en el aprendizaje y en los fenómenos cognitivos que complementan y fomentan los vínculos conceptuales con los modelos de elección de carreras. Tiene su origen en los postulados de la teoría de Bandura (1986), especialmente en aquellos referidos a las creencias de autoeficacia, aunque se enfoca en los medios mediante los cuales los individuos ejercitan su propia autonomía en el proceso de elegir una carrera, así como en los factores externos que potencian o limitan su autonomía (Lent et al., 1994). En la Figura 2 se presenta el Modelo de Desarrollo de Intereses Vocacionales de los autores antes mencionados.

Figura 2

Modelo de Desarrollo de Intereses Vocacionales de Lent et al. (1994)



En el modelo SCCT las creencias de autoeficacia desempeñan un papel preponderante y se definen como los juicios que las personas realizan sobre su capacidad para organizar y ejecutar los cursos de acción requeridos para realizar con éxito una determinada tarea (Lent et al., 1994). Asimismo, los autores del modelo agregan otras variables al núcleo central de la SCCT, como las expectativas de resultado, que son la valoración que hace una persona de las consecuencias que se derivarán de la realización de las conductas particulares. De acuerdo a Olaz (2003), mientras que la autoeficacia se relaciona con los juicios acerca de nuestras capacidades personales de respuesta (¿realmente puedo hacer esto?) las expectativas de resultado se refieren a las consecuencias imaginadas de llevarse a cabo determinadas conductas (si hago esto, ¿qué pasaría?). En cuanto a la autoeficacia, Peña et al. (2015) afirman que está comprobado que las creencias de autoeficacia influyen en las elecciones académicas porque las personas optan por materias en las que se sienten competentes y se esfuerzan más cuando realizan actividades en las que creen que son eficaces. Por otro lado, Bandura (1987) distingue entre diferentes clases de expectativas de resultado tales como la anticipación de resultados físicos (dinero, por ejemplo), sociales (aprobación, por ejemplo) y autoevaluativos (autosatisfacción, por ejemplo) las cuales afectan de forma importante el comportamiento vocacional. El concepto de valores es incorporado dentro del constructo expectativas de resultado ya que se considera que los intereses

en determinada actividad dependen, en parte, de los resultados anticipados de la participación en la actividad, junto con el valor relativo o la importancia otorgada al individuo a estos resultados.

En este modelo el interés se define como los patrones de gustos, aversiones e indiferencias respecto a actividades y ocupaciones relacionadas a una carrera, mientras que las metas como la determinación de involucrarse en cierta actividad o conseguir un resultado futuro. Las metas ejercen su calidad motivadora a través de la capacidad del sujeto de representar simbólicamente resultados deseados y de reaccionar autoevaluativamente basándose en criterios internos de rendimiento, haciendo depender la autosatisfacción al logro de éstos (Olaz, 2003).

Se observa, entonces, que el núcleo central del modelo SCCT queda definido por las creencias de autoeficacia, las expectativas de resultado, el interés y las metas. Las variables contextuales no son constitutivas del núcleo central del modelo, pero influyen sobre el mismo y juegan un papel preponderante en la explicación del desarrollo vocacional de las personas. Las variables contextuales son definidas como aquellos factores ambientales que la persona percibe que tienen un efecto potencial para ayudar u obstaculizar sus esfuerzos por lograr una meta académica (percepción de barreras/apoyos sociales). La disponibilidad de modelos para el aprendizaje observacional o vicario (Bandura, 1984) y la percepción de apoyos/barreras económicas o familiares son ejemplos de estas variables contextuales. Otras variables, como ser las aptitudes, el género o la etnicidad también son incorporadas por el modelo (Olaz, 2003), pero no constituyen el núcleo central.

De esta manera, la SCCT establece un modelo general que determina la relación entre las variables descriptas anteriormente. El modelo se basa en 12 proposiciones, cada una de las cuales se categoriza en diferentes hipótesis (Lent et al.,1994). Los autores realizaron una serie de estudios con muestras de estudiantes universitarios, durante los años noventa, que les permiten evidenciar algunas de las hipótesis establecidas. Estos primeros estudios tratan de demostrar las relaciones significativas que se establecen entre las cuatro variables que configuran el núcleo central del modelo. Se comprueba que las creencias de autoeficacia y las expectativas de resultado correlacionan positivamente con el interés. Esto significa que las creencias de una persona sobre su capacidad de logro en un campo vocacional y la valoración realizada de los resultados que obtendrá en esa opción académica influyen en su interés por dicha opción. Además, los estudios citados demuestran que las creencias

de autoeficacia correlacionan con los intentos por persistir en un campo vocacional (metas), y que también influyen en estas metas de forma indirecta a través del interés. La misma predicción se cumple para la influencia de las expectativas de resultados sobre las metas (Lent et al., 1993).

En cuanto a las variables contextuales, que no constituyen el núcleo central del modelo SCCT, se ha determinado que se establecen relaciones significativas entre estas variables y las del núcleo central. Lent y sus colaboradores han corroborado que a mayor percepción de apoyo social y de menores barreras sociales, las personas tienen unas creencias más altas sobre su capacidad para realizar con éxito las tareas relativas a un campo vocacional. Se ha confirmado que las barreras y apoyos se correlacionan negativa y significativamente entre sí, de modo que a mayor percepción de apoyo social se perciben menores barreras y viceversa.

El Modelo de Desarrollo de Intereses vocacionales resulta de especial relevancia para esta tesis ya que establece vínculos entre tres de las dimensiones que se cuantifican en este estudio y que son la autoeficacia, el interés y las metas. Si bien el Modelo de elección de Carrera también tiene en cuenta las mencionadas dimensiones, en el alumnado de 3ero de C.B.U. se podrían evaluar las intenciones y metas de participación en actividades mientras que la elección de la carrera ocurriría en una etapa posterior. De acuerdo a Lent et al. (1994) este último modelo puede ser entendido como una extensión evolutiva del proceso de formación de intereses. Los autores dividen conceptualmente la fase de elección de carrera en tres etapas o componentes, a) la expresión de una meta de elección de alguna de las carreras de mayor interés para el sujeto, b) las acciones destinadas a la puesta en práctica de la elección (tales como inscribirse en una carrera determinada), y c) los logros de ejecución y el rendimiento subsecuente (los fracasos académicos, la aprobación y el éxito académico, por ejemplo), que crea un bucle de retroalimentación, afectando y dando forma al comportamiento vocacional futuro (Olaz, 2003).

A modo de cierre, este marco teórico realizó un recorrido por los diferentes conceptos y constructos involucrados en el desarrollo de la vocación científica, de acuerdo al modelo diseñado para esta investigación. A continuación se presenta el marco metodológico implementado.

2.8 Marco metodológico

A los efectos de desarrollar esta investigación se adoptó un enfoque cuantitativo de corte transversal y experimental con alcance exploratorio y descriptivo. De acuerdo a Hernández Sampieri (2014) una de las características de este enfoque es que refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes del problema central de la investigación (que en este caso son las vocaciones científicas). Asimismo, las preguntas de investigación rondan sobre cuestiones específicas. Otra de las características es que las hipótesis se generan antes de recolectar y analizar los datos.

Entre los análisis estadísticos que se emplearon en esta investigación se encuentran los estadísticos descriptivos (media, mediana, desvío típico). A nivel inferencial se utilizaron técnicas estadísticas (Análisis Factorial Exploratorio, Análisis de Componentes Principales, pruebas T de muestras independientes, ANOVA de un factor) en función de las pruebas que se vayan a realizar para comprobar las diferentes hipótesis de investigación.

En cuanto a la validez de los instrumentos de medición, uno de los métodos de validación más empleado en las investigaciones (para valorar específicamente la validez de constructo) es el Juicio de expertos (Robles y Rojas, 2015). Este método consiste, básicamente, en solicitar a una serie de personas un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto. Se trata de una técnica cuya realización adecuada desde un punto de vista metodológico constituye a veces el único indicador de validez de contenido del instrumento de recogida de datos o de información. De acuerdo a Cabero y Llorente (2013), el juicio de expertos como estrategia de evaluación presenta una serie de ventajas entre las que destacan la posibilidad de obtener una amplia y pormenorizada información sobre el objeto de estudio y la calidad de las respuestas por parte de las y los jueces. Asimismo, los instrumentos de medición deben ser confiables por lo que se deben aplicar procedimientos para estimar su fiabilidad. Dadas las fortalezas del método se puso en práctica en dos instancias a lo largo de esta investigación.

Capítulo 3. Caracterización de las actividades que integran el Paquete. Estudio exploratorio

3.1 Metodología

En esta investigación se abordaron los puntos que se describen a continuación:

- 1) Caracterización de las actividades que componen el paquete. Dos paneles de expertos, de ocho integrantes cada uno, realizaron dicha caracterización asignándole diferentes fortalezas a las actividades. (Capítulo 3).
- 2) Estudio exploratorio en el que se implementó el paquete de actividades y un cuestionario prediseñado para recabar datos en relación a las vocaciones científicas. (Capítulo 3).
- 3) Diseño y validación de un inventario para cuantificar las vocaciones científicas (Inventario VC_UY). Un panel de expertos de cinco integrantes validó cada uno de los ítems y las dimensiones asociadas. (Capítulo 4).
- 4) Estudio confirmatorio en el que se implementó el paquete de actividades y el Inventario VC_UY. (Capítulo 4).
- 5) Análisis del compilado de los datos correspondientes a los puntos 2) y 4). (Capítulo 5).

3.2 Actividades y su caracterización. Estudio exploratorio

3.2.1 Actividades y su caracterización

3.2.1.1 Participantes

Se conformaron dos paneles de expertos con docentes de la disciplina química, con al menos 10 años de experiencia en el dictado de clases a nivel universitario o en Enseñanza Media.

Características de cada uno de los paneles:

Panel de expertos 1: integrado por ocho docentes de la Facultad de Química de la UdelaR, con 10 a 30 años de experiencia en el dictado de clases de química de primer

año universitario y además con afinidad por los temas de educación, todos han dedicado también un tiempo importante a tareas de extensión incluyendo el dictado de cursos a docentes de secundaria, lo que les da afinidad e interés con y por la Enseñanza Media.

Panel de expertos 2: integrado por ocho docentes de química de Enseñanza Media, con 15 o más años de experiencia en el dictado de clases de química y ciencias físicas en los diferentes niveles. Todos realizaron cursos de posgrado y han desarrollado actividades alternativas con el objetivo de motivar a las y los estudiantes y favorecer el aprendizaje de los contenidos curriculares.

3.2.1.2 Instrumentos

La encuesta que se implementó con las y los expertos se compone de once actividades a valorar según nueve variables definidas a los efectos de este estudio. Para la valoración, se les solicitó a las expertas y a los expertos que utilizaran una escala de Likert de 5 puntos, siendo 1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo. La escala se utilizó para calificar las afirmaciones acerca de las posibles fortalezas de cada una de las actividades. Asimismo, se incluyó una columna para que pudieran mencionar otras fortalezas que entiendan que las actividades puedan promover y una fila para el agregado de otras actividades que puedan incluirse en el paquete.

Se describen a continuación las diferentes actividades a caracterizar por parte de las expertas y de los expertos. Se eligen estas once actividades por su potencial para promover el interés hacia la ciencia, de acuerdo a lo presentado en la sección 2.5.5.

Ejercicios experimentales

Son actividades experimentales en las que las alumnas y los alumnos observan y colaboran en la realización de experimentos que ilustran principios o comprueban leyes.

Show de química

Es un espectáculo de química que se pone en práctica en jornadas especiales, como por ejemplo la fiesta de fin de cursos, en el que las alumnas y los alumnos presentan

a sus pares, madres/tutoras, padres/tutores, profesoras y profesores algunas de las actividades experimentales realizadas en clase o actividades nuevas que ponen a punto previamente.

Taller de ciencias

Es una actividad en la que las alumnas y los alumnos trabajan en equipos colaborativos, integrando la teoría y la práctica, en la resolución de una situación problema vinculada a un fenómeno observado.

Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología

Es una actividad que consiste en realizar un recorrido guiado o libre por el Moleculario (Facultad de Química), Ciencia Viva o Espacio Ciencia (LATU) en el marco de una salida didáctica de la que participa tanto el alumnado como el cuerpo docente.

Obra de teatro

Es un espectáculo en el que el alumnado (guiado por sus docentes) prepara una puesta en escena sobre un personaje, con el objetivo de divulgar algunos de sus descubrimientos e investigaciones así como también aspectos de su vida personal. Las alumnas y los alumnos definen roles entre los que se encuentran actrices y actores, utileros y musicalizadores.

Ficha de trabajo

Es un material didáctico que abarca la realización de diferentes consignas por parte de las alumnas y de los alumnos. La ficha contiene actividades variadas que integran la tecnología a través de la inclusión de un código QR (que conduce a material audiovisual sobre el tema) y que aborda los contenidos conceptuales de manera integral.

Juego de química

Es un juego, en equipo, sobre formulación y nomenclatura de óxidos que busca introducir este tema de manera alternativa, para posteriormente trabajar los aspectos formales.

Conversatorio con científicas o científicos

Es un espacio que brinda la posibilidad de estar cara a cara con una científica o con un científico. Como parte de la actividad el alumnado prepara, junto a su docente, una entrevista que tiene foco en el área de investigación de la científica o del científico.

Visita a laboratorios

Es una actividad que consiste en un recorrido guiado (del que participa el alumnado y del cuerpo docente) por el área técnica de laboratorios industriales y/o de investigación.

Visita a facultades

Es una actividad en la que las alumnas y los alumnos (acompañados por el cuerpo docente) realizan un recorrido guiado por la Facultad de Ciencias, la de Química o la de Ingeniería y reciben información sobre la oferta académica y la perspectiva laboral en las diferentes carreras.

Visita a ferias de ciencias e ingeniería

Es una actividad en la que el alumnado y el cuerpo docente recorren libremente los stands de Ingeniería de muestra o de Latitud Ciencias, a través de los cuales se da a conocer la ciencia y la tecnología que se desarrolla en el país.

3.2.1.3 Procedimiento

Se contactó a las y los panelistas vía correo electrónico. Una vez confirmada su participación en este estudio, se concretó una reunión presencial con el objetivo de evacuar dudas que pudieran surgir por parte de las expertas y los expertos al completar el cuestionario. Una vez realizada la reunión se envió el cuestionario por correo electrónico y se recibieron las respuestas por el mismo medio. Con el objetivo de que las expertas y los expertos pudieran realizar la evaluación se les facilitó un documento guía que contenía: 1) la descripción de cada una de las fortalezas involucradas y 2) la descripción de las actividades que conforman el paquete. En el Anexo 1 se presenta el documento guía en donde se describen los puntos 1) y 2).

Se realizaron consultas adicionales a algunos de las expertas y de los expertos, vía correo electrónico, para evacuar dudas que se generaron al realizar el relevamiento.

3.2.1.4 Análisis estadísticos

Para procesar y analizar los resultados se utilizaron los softwares PSPP, versión 0.9 e IBM®SPSS® versión 25.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos. La posible asociación entre la variable principal (Fomenta las vocaciones científicas) y cada una de las variables secundarias, dentro de cada panel de expertos, se estimó a través del coeficiente de correlación de Spearman. Asimismo, se utilizó esa prueba para estimar la asociación entre las valoraciones de los dos paneles de expertos consultados.

Se realizaron tres Análisis de Componentes Principales (ACP), a través del software IBM®SPSS® versión 25, para las variables consideradas (principal y secundarias). El primero de los ACP se realizó con los datos del panel de expertos 1, el segundo con los del panel de expertos 2 y el último con los datos de ambos paneles. Los ACP se realizaron con rotación Varimax y la retención de los componentes se tuvo en cuenta con el criterio de Kaiser.

3.2.1.5 Resultados

Figuras con las valoraciones de las expertas y de los expertos

Las valoraciones del panel de expertos 1 se presentan en la Figura 3 mientras que las valoraciones del panel de expertos 2 se presentan en la Figura 4. Las variables consideradas son las siguientes: Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente, Potencia el desempeño exitoso en ciencias, Mejora el rendimiento a través de aprendizaje memorístico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos.

Figura 3

Valoración de cada una de las actividades en cada variable por parte del panel de expertos 1

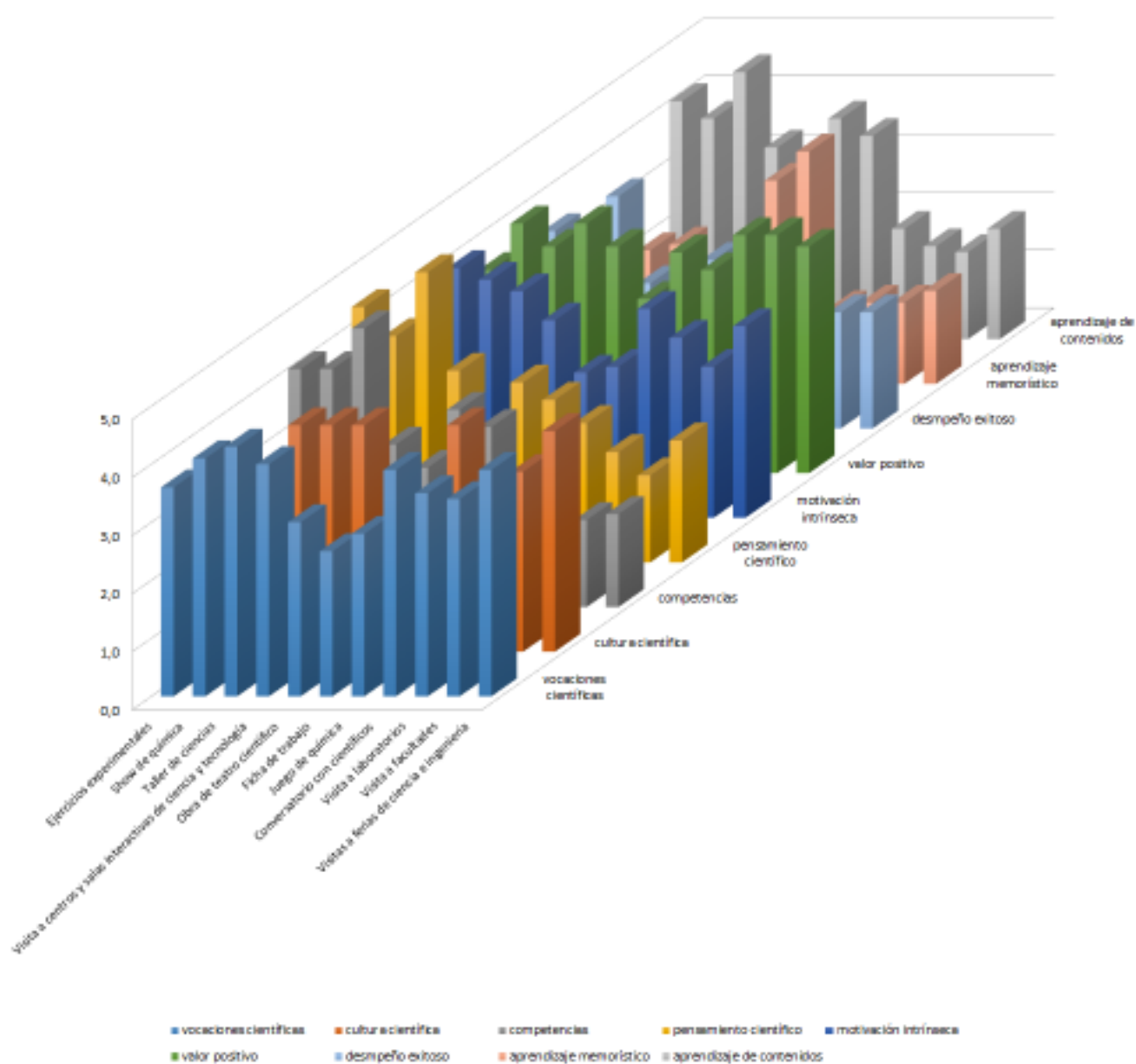
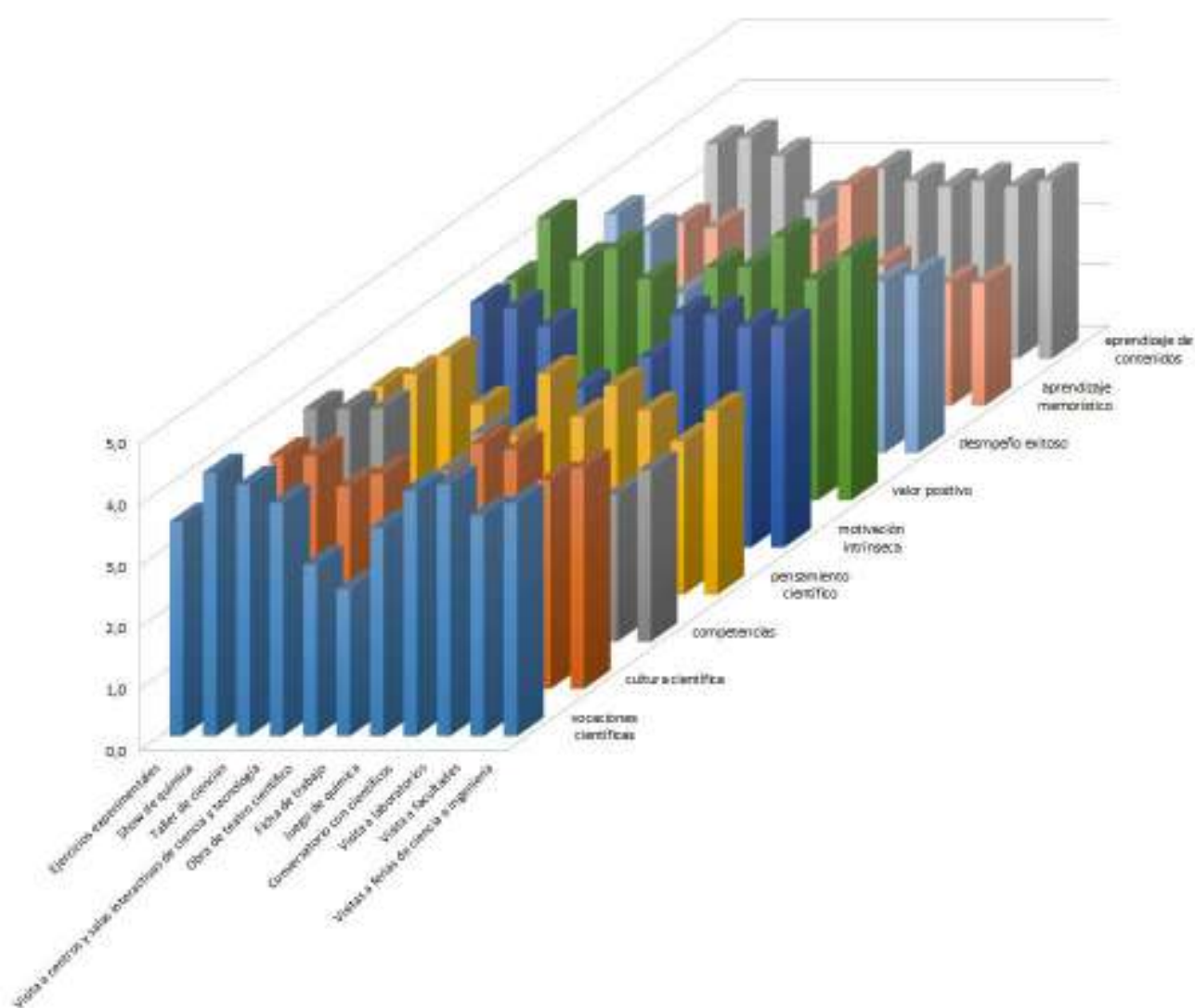


Figura 4

Valoración de cada una de las actividades en cada variable por parte del panel de expertos 2



En las Tablas 3 y 4 se presentan la media y desviación estándar para las valoraciones de las diferentes actividades por parte del panel 1 y 2 (respectivamente).

Tabla 3

Media y desviación estándar de las valoraciones de las expertas y de los expertos del panel 1 para las diferentes actividades

Actividad	Vocaciones científicas	Cultura científica	Competencias	Pensamiento científico	Motivación intrínseca	Valor positivo	Desempeño exitoso	Aprendizaje memorístico	Aprendizaje contenidos
Ejercicios experimentales	3,6±0,9*	3,0±0,8*	4,1±0,6*	4,4±0,5*	4,0±0,9*	3,5±0,8*	3,4±0,5*	2,8±1,4	4,1±0,6*
Show de química	4,1±0,8*	2,9±1,0	4,1±1,5*	3,9±1,4*	4,3±0,7*	4,3±0,9*	3,0±1,1*	2,3±1,0	3,8±1,0*
Taller de ciencias	4,3±0,7*	3,9±0,8*	4,8±0,5*	5,0±0,0*	4,1±0,6*	3,9±1,0*	4,0±0,5*	2,4±1,2	4,6±0,5*
Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología	4,0±0,9*	3,9±1,1*	2,8±0,5	3,3±0,7*	3,9±1,1*	4,3±0,9*	2,5±0,8	2,1±1,4	3,3±1,3*
Obra de teatro científico	3,0±1,1*	3,9±0,8*	2,4±1,3	2,1±1,1	3,4±1,4*	3,9±0,6*	2,0±1,1	2,4±1,2	2,3±1,2
Ficha de trabajo	2,5±0,5	2,4±1,1	3,4±0,5*	3,1±0,6*	2,5±0,5	3,0±0,8*	2,9±1,3	3,5±1,4*	3,8±0,9*
Juego de química	2,8±1,4	2,1±0,6	3,1±1,4*	2,8±1,5	2,6±1,1	3,8±1,0*	3,1±1,4*	4,0±0,9*	3,5±1,1*
Conversatorio	3,9±1,6*	3,9±1,0*	2,3±0,7	2,4±1,1	3,6±1,1*	3,5±0,8*	2,4±0,9	1,3±0,5	1,9±1,0
Visita a laboratorios	3,5±0,5*	2,9±1,3	1,5±0,5	1,9±0,8	3,1±1,0*	4,1±0,8*	1,9±0,8	1,4±0,7	1,6±0,7
Visita a facultades	3,4±1,1*	3,1±1,6*	1,5±0,8	1,5±0,8	2,6±1,4	4,1±0,6*	2,0±0,9	1,4±0,7	1,5±0,9
Visita a ferias de ciencia e ingeniería	3,9±0,6*	3,8±0,9*	1,6±0,9	2,1±1,4	3,3±1,3*	3,9±0,8*	2,0±1,1	1,6±1,1	1,9±0,8

*Valoración ≥ 3

Tabla 4

Media y desviación estándar de las valoraciones de las expertas y de los expertos del panel 2 para las diferentes actividades

Actividad	Vocaciones científicas	Cultura científica	Competencias	Pensamiento científico	Motivación intrínseca	Valor positivo	Desempeño exitoso	Aprendizaje memorístico	Aprendizaje contenidos
Ejercicios									
experimentales	3,5±1,2*	3,1±1,3*	3,8±0,7*	3,4±1,1*	3,1±1,3*	3,6±1,1*	3,0±0,8*	2,5±1,6	3,5±1,2*
Show de química	4,3±0,5*	3,8±1,4*	3,8±1,3*	3,6±0,7*	4,0±0,0*	4,6±0,5*	3,9±0,4*	3,0±1,6*	3,6±1,3*
Taller de ciencias	4,1±1,1*	3,8±1,3*	3,8±1,0*	3,9±0,6*	3,9±1,1*	3,9±0,8*	3,6±0,7*	2,9±1,4	3,3±1,2*
Visita a centros y salas interactivas									
de ciencia y tecnología	3,8±0,9*	3,3±1,0*	2,5±0,9	3,1±0,8*	3,6±1,1*	4,1±0,6*	2,6±0,7	1,8±0,5	2,6±1,3
Obra de teatro científico	2,8±1,2	3,5±1,1*	2,8±1,3	2,6±1,2	2,6±0,7	3,6±0,7*	2,6±0,7	2,4±1,3	2,6±0,9
Ficha de trabajo	2,4±0,7	3,0±0,8*	3,4±0,9*	3,6±1,1*	2,6±0,7	2,6±0,7	2,9±0,8	2,8±1,2	3,1±0,8*
Juego de química	3,4±0,9*	3,4±0,7*	3,1±1,4*	2,9±1,0	3,1±1,1*	3,8±1,0*	3,3±0,7*	3,6±0,9*	2,9±1,1
Conversatorio	4,0±0,8*	4,0±0,8*	2,6±0,9	3,4±0,9*	3,8±0,5*	3,8±0,5*	2,8±0,7	2,3±0,7	2,8±0,7
Visita a laboratorios	4,1±0,6*	3,9±0,8*	2,6±1,2	3,0±0,9*	3,8±0,9*	4,3±0,7*	3,0±1,1*	2,0±0,8	2,9±1,0
Visita a facultades	3,6±0,5*	3,4±1,1*	2,4±1,1	2,5±0,9	3,6±0,7*	3,6±0,9*	2,8±0,9	2,0±0,8	2,8±0,9
Visita a ferias de ciencia e ingeniería	3,8±0,7*	3,6±1,1*	2,8±1,0	3,0±1,1*	3,6±1,3*	4,0±0,8*	2,9±0,6	2,0±0,8	2,9±1,0

*Valoración ≥3

A continuación se describen algunos de los resultados que surgen de la Tabla 3 en relación a la valoración de las actividades por parte del panel de expertos 1.

Los Ejercicios experimentales y el Taller de ciencias contaron con la valoración de 3 o más puntos en las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente, Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos. El Show de química también contó con una valoración de 3 o más puntos en esas variables salvo en Estimula la apropiación de la cultura científica.

La Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología contó con la valoración de 3 o más puntos en las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente, Promueve el pensamiento científico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos. Por otro lado, la Visita a ferias de ciencia e ingeniería, el Conversatorio con científicas y científicos y la Obra de teatro científico contaron con una valoración de 3 o más puntos en las primeras cuatro variables, pero no en las últimas dos.

La Visita a laboratorios fue valorada con 3 o más puntos en las variables Fomenta las vocaciones científicas, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente mientras que la Visita a facultades contó con 3 o más puntos en la primera variable y en Estimula la apropiación de la cultura científica y Será valorada positivamente.

La Ficha de trabajo alcanzó 3 o más puntos en las variables Desarrolla competencias, Será valorada positivamente, Mejora el rendimiento a través de aprendizaje memorístico, Estimula el aprendizaje significativo de contenidos y Promueve el pensamiento científico mientras que el Juego de química también fue valorado con 3 o más puntos en las primeras cuatro variables y en Potencia el desempeño exitoso en ciencias.

Se describen seguidamente algunos de los resultados que surgen de la Tabla 4 en relación a la valoración de las actividades por parte del panel de expertos 2.

Los Ejercicios experimentales y el Taller de ciencias contaron con la valoración de 3 o más puntos en las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente, Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos. Al Show de química, además, le fueron asignados 3 o más puntos en Mejora el rendimiento a través de aprendizaje memorístico.

La Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología, el Conversatorio con científicas y científicos y la Visita a ferias de ciencia e ingeniería alcanzaron 3 o más puntos en las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Promueve el pensamiento científico, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente. La Visita a laboratorios además alcanzó ese puntaje en Potencia el desempeño exitoso en ciencias.

El Juego de química y la Visita a facultades contaron con 3 o más puntos en las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente. El Juego de química contó, además, con 3 o más puntos en Desarrolla competencias, Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Mejora el rendimiento a través de aprendizaje memorístico.

La Ficha de trabajo alcanzó 3 o más puntos en las variables Estimula la apropiación de la cultura científica, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos.

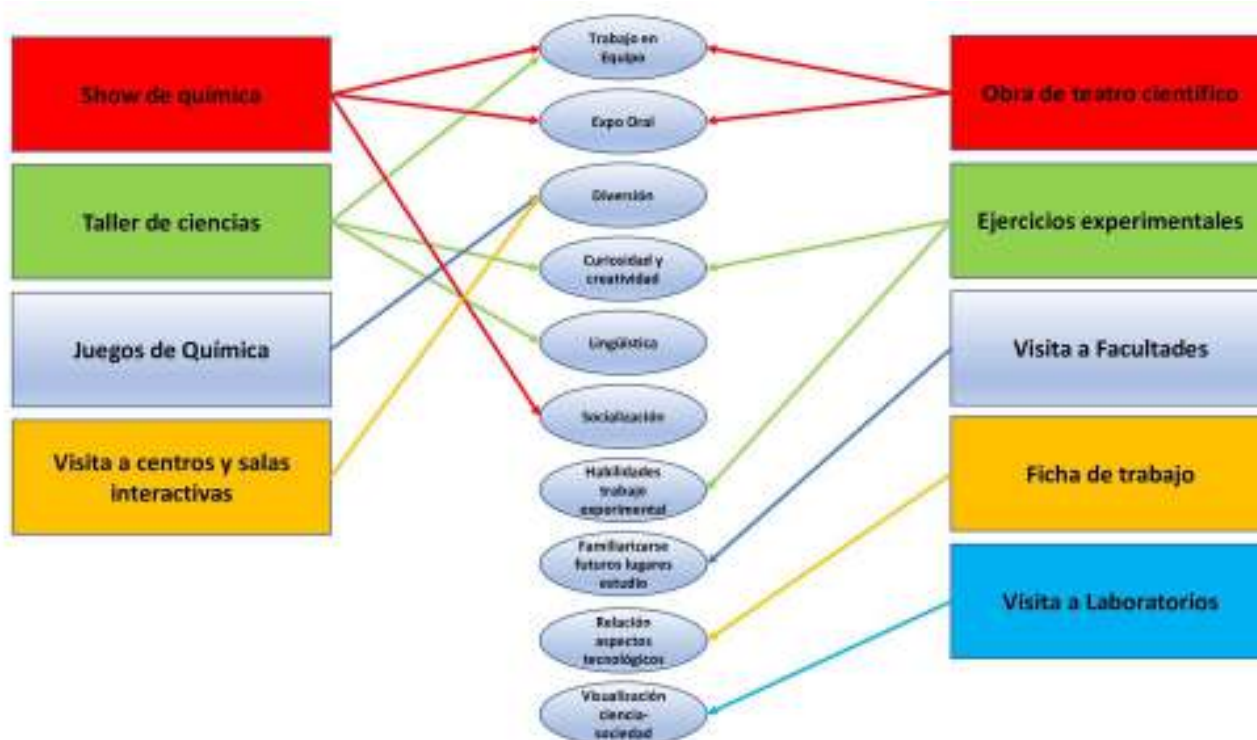
Por último, la Obra de teatro científico fue valorada con 3 o más puntos en las variables Estimula la apropiación de la cultura científica y Será valorada positivamente.

Fortalezas y actividades adicionales

En cuanto a otras fortalezas que las expertas y los expertos entienden que las actividades pueden promover, los resultados se sistematizan en la Figura 5.

Figura 5

A la izquierda y a la derecha se presentan las actividades y en el centro las fortalezas adicionales que promueven. Las flechas asocian cada actividad con sus respectivas fortalezas.



Con relación a las actividades adicionales, el experto 1 del panel 2 propone incluir la Gamificación como actividad para el paquete, siendo valorada la variable Fomenta las vocaciones científicas con 4 puntos; Estimula la apropiación de la cultura científica con 3 puntos; Desarrolla competencias con 5 puntos; Promueve el pensamiento científico con 3 puntos; Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia con 3 puntos; Será valorada positivamente con 5 puntos; Potencia el desempeño exitoso en ciencias con 3 puntos; Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico con 1 punto; Estimula el aprendizaje significativo de contenidos con 4 puntos.

Por último, el experto 5 del panel 2 propone la fortaleza Integración de la ciencia a lo cotidiano y la valora en las diferentes actividades: Ejercicios experimentales, Obra de teatro científico, Ficha de trabajo, Juego de química, Conversatorio con científicos, Visita a facultades y Visita a ferias de ciencia e ingeniería (3 puntos); Visita a centros

y salas interactivas de ciencia y tecnología y Visita a laboratorios (4 puntos); Show de química y Taller de ciencias (5 puntos).

Comparación entre paneles de expertos

A continuación se describen los resultados obtenidos al comparar las valoraciones de los dos paneles de expertos en cada una de las actividades. Se establece, a los efectos de este estudio, que si a una variable se le asigna 3 o más puntos es considerada una fortaleza de esta actividad.

Ejercicios experimentales y Taller de ciencias

Ambos paneles coinciden en afirmar que todas las variables son fortalezas de esta actividad mientras que la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico no es una fortaleza de esta actividad.

Show de química

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Fomenta las vocaciones científicas, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente, Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos son fortalezas de esta actividad.

Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Promueve el pensamiento científico, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente son fortalezas de esta actividad mientras que las variables Desarrolla competencias, Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico no son fortalezas de esta actividad.

Obra de teatro científico

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Estimula la apropiación de la cultura científica y Será valorada positivamente son fortalezas de esta actividad mientras que las variables Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento

científico, Potencia el desempeño exitoso en ciencias, Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos no son fortalezas de esta actividad.

Ficha de trabajo

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos son fortalezas de esta actividad mientras que las variables Fomenta las vocaciones científicas, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Potencia el desempeño exitoso en ciencias no son fortalezas de esta actividad.

Juego de química

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Desarrolla competencias, Será valorada positivamente, Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico son fortalezas de esta actividad mientras que la variable Promueve el pensamiento científico no es una fortaleza de esta actividad.

Conversatorio con científicos

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente son fortalezas de esta actividad mientras que las variables Desarrolla competencias, Potencia el desempeño exitoso en ciencias, Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico y

Visita a laboratorios

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Fomenta las vocaciones científicas, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente son fortalezas de esta actividad mientras que las variables Desarrolla competencias, Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos no son fortalezas de esta actividad.

Visita a facultades

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica y Será valorada positivamente son fortalezas de esta actividad mientras que las variables Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Potencia el desempeño exitoso en ciencias, Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos no son fortalezas de esta actividad.

Visita a ferias de ciencia e ingeniería

Ambos paneles coinciden en afirmar que las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente son fortalezas de esta actividad mientras que las variables Desarrolla competencias, Potencia el desempeño exitoso en ciencias, Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos no son fortalezas de esta actividad.

En la Tabla 5 se presenta la comparación entre los dos paneles de expertos de acuerdo a la cantidad de fortalezas que le fueron asignadas a cada una de las actividades. Se indica la cantidad de variables secundarias cuya media alcanza la valoración de 3 o más en cada una de las actividades. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Tabla 5

Comparación entre paneles de expertos.

	Panel 1	Panel 2
Actividad	Variables secundarias	Variables secundarias
Ejercicios experimentales	7	7
Show de química	6	7
Taller de ciencias	7	7
Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología	5	4
Obra de teatro científico	3	2
Ficha de trabajo	4	4
Juego de química	4	5
Conversatorio con científicos	3	4
Visita a laboratorios	2	5
Visita a facultades	2	3
Visita a ferias de ciencia e ingeniería	3	4

Nota. Variables secundarias = Estimula la apropiación de la cultura científica, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente, Potencia el desempeño exitoso en ciencias, Estimula el aprendizaje significativo de contenidos.

El coeficiente de correlación de Spearman para analizar la asociación entre las valoraciones de los dos paneles de expertos consultados muestra que existe asociación estadísticamente significativa para las variables Fomenta las vocaciones científicas, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Será valorada positivamente, Mejora el rendimiento a través del aprendizaje significativo y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos ($p < ,05$). De acuerdo a Hernández Sampieri (2014) las correlaciones se clasifican en Positiva muy fuerte para las primeras tres variables mientras que para las últimas tres es Positiva considerable.

Asociación entre variables

Los cuadros con los resultados de la correlación de Spearman se presentan en el Anexo 2. Se observa que la variable principal y las variables secundarias son independientes ($p > ,05$). Esto ocurre en los dos paneles de expertos y para todas las actividades.

Análisis de Componentes Principales

Se realizaron tres Análisis de Componentes Principales (ACP) para las variables consideradas (principal y secundarias). El primero de los ACP se realizó con los datos del panel de expertos 1, el segundo con los del panel de expertos 2 y el último con los datos de ambos paneles. De cada uno de los ACP se pueden extraer dos componentes principales. Todos los ACP fueron realizados con rotación Varimax y para la retención de los componentes se tuvo en cuenta el criterio de Kaiser y el análisis del gráfico de sedimentación. En la Tabla 5 se presenta el estadístico KMO para los ACP realizados.

Tabla 6

Estadístico KMO para los diferentes ACP realizados

ACP del panel:	KMO*
1	,349
2	,369
1 y 2	,737

Nota. *Estadístico Kaiser-Meyer-Olkin

El valor de significancia estadística del criterio de esfericidad de Bartlett's es $p < ,01$ en todos los casos.

En las Tablas 7 y 8 se presentan los estadísticos descriptivos, comunalidades y saturación para el panel de expertos 1 y 2 respectivamente. En la Tabla 9 se presentan los mismos datos para los paneles 1 y 2 (juntos).

Tabla 7

ACP de las variables (Estadísticos descriptivos, comunalidades y saturación) para el panel de expertos 1

Descripción	M	DT	H2	C1	C2
Fomenta las vocaciones científicas	3,55	,58	,92		,93
Estimula la apropiación de la cultura científica	3,26	,66	,66		,81
Desarrolla competencias	2,87	1,14	,98	,99	
Promueve el pensamiento científico	2,96	1,11	,99	,98	
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	3,40	,64	,91		,76
Será valorada positivamente	3,85	,39	,45		,65
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	2,66	,68	,93	,96	
Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico	2,29	,88	,88	,57	
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	2,94	1,11	,97	,97	
Varianza explicada factor (%)				50,73	34,69
Alfa de Cronbach				,82	,95
Varianza explicada total				85,42	

Nota. H2 = Comunalidad; C1 = Componente 1; C2 = Componente 2

Tabla 8

ACP de las variables (Estadísticos descriptivos, communalidades y saturación) para el panel de expertos 2

Descripción	M	DT	H2	C1	C2
Fomenta las vocaciones científicas	3,62	,58	,96		,97
Estimula la apropiación de la cultura científica	3,53	,33	,71		,84
Desarrolla competencias	3,06	,55	,94	,96	
Promueve el pensamiento científico	3,18	,44	,64	,79	
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	3,43	,50	,91		,95
Será valorada positivamente	3,81	,51	,81		,90
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	3,04	,41	,90	,85	
Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico	2,48	,55	,62	,75	
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	3,00	,34	,85	,91	
Varianza explicada factor (%)				46,06	35,50
Alfa de Cronbach				,93	,90
Varianza explicada total				81,56	

Nota. H2 = Comunalidad; C1 = Componente 1; C2 = Componente 2

Tabla 9

ACP de las variables (Estadísticos descriptivos, comunalidades y saturación) para el panel de expertos 1 y 2

Descripción	M	DT	H2	C1	C2
Fomenta las vocaciones científicas	3,58	,56	,94		,95
Estimula la apropiación de la cultura científica	3,39	,53	,60		,77
Desarrolla competencias	2,96	,88	,95	,97	
Promueve el pensamiento científico	3,07	,83	,91	,94	
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	3,41	,56	,90		,86
Será valorada positivamente	3,83	,44	,58		,75
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	2,85	,58	,88	,93	
Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico	2,39	,72	,74	,67	
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	3,00	,81	,94	,97	
Varianza explicada factor (%)				47,96	34,49
Alfa de Cronbach				,87	,94
Varianza explicada total				82,45	

Nota. H2 = Comunalidad; C1 = Componente 1; C2 = Componente 2

3.2.1.6 Discusión

Se define a los efectos de esta investigación, como ya se mencionó, que si las actividades están valoradas con más de 3 puntos en una variable esta última es considerada una característica positiva de la actividad y se asume que es una fortaleza. El valor 3 se encuentra en el punto medio de la escala Likert de 5 puntos utilizada para valorar. Se reitera (a los efectos de fundamentar el criterio utilizado) la vinculación de esta investigación con el estudio de Vázquez y Manassero (2008), que tiene objetivos similares a los de esta investigación y que asume que las valoraciones globales de los distintos ítems son positivas cuando la media se encuentra por encima

del punto medio (2,5) de la escala de 1 a 4 puntos empleada para valorar el grado de desacuerdo/acuerdo.

Caracterización general de las actividades

Los Ejercicios experimentales y los Talleres de ciencia fueron las actividades mejor valoradas. Ambos paneles entienden que fomentan todas las fortalezas definidas a los efectos de este estudio. Esto último está en línea con los resultados de algunos estudios que se han llevado a cabo para fundamentar la importancia que tienen las actividades experimentales en los procesos de enseñanza-aprendizaje en cuanto al desarrollo de habilidades de pensamiento, a la construcción del conocimiento científico (López y Tamayo, 2012) y a la promoción de diferentes aspectos de la metodología científica (Hodson, 2000; Wellington, 2000). Estas características de las actividades seguramente incidieron en las valoraciones que realizaron las y los expertos ya que, tal como fueron planteadas a los efectos de esta investigación, están centradas en el estudiante y con un enfoque inductivo (Prieto et al., 2014).

En cuanto a los Talleres de ciencia, en estas actividades las alumnas y los alumnos tienen un rol protagónico ya que son ellos mismos los que realizan los procedimientos y conducen sus propios aprendizajes. El docente se limita a ser el guía - facilitador, que las y los acompaña en las diferentes etapas, brindando las orientaciones que les permitan realizar las consignas (Ander – Egg, 1986).

El aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias y del pensamiento científico, así como de la curiosidad, el aumento de la motivación, el acercamiento a la ciencia aparecen tanto en las fortalezas como en el marco teórico de referencia consultado para este apartado por lo que se asume que son atributos de estas dos actividades y que en su conjunto fomentan las vocaciones científicas. Estas características de las actividades seguramente inciden en las valoraciones positivas que realizaron las expertas y los expertos.

Con relación a las fortalezas adicionales propuestas por algunas y algunos de los expertos para estas actividades: habilidad para el trabajo experimental, curiosidad, creatividad, trabajo en equipo y desarrollo de habilidades lingüísticas, algunas de ellas son competencias y otras son cualidades, también importantes para las tareas de naturaleza científica y para el desempeño general de las y los estudiantes en los diferentes niveles curriculares.

Acerca del Show de química, el panel de expertos 2 considera que fomenta todas las fortalezas definidas, mientras que para el panel de expertos 1 fomenta todas menos Estimula la apropiación de la cultura científica. Aquí también estamos frente a una actividad en la que las alumnas y los alumnos experimentan por sí solos, bajo la supervisión y orientación del docente, por lo que se entiende que la asignación de un gran número de fortalezas está relacionada con esa característica. La pequeña diferencia que se observa entre los paneles podría estar asociada a una concepción de cultura científica por parte de los expertos del panel 2, en la que se tiene en cuenta no solamente la adquisición en el aula de destrezas relacionadas con el método científico, sino que también se considera la aplicación de estos conocimientos para comprender diferentes fenómenos que ocurren alrededor. El docente de Enseñanza Media estaría más familiarizado con la definición de cultura científica aquí empleada y a eso se podría atribuir la pequeña discrepancia.

El Show de química, tal como fue diseñado, tiene componentes similares a los ejercicios experimentales y por ende todos los argumentos a favor de las prácticas de laboratorio aplican a esta actividad.

En cuanto a las fortalezas adicionales que esta actividad fomenta, algunas y algunos de los expertos entienden que se promueven tres fortalezas adicionales, una de las cuales también la desarrollan los ejercicios experimentales y los talleres de ciencias, aunque con una connotación más amplia para uno de los integrantes del panel de expertos 2, en este caso (se menciona como trabajo colaborativo en lugar de como lo menciona el experto del panel 1: trabajo en equipo). Las otras dos fortalezas agregadas son el Fomento de la oralidad y la Socialización, también relevantes para el alumnado debido a que son habilidades transversales a cualquier área del conocimiento.

La Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología, según el panel de expertos 1, fomenta todas las fortalezas, pero no Desarrolla competencias ni Potencia el desempeño exitoso en ciencias. El panel de expertos 2 opina lo mismo, pero considera que esta actividad tampoco Estimula el aprendizaje significativo de contenidos. Esto último podría estar sustentado en la visualización de estos espacios como lugares educativos no formales en los que el alumnado experimenta diversión (Seijo Echevarría, et al., 2010). Se podría pensar que las y los expertos entienden que prevalece el entretenimiento frente al desarrollo de otras competencias en el

alumnado ya que, en consonancia con eso, un miembro del panel de expertos 1 le asigna a esta actividad la fortaleza adicional de Promover la diversión.

Se observa que la cantidad de fortalezas asignadas por parte de las y los integrantes de ambos paneles de expertos están en línea con el marco teórico de referencia en cuanto al aprendizaje que alcanzan las y los estudiantes en ambientes extraescolares, como son los museos y centros de ciencia. Los autores destacan la importancia a la hora de favorecer los aprendizajes del alumnado (Falk y Storksdieck, 2005).

Las actividades en las que las y los estudiantes juegan un rol algo más pasivo tuvieron en general una asignación menor de fortalezas y se discuten a continuación.

Al Conversatorio con científicos y a la Visita a ferias de ciencias e ingeniería le fueron asignadas exactamente las mismas fortalezas. Para el panel de expertos 1: Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente. El panel de expertos 2 entiende que además Promueve el pensamiento científico. Esta fortaleza evidenciada por el panel podría estar relacionada con la oportunidad de conocer el trabajo que realizan las científicas y los científicos y cómo lo realizan, a través de la divulgación de su trabajo. La diferencia entre los paneles podría radicar en las distintas situaciones reales que pueden darse en estas actividades. Si el científico o la científica es capaz de transmitir la metodología con la que aborda una situación problema y los jóvenes son capaces de interpretar esa información y de extrapolarla a la comprensión de situaciones problema y/o fenómenos que ocurren a su alrededor, se podría promover, a largo plazo, una ruta de aproximación al conocimiento secuenciada y organizada, basada en la utilización de un pensamiento del tipo científico.

En cuanto a la similitud en las valoraciones de estas dos actividades, la misma podría estar dada por la posibilidad que ofrecen de encontrarse con científicas y científicos en esas visitas y dialogar sobre ciencia, más allá del recorrido por los stands. De acuerdo a la descripción que realiza la Facultad de Ciencias de la UdelaR sobre Latitud Ciencias, en esta feria se establecen espacios de intercambio sobre las carreras que dicta la Facultad, donde los liceales pueden conversar mano a mano con los científicos para saber qué implica hacer ciencia en Uruguay. Un objetivo similar tiene Ingeniería de Muestra de la Facultad de Ingeniería de la Udelar ya que en la

muestra diferentes investigadoras e investigadores exponen, de forma interactiva, sus proyectos a través de stands.

En cuanto a la Visita a facultades, el panel de expertos 1 considera que: Fomenta las vocaciones científicas; Estimula la apropiación de la cultura científica y Será valorada positivamente, mientras que el panel de expertos 2 considera que además Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia. Esta última fortaleza podría relacionarse con el hecho de que las actividades se llevan a cabo en ambientes que resultan novedosos para las y los estudiantes y están alejados de las exigencias y reglas propias de las instituciones educativas. En esta situación las y los estudiantes podrían sentir mayor disfrute por el conocimiento y como consecuencia se podría activar su motivación intrínseca. Como fortaleza adicional, uno de los expertos menciona la posibilidad de Familiarizarse con los futuros lugares de estudio, que es justamente uno de los objetivos asociados a la inclusión de esta actividad en el paquete y que, además, se sustenta en el marco teórico consultado (Swanson et al., 2019).

La actividad que forma parte del paquete fue diseñada para que las y los estudiantes realicen una sola visita a la facultad pues se tuvieron en cuenta otras variables como el costo asociado al traslado, la disponibilidad de docentes para acompañar a las alumnas y los alumnos a la visita, entre otros, por lo que podría asumirse que serían necesarias más instancias de participación para que le sean asignadas un número mayor de fortalezas.

En relación a la Ficha de trabajo, el panel de expertos 1 dice que: Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Será valorada positivamente y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos. El panel de expertos 2 entiende que: Estimula la apropiación de la cultura científica, Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos. Si bien esta actividad posee la mitad de las fortalezas definidas, existe coincidencia entre los paneles en tres de las fortalezas. Ninguno de los paneles valoró la variable principal como fortaleza y esta es la única actividad que fue valorada de esa manera. Para uno de los expertos del panel 2, la Ficha promueve la Relación con aspectos tecnológicos. Esto estaría basado en el hecho de que al diseñarla se buscó dotarla de interactividad, incluyendo para eso un código QR. Los lectores de estos códigos se pueden instalar en teléfonos celulares y estos dispositivos son altamente utilizados hoy en día por las y los estudiantes. Asimismo, se cuenta con evidencia de

la eficacia en su uso en el ámbito de la enseñanza (Lee et al., 2011; Siredicts et al., 2011 y Bonifacio, 2012).

Las fichas se utilizan tanto en la Enseñanza Media como en la superior por lo que seguramente las expertas y los expertos estén familiarizados con su implementación. Esto podría llevarlos a pensar que favorecen los aprendizajes significativos a través del desarrollo de diferentes habilidades, tal como sugiere el marco teórico de referencia (Alfaro y Chavarría, 2003).

En el resto de las actividades se observan mayores diferencias en las valoraciones de los paneles.

La Obra de teatro científico, para el panel de expertos 1: Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente, mientras que el panel de expertos 2 entiende que Estimula la apropiación de la cultura científica y que Será valorada positivamente. Se observa coincidencia en estas dos fortalezas, pero solamente el panel de expertos 1 considera que la variable principal es una fortaleza. Con relación a las fortalezas adicionales, un experto de cada uno de los paneles entiende que esta actividad Promueve la oralidad y uno de esos expertos le asigna además la cualidad de Promover el trabajo en equipo. Esto es coherente con las características de la actividad ya que para poner en marcha la obra es necesario asignar tareas y roles y las actrices y los actores tienen que poder expresarse adecuadamente en forma oral debido a que el libreto estaba confeccionado bajo el formato de diálogos. En cuanto a las cualidades de este recurso didáctico la investigación revisada (Blanco y González, 2015) también le asignó varios atributos y recomiendan su inclusión en el ámbito educativo, lo que está en línea con la consulta realizada.

El Juego de química, según el panel de expertos 1: Desarrolla competencias, Será valorado positivamente, Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos. El panel de expertos 2 entiende que esta actividad desarrolla más fortalezas, seis en total: Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Desarrolla competencias, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia, Será valorada positivamente y Potencia el desempeño exitoso en ciencias. Existe coincidencia en tres de las fortalezas y la variable principal solo ha sido considerada una fortaleza para el panel de expertos 2. El hecho de que el panel de expertos 2 le asigne más fortalezas a esta actividad

podría fundamentarse en el conocimiento de que algunos recursos que se utilizan en el aula, como por ejemplo el juego, desencadenan la motivación de las y los adolescentes, en especial la extrínseca. Cuando se implementó este recurso con estudiantes la media de la valoración alcanzó 4,5 puntos lo que confirma que jugar les gusta mucho. Además, se evidenció mucha motivación antes, durante y con posterioridad al juego. La motivación desencadenada podría propiciar oportunidades para el desarrollo de otras fortalezas. Si bien el panel de expertos conformado por docentes de Enseñanza Media no encontró que esta actividad Estimule el aprendizaje significativo de contenidos (la media se encuentra apenas por debajo del 3) se podría interpretar (dada la descripción de la actividad suministrada a los expertos) que esto se debe a que el juego se utilizó con el ánimo de incluir una actividad lúdica, dejando el trabajo con los contenidos curriculares en un segundo plano. Como fortaleza adicional, expertas y expertos de ambos paneles entienden que Promueven la recreación y la diversión. El juego es otro recurso más a profundizar, tanto en su diseño como en su implementación ya que, de acuerdo al marco teórico consultado, no existe suficiente evidencia sobre su uso en la enseñanza (Verduci, 2019).

La Visita a laboratorios, de acuerdo al panel de expertos 1: Fomenta las vocaciones científicas, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente. El panel de expertos 2 opina que además Estimula la apropiación de la cultura científica, Promueve el pensamiento científico y Potencia el desempeño exitoso en ciencias. La asignación de más fortalezas a esta actividad, por parte del panel de expertos 2, podría estar asociada a varios factores: en cuanto a la promoción del pensamiento científico, esta actividad, al igual que el Conversatorio y la Visita a ferias de ciencias e ingeniería, les brindaría la posibilidad de interactuar con científicas y científicos y por ende favorecer un tipo de pensamiento secuenciado y organizado; la apropiación de la cultura científica se daría en la medida que las y los estudiantes puedan evidenciar el importante papel que cumple la ciencia en la sociedad en las diferentes ramas de actuación; el desempeño exitoso en ciencias podría ocurrir como producto de todas fortalezas asignadas a esta actividad. Además, un miembro del panel de expertos 2 le asigna la fortaleza de Promover la visualización de la relación ciencia – sociedad, lo cual va de la mano con la valoración de la variable Estimula la apropiación de la cultura científica. No se han encontrado estudios sobre las visitas a laboratorios industriales en el marco de la educación formal, en específico sobre cómo

inciden en los procesos de enseñanza-aprendizaje ni el fomento de las vocaciones científicas.

Si bien no era objeto de este estudio determinar la posible aquiescencia, definida como la tendencia de los sujetos a responder de forma afirmativa con independencia del contenido, la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico, podría ser utilizada para ese fin ya que las expertas y los expertos de ambos paneles, en general, han valorado las actividades con puntajes menores a 3 en esta variable, mientras que esas actividades en el resto de las variables tienen puntajes mayores a 3. La valoración de las expertas y los expertos en esta variable es coherente con el modelo educativo planteado al diseñar el paquete. Ambos paneles coinciden en una valoración mayor que 3 para el Juego de química mientras que el panel de expertos 1 valoró con 3 o más la Ficha de trabajo y el panel de expertos 2 lo hizo con el Show de química. El Juego presenta una dinámica que requiere del uso de la memoria para completar con éxito la consigna y por ende incrementar el rendimiento en la asignatura. Si bien no se explicitaba en la descripción de la actividad esta característica, el tema formulación y nomenclatura requiere del uso de la memoria en alguna parte del proceso de aprendizaje. Ambos paneles realizaron la misma valoración en este sentido. En cuanto a la Ficha de trabajo, es también de esperar que, dado que el tema de la misma es Estructura atómica, se infiera que parte de la información deba ser memorizada para cumplir con las diferentes tareas propuestas y lograr una mejora en el rendimiento. El Show de química también requiere del uso de la memoria, ya que más allá de que las alumnas y los alumnos puedan comprender y explicar los diferentes fenómenos que ocurren en las actividades experimentales, la presentación frente a sus pares o tutores en el marco de una actividad especial supone una exigencia extra y posiblemente requieran apoyarse en esta facultad para que la presentación sea realizada con éxito.

La variable Integración de la ciencia a lo cotidiano, sugerida por uno de los expertos, fue considerada una fortaleza para todas las actividades por dicho experto. Esta característica de las actividades resulta interesante a la hora de disminuir la brecha entre la ciencia y la vida cotidiana de las personas. El acercamiento y la integración podrían ser un factor que favorezca el interés por la ciencia y la tecnología y que eso redunde en un aumento de las vocaciones científicas.

Acerca de la inclusión de fortalezas adicionales por parte de las expertas y los expertos

Luego de realizar el relevamiento de los cuestionarios, y profundizando sobre algunos aspectos de las fortalezas incluidas por las expertas y los expertos surgieron algunas inquietudes. Al sugerir que algunas de las actividades promueven el aprender a trabajar con otros, la oralidad, la socialización del estudiante, o que desarrollan habilidades para el trabajo experimental de laboratorio ¿consideran las y los expertos que estas fortalezas están contempladas cuando valoran si las actividades desarrollan o no competencias?

Algo similar ocurre cuando uno de los expertos menciona que el Juego de Química fomenta lo recreativo: ¿esta fortaleza, estaría incluida cuando se le asigna un valor a la variable Será valorada positivamente?

La fortaleza Integración de la ciencia a lo cotidiano, agregada por uno de los expertos, ¿está contemplada cuando se valora si las actividades estimulan la apropiación de la cultura científica? Consultados las expertas y los expertos sobre la primera pregunta, manifiestan que las competencias sugeridas están contempladas al valorar la variable Desarrolla competencias, y que al agregarlas quisieron explicitar algunos atributos que las actividades podrían promover. Sin embargo, uno de los expertos menciona que “depende de cómo se interprete el concepto de competencia, ya que se podría inferir que el desarrollo de competencias estaría relacionado estrictamente a la materia y a sus contenidos y objetivos de aprendizaje específicos”.

Por otro lado, para la segunda pregunta el experto confirma que el aspecto recreativo del Juego está implícito en la valoración de la variable Será valorada positivamente. Por último, ante la tercera pregunta el experto entiende que integrar la ciencia a lo cotidiano promovería la estimulación de la cultura científica.

A la luz de los resultados obtenidos se observa que por un lado las variables definidas en este estudio abarcan todas las fortalezas enumeradas por las expertas y los expertos. Sin embargo, se presentan algunas dudas en cuanto a cómo delimitar el concepto de competencia, a pesar de que se facilitó un marco teórico de referencia. La inclusión de características adicionales a algunas de las actividades podría llevar a considerar que la variable Desarrolla competencias es factible de ser descompuesta en otras variables más específicas, relacionadas tanto con contenidos procedimentales, como conceptuales y actitudinales. Por otro lado, en consonancia

con lo anterior, esta variable podría haber estado subvalorada en algunas de las actividades.

Agrupación de fortalezas

Los ACP realizados agrupan las fortalezas en dos subgrupos. El primero está conformado por las variables Fomenta las vocaciones científicas, Estimula la apropiación de la cultura científica, Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia y Será valorada positivamente. El segundo por las variables Desarrolla competencias, Promueve el pensamiento científico, Potencia el desempeño exitoso en ciencias, Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos.

De acuerdo al marco teórico consultado (Coll et al., 1992; Pozo y Gómez, 1998; Díaz - Barriga y Hernández, 2002) y a los resultados de los ACP realizados se evidencia que sería útil establecer dos grupos de fortalezas para el paquete de actividades. De esa manera la investigación se sustentaría en un marco conceptual que se aborda con profundidad en el ámbito educativo formal, en las diferentes etapas de la carrera de profesorado.

Por un lado, tendríamos las fortalezas actitudinales, que quedan definidas por las variables del primer subgrupo. Según Vázquez y Manassero (1997) las actitudes favorecen o dificultan en aprendizaje y, a la vez, son determinantes frente al rendimiento académico. La búsqueda bibliográfica destaca, asimismo, el importante rol de las actitudes en el plano comportamental, cognitivo y afectivo de las personas (Bednar y Lieve, 2002; Kind et al., 2007; Díaz - Barriga y Hernández, 2002). Si el cuerpo docente tiene la posibilidad de intervenir diseñando y poniendo en práctica actividades a medida, especialmente preparadas para el alumnado de enseñanza media básica (teniendo en cuenta sus intereses, capacidades y atendiendo a la diversidad, entre otros) se podría favorecer la adquisición de actitudes positivas hacia la ciencia. Del análisis de las encuestas finales que las alumnas y los alumnos completaron en los diferentes años en los que se desarrolló la investigación (ver los resultados de la sección Estudio exploratorio y Estudio confirmatorio) se observa que las actividades cuentan con un alto nivel de aceptación y se evidenció un aumento de la motivación del alumnado a lo largo del año lectivo. Con relación al estímulo de la cultura científica, se espera que la introducción en el aula de temas que son

controvertidos (como por ejemplo la instalación de una planta de energía nuclear en un país, la manipulación genética de alimentos, entre otros) fomente la reflexión en torno a cuestiones que son sensibles para la población y que prepare a las alumnas y los alumnos para que adopten una postura crítica a la hora de manifestar opiniones y tomar decisiones. Por eso tiene sentido que esta variable integre el grupo de las fortalezas actitudinales.

Sería útil en futuros estudios tener en cuenta este conglomerado de variables a la hora de planificar actividades cuyos objetivos sean incrementar el interés por la ciencia y fomentar las vocaciones científicas de las y los jóvenes.

El segundo subgrupo de variables, de acuerdo al marco teórico consultado, se visualizan como variables procedimentales y de aprendizaje ya que están vinculadas tanto con el Saber procedimental como con el Saber qué. Coll et al. (1992) entienden que el saber procedimental es del tipo práctico y que implica poner en marcha estrategias, técnicas, habilidades y destrezas que se dirigen a la consecución de una meta determinada. En ese sentido resulta adecuado incluir, dentro de estas fortalezas, a las variables Desarrolla competencias y Promueve el pensamiento científico ya que brindarían herramientas para que el alumnado pueda resolver las diferentes consignas implícitas en las actividades del paquete, tal como se menciona en el marco teórico de referencia. Como consecuencia del desarrollo de habilidades y destrezas se potenciaría el desempeño exitoso en las clases de ciencias (en particular de química) y se estimularía el aprendizaje significativo de contenidos, que es el resultado esperado de todo proceso de enseñanza-aprendizaje. Esa podría ser la causa de que estas dos variables (Potencia el desempeño exitoso en ciencias y Estimula el aprendizaje significativo de contenidos) junto con la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico conformen el segundo subgrupo en los ACP realizados.

Asociación entre las valoraciones de los dos paneles de expertos

En función de los resultados obtenidos se observa que las valoraciones de los paneles de expertos (para el global de las actividades) se encuentran asociadas en seis de las nueve variables consideradas. Para los casos en que no existe tal asociación se podría asumir que esta diferencia está dada tanto por aspectos didácticos implícitos en la puesta en práctica de las actividades, así como también por las ideas previas

que las expertas y los expertos pudieran tener en relación a los diferentes constructos involucrados.

3.2.2 Estudio exploratorio

3.2.2.1 Participantes

Las y los participantes son estudiantes de 3er año de C.B.U. de dos liceos públicos de Montevideo. Debido a que el estudio se realizó en dos años lectivos (2012 y 2013), y que las muestras son diferentes, se presenta la información segmentada en función del año lectivo.

La muestra la componen estudiantes de los grupos de los que la autora de esta tesis es la docente de Química de todo el año lectivo. La elección de los grupos no es intencional ya que queda sujeta a la oferta de grupos cuando se realiza la elección de horas (al comienzo de cada año lectivo). Es decir, es un muestro por conveniencia que corresponde a un tipo de muestreo no probabilístico.

Año 2012

La muestra inicial estaba compuesta por 114 estudiantes pertenecientes a 4 grupos de 3er año de C.B.U. del turno matutino de un liceo ubicado en el barrio Aguada (durante el año 2012 y hasta mediados del 2014 el liceo estuvo en obras, funcionando en el barrio Cordón pero manteniendo su alumnado del barrio de origen). El liceo es una institución dependiente de la Dirección General de Educación Secundaria (DGES) de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP).

Los grupos 1 y 4 estaban formados por 29 estudiantes mientras que los grupos 2 y 3 por 28 estudiantes. Al finalizar el año lectivo la muestra estaba compuesta por 102 estudiantes, siendo la distribución por grupos la siguiente: el grupo 1 estaba integrado por 25 estudiantes, el grupo 2 por 28 estudiantes, el grupo 3 por 26 y el 4 por 23.

En cuanto a la distribución por género del alumnado al comienzo del año lectivo, 59 personas se identifican con el género femenino, lo que representa el 51,8% y 55 personas se identifican con el género masculino, lo que representa el 48,2%.

El test ANOVA no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las edades de los grupos ($p = ,39$).

Desde el punto de vista estadístico, las edades de los grupos se distribuyen de forma normal. En consecuencia se tabula a continuación la media observada para cada grupo.

Tabla 10

Media y desvío de las edades de las alumnas y los alumnos de los diferentes grupos (expresada en años)

Grupo	Media y desvío de la edad
1	14,83 $\pm$ 0,92
2	14,36 $\pm$ 0,91
3	14,67 $\pm$ 1,07
4	14,68 $\pm$ 1,15

En relación a la definición del grupo control y de los experimentales, tal como se explica más adelante, el grupo 2 fue tomado como grupo control.

Año 2013

La muestra inicial estaba compuesta por 100 estudiantes pertenecientes a 4 grupos de 3er año de C.B.U. del turno matutino de un liceo ubicado en el barrio Curva de Maroñas. El liceo es una institución dependiente de la Dirección General de Educación Secundaria (DGES) de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP).

El grupo 1 estaba formado por 25 estudiantes, los grupos 2 y 3 por 26 estudiantes y el grupo 4 estaba formado por 23 estudiantes. Al finalizar el año lectivo la muestra estaba compuesta por 75 estudiantes, siendo la distribución de los grupos la siguiente: el grupo 1 estaba integrado por 22 estudiantes, los grupos 2 y 4 por 16 estudiantes y el grupo 3 por 21 estudiantes.

En cuanto a la distribución por género de las y los estudiantes al comienzo del año lectivo, 51 se identifican con el género femenino, lo que representa el 51,0% y 49 se identifican con el género masculino, lo que representa el 49,0%.

Las edades de las alumnas y los alumnos no se ajustan a una distribución normal, observándose que los alumnos de los grupos 3 y 4 tienen edades mayores que los alumnos de los grupos 1 y 2.

Debido a la distribución de los datos, se informan en este caso las medianas y el rango de edad de cada grupo.

Tabla 11

Medianas y rango de edad de las alumnas y los alumnos de los diferentes grupos (expresada en años)

Grupo	Mediana y rango de la edad (años)
1	14 (14 -17)
2	14 (13 -17)
3	14 (14 -17)
4	16 (14 -17)

En relación a la definición del grupo control y de los experimentales, tal como se explica más adelante, el grupo 1 fue tomado como grupo control.

3.2.2.2 Instrumentos

En esta etapa se implementan dos tipos de instrumentos, los que se describen a continuación.

Instrumentos de evaluación psicológica

La base de datos de este estudio exploratorio surge de la implementación de una encuesta previa y una posterior a la realización de la intervención (llamadas encuesta inicial y encuesta final). Ambos cuestionarios contenían preguntas principales comunes.

Para confeccionar el formulario inicial se tomó como insumo la Encuesta sobre Percepción de los Jóvenes sobre la Ciencia y la Profesión Científica, como se mencionó anteriormente (ANII, 2009). Del formulario original se seleccionaron y adaptaron 15 ítems de un total de 39. Se definió aplicar una encuesta reducida debido

a que el alumnado cursa estudios en 3ero. de C.B.U. y por eso se entendió que la extensión de la encuesta podría ser una limitante a la hora de completarla y que seguramente no se lograría recolectar toda la información requerida. Asimismo, en la selección y adaptación de los ítems se tuvieron en cuenta aquellos que estaban en línea con el objetivo de la investigación. La encuesta inicial y final se describen a continuación.

Encuesta inicial

Contiene 9 preguntas abiertas de respuesta corta; 1 pregunta cerrada con opciones de respuesta medidas en una escala Likert de 5 puntos (Corbetta, 2007) donde 1 = No me gusta nada y 5 = Me gusta mucho; 5 preguntas cerradas con opciones para marcar (una o más de una de una lista). En algunas de estas últimas preguntas se les facilita un espacio adicional para brindar más información que complementa la/s opción/es marcadas.

Las preguntas hacen referencia a las siguientes variables: edad, género, nivel educativo de las madres, de los padres, de las y los tutores, gusto por las diferentes asignaturas de segundo año de C.B.U., interés por cursar una carrera, elección de carreras científicas para estudiar, conocimiento de diferentes profesiones e identificación de profesiones científicas, cómo se imaginan a las científicas y los científicos, identificación de científicas y científicos famosos, vocación científica de sus pares, conocimiento de la oferta académica para estudiar ciencias.

Para analizar la variable nivel educativo (de las madres, los padres, las tutoras y los tutores) se consideró como máximo a aquel nivel que se cursó de manera completa. Cabe aclarar que estos datos corresponden a declaraciones de las alumnas y los alumnos con respecto a la educación de sus madres, padres, tutoras o tutores volcados en esta encuesta.

Encuesta final

Contiene 2 preguntas abiertas de respuesta corta; 1 pregunta cerrada con opciones de respuesta medidas en la escala Likert de 5 puntos donde 1 = No me gusta nada y 5 = Me gusta mucho (en los grupos intervenidos esta pregunta contenía más ítems a valorar dado que se realizaron actividades adicionales); 3 preguntas cerradas con opciones para marcar (una o más de una de una lista). En algunas de estas últimas

preguntas se les facilita un espacio adicional para brindar más información que complemente la/s opción/opciones marcadas.

Las encuestas inicial y final se encuentran en el Anexo 3.

Instrumentos didácticos

Se describen a continuación las diferentes actividades implementadas con el alumnado en la clase de Química.

Se presenta a continuación una selección de las mismas, la que surge de revisar el trabajo de referentes en el tema. La elección de las actividades se fundamenta en su potencial para favorecer las actitudes positivas hacia la ciencia, las competencias, el aprendizaje y el fomento de las vocaciones científicas.

1) Fichas de trabajo para actividades de aula y para salidas didácticas (en los Anexos 4, 5 y 6 se encuentran las fichas 1, 2 y 3)

2) Salidas didácticas a los siguientes sitios de interés:

Planta industrial de COUSA

El año 2012 fue declarado por UNESCO Año Internacional de la Energía Sostenible para todos. En ese marco se planificó una salida didáctica a la planta industrial de COUSA (compañía oleaginosa uruguaya referente a nivel regional, que produce y comercializa aceites y sus derivados. Desde el año 2009 produce además biodiesel). Mediante esta actividad se buscó que el alumnado conociera una planta industrial y los procesos que allí se realizan. También se las y los orientó para que pudieran reconocer procedimientos de laboratorio practicados en el curso y aplicados a un producto industrial en mayor escala, buscando generar conocimiento acerca del trabajo que se realiza en las diferentes industrias de nuestro país. Asimismo, se aspiró a que el alumnado evidenciara la importancia de la formación para realizar las diferentes tareas en la industria. La visita constó de una charla acerca de los procedimientos industriales que se realizan en la planta con énfasis en la producción de biodiesel, una recorrida por la planta industrial, visitas a los laboratorios de

producción y análisis de biodiesel, y una actividad sobre control de calidad de los procesos.

Facultad de Ciencias

Una pregunta formulada por una alumna sobre los alimentos transgénicos motivó la coordinación de una salida didáctica a la Facultad de Ciencias. Durante la visita el alumnado recibió información acerca de los alimentos transgénicos, por parte de un especialista en el tema y además tuvieron la posibilidad de entrevistarlos, formulando algunas preguntas que se encontraban en la ficha y otras que elaboraron ellos en base a sus intereses: ¿qué carreras se estudian en la facultad?, ¿cuál es la duración de las carreras?, ¿qué hace un físico/ una física?, entre otras. Asimismo, pudieron visitar el laboratorio del especialista y manipular algunos materiales e instrumentos vinculados con las líneas de investigación que la facultad desarrolla en ese tema.

Espacio Ciencia

La finalidad de esta salida didáctica fue la de utilizar los recursos del centro interactivo de ciencia y tecnología para despertar la curiosidad del alumnado por los diferentes fenómenos científicos y poder reafirmar algunos aspectos de la metodología científica trabajados en clase como ser la observación, la formulación de preguntas y el planteo de hipótesis, entre otros. Las exhibiciones recorridas fueron: Viaje a la Antártida (simulación de un viaje al continente antártico). A lo largo del mismo las y los estudiantes recibieron información acerca de la flora y la fauna antártica y conocieron cuál es la misión de la base científica uruguaya y las principales líneas de investigación que se llevan a cabo; Área Física (módulos interactivos a través de los cuales se abordaron diversos fenómenos como ser la electricidad y el magnetismo, la reflexión y la refracción de la luz, la fuerza, el movimiento, las ondas y el sonido); Usá tu energía (actividades interactivas que dieron a conocer las fuentes de energía renovables que se utilizan en nuestro país y consejos para utilizar la energía de manera eficiente).

3) Juego sobre el tema Óxidos

Se puso en práctica con el alumnado el juego sobre formulación y nomenclatura de óxidos. Se confeccionaron tarjetas de cartón con la fórmula de un óxido, siendo quince

óxidos en total. Asimismo, se preparó una lista con la fórmula y el nombre de cada uno. Se trabajó con el Sistema Stock de formulación y nomenclatura. El juego implica conformar cuatro equipos de trabajo. Se eligió un/a alumno/a como capitán del equipo y cada equipo recibió la lista de óxidos y dispuso de cinco minutos para memorizar la fórmula y el nombre de cada óxido. Posteriormente se les retiró la lista y a continuación la docente fue nombrando cada uno de los óxidos y los integrantes del equipo debían buscar entre las tarjetas la que correspondía a la fórmula correcta. El capitán tomaba la tarjeta y la levantaba. El equipo que levantara la tarjeta correcta primero era el ganador y recibía un punto. Como actividad previa a la realización del juego se presentaron diferentes fórmulas de óxidos observando las similitudes y diferencias entre las mismas.

4) Actividades experimentales

Se realizaron una serie de actividades experimentales previamente desarrolladas por el equipo de Química d+ (Facultad de Química, UdelaR). En base al perfil del alumnado de enseñanza media básica, se seleccionaron, practicaron e implementaron algunas de esas actividades experimentales. El entrenamiento en estas actividades se realizó en el marco de la pasantía de esta tesis. Asimismo, se prepararon y pusieron a punto actividades nuevas. Las mismas se realizaron en diferentes momentos del año lectivo, en algunas oportunidades para introducir temas, como, por ejemplo, reacciones químicas y, en otras, se utilizaron para captar la atención y motivar al alumnado. Las actividades son las siguientes:

- Extracción del ADN de vegetales
- Halloween (dos reacciones químicas secuenciadas que se evidencian por cambios en el color de la solución)
- Arcoíris químico (combinación de reactivos indicadores en soluciones de diferentes medios)
- Tintas mágicas (revelado de mensajes por formación de complejos coloreados)
- Botella azul (oxidación de la glucosa en medio básico).
- Oráculo químico (revelado de mensajes por la reacción entre el almidón y el yodo)
- Pasta de dientes de elefante (descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno)
- Volcán químico (reacción exotérmica entre el permanganato de potasio y la glicerina)

En el año 2013 se sumó a la lista de actividades experimentales la fabricación de un gel para el cabello.

5) Actividades sobre el tema Átomos

La actividad principal es el experimento llamado Aliento de Dragón. Esta actividad se adaptó para las y los estudiantes de 3er. año de C.B.U (Silveira, Queirolo, Rodríguez-Ayán y Torres, 2012). Resulta muy novedosa para el alumnado ya que la llama de un soplete o mechero Bunsen se torna de colores al ser asperjada con soluciones hidroalcohólicas de diferentes sales. Para realizar el experimento se eligieron sales de elementos que muestran colores llamativos a la llama como el fucsia (sal de litio), el verde intenso (sal de cobre) o el rojo (sal de estroncio). Las y los estudiantes se dividieron en 5 equipos y cada uno de los equipos preparó una solución de una sal diferente (litio, cobre, estroncio, potasio y calcio). La solución preparada se colocó en un frasco con aspersor y se rotuló. Una vez preparadas todas las soluciones se procedió a asperjar la llama del mechero, trabajando las y los estudiantes con la ayuda de la profesora. Luego del experimento se construyó, junto al alumnado, la explicación del fenómeno y se generalizó, aplicando los conocimientos a situaciones de la vida cotidiana. Cabe aclarar que en el año 2013 se complementó la ficha con una presentación Prezi. En la presentación se ahondó en el estudio de la estructura atómica, desde la perspectiva histórica.

6) Proyecto final: show de química

La consigna del proyecto de fin de año se presentó en el mes de julio y consistió en la puesta a punto, realización y explicación de una actividad experimental por parte de las y los estudiantes (trabajando en equipos conformados para tal fin), a ser presentada en la fiesta de cierre de cursos. Se orientó al alumnado brindándoles bibliografía para que pudieran seleccionar una actividad acorde a los conceptos que manejan, con materiales y reactivos accesibles en cuanto a la disponibilidad y al aspecto económico, que implicara la utilización de sustancias permitidas y sin correr riesgos en la manipulación. Las y los estudiantes fueron orientados en todo momento por la docente así como también por la ayudante de laboratorio, quien facilitó el acceso al laboratorio liceal para realizar ensayos de las actividades y suministró

material y reactivos. En la fiesta de cierre de cursos, las y los estudiantes presentaron en equipos su proyecto y algunas de las actividades realizadas a lo largo del año. También se realizaron demostraciones con nitrógeno líquido para enriquecer el show. Las actividades presentadas por los alumnos fueron:

- Extintor casero (reacción entre el bicarbonato de sodio y el ácido acético)
- Dulce mezcla (oxidación de la glucosa con permanganato de potasio en medio básico)
- Hielo instantáneo (cristalización del acetato de sodio)
- Nieve artificial (hidratación del poliacrilato de sodio)
- Halloween
- Pasta de dientes de elefante
- Tintas mágicas

7) Proyecto final: obra de teatro

La consigna fue realizar una obra de teatro sobre la vida de María Skłodowska con el objetivo de divulgar algunos de sus descubrimientos e investigaciones así como también aspectos de su vida personal. Se trabajó en base a un libreto elaborado por el alumnado del liceo 20 de Montevideo, quienes realizaron una obra de teatro sobre esta temática en el año 2011, en el marco del Año Internacional de la Química. El libreto se adaptó en función de los intereses de las y los estudiantes quienes asumieron diferentes roles (actrices, actores, etc.), realizaron la selección del vestuario y elaboraron afiches de promoción de la actividad así como folletos para entregar a las y los espectadores.

Durante la obra de teatro las actrices y los actores pusieron en práctica varias de las actividades experimentales realizadas en el correr del año. Se seleccionaron aquellas que se ajustaban a la temática de la obra y que pudieran captar la atención de las y los espectadores. Para enriquecer la puesta en escena se realizó una representación del mineral pechblenda, utilizando una sustancia fosforescente.

8) Ejercicios y problemas propuestos

En cuanto a los ejercicios y problemas propuestos si bien no se realizó un desarrollo específico, se buscó evitar la utilización de procedimientos memorísticos, por parte

del alumnado, a la hora de resolver consignas. En ese sentido se elaboraron, en varias instancias, preguntas que admitieran respuestas abiertas y que propiciaran espacios de intercambio y debate entre las y los estudiantes. Se implementaron metodologías activas de enseñanza, apoyadas por estrategias didácticas como el Aprendizaje Basado en Problemas o el Aprendizaje Basado en Proyectos. Asimismo, se compartieron diferentes formas de abordar un problema, participando tanto la docente como las y los estudiantes en las exposiciones y discusiones de los procedimientos para arribar a una solución. Las consignas estaban orientadas, en gran parte de los casos, al trabajo en equipo, conformados por alumnas y alumnos que pudieran auxiliar a sus pares en la resolución de los problemas.

A continuación en la Tabla 12 se segmentan las actividades en función del año lectivo en que se pusieron en práctica.

Tabla 12

Actividades implementadas en los grupos experimentales (3 grupos en cada año lectivo) y año en el que se aplicaron

Nombre	Año de implementación
Salida didáctica a la planta industrial de COUSA	2012
Salida didáctica a la Facultad de Ciencias	2012
Salida didáctica al centro interactivo Espacio Ciencia	2013
Juego sobre nomenclatura y formulación	2012-2013
Actividades experimentales novedosas	2012-2013
Actividades sobre el tema átomos	2012-2013
Proyecto final: show de química	2012
Proyecto final: obra de teatro	2013

3.2.2.3 Procedimiento

Se aplicó una encuesta inicial durante la tercera y la cuarta semana de clase, una vez que los grupos se terminaron de conformar y de consolidar.

Con los datos obtenidos en las encuestas y la valoración cualitativa de otros factores (motivación del grupo en la clase de química al comenzar el año lectivo y comportamiento grupal) se identificó al grupo que tenía la mayor vocación científica

al comienzo del año lectivo. La elección del grupo control buscó obtener resultados realistas sobre las intervenciones. Se elige de esta manera el grupo que presenta al inicio una mejor expectativa en cuanto al desempeño general en la asignatura y al desarrollo de las vocaciones científicas. En el grupo control no se realizaron las actividades adicionales propuestas con excepción de las salidas didácticas. Debido a aspectos relacionados con la organización liceal se realizaron las salidas con todos los grupos, de manera de no afectar el normal funcionamiento de las clases. Cabe aclarar que en el grupo control no se aplicaron las fichas didácticas preparadas para cada salida.

Las actividades propuestas se aplicaron entonces en 3 de los 4 grupos dictados cada año. Algunas de estas actividades ya estaban planificadas al comienzo del año lectivo.

Las actividades realizadas son las siguientes: salida didáctica a la planta industrial de COUSA; salida didáctica a la Facultad de Ciencias; salida didáctica al centro interactivo Espacio Ciencia; juego sobre nomenclatura y formulación; actividades experimentales novedosas; actividades sobre el tema Átomos; proyecto final (show de química y obra de teatro).

La encuesta final se aplicó durante las dos últimas semanas de clase.

Las encuestas no fueron obligatorias, fueron anónimas y las y los estudiantes estaban informados de la investigación que se estaba llevando a cabo.

3.2.2.4 Análisis estadísticos

Para analizar y procesar los resultados se utilizó el software PSPP, versión 0.9. Se realizó un estudio descriptivo para la edad del alumnado de los diferentes grupos.

En primera instancia se analizó si las edades de las y los estudiantes de los grupos se ajustaban a una distribución normal. En aquellos grupos cuyas edades seguían una distribución normal se realizó una comparación mediante el modelo ANOVA entre los 4 grupos para saber si existían diferencias entre las medias de las edades. Asimismo, se realizó un estudio descriptivo para el nivel educativo de las madres, los padres, las tutoras y los tutores.

Se analizó el contenido de las respuestas y se buscó patrones para clasificar la imagen que el alumnado tiene de las y los científicos y las razones de por qué consideran de que una carrera científica no es atractiva para sus pares.

En cuanto a la vocación científica, debido a que no se hizo un seguimiento de cada individuo antes y después de la intervención, se realizó el test de hipótesis de Kruskal-Wallis para contrastar si la vocación científica (tanto la inicial como la final) era la misma en los distintos grupos. Se tomó como indicador si las alumnas y los alumnos eligieron en las encuestas (inicial y final) al menos una carrera científica (biología, física, química e ingeniería) frente a la pregunta ¿Qué carrera/s te gustaría estudiar luego de finalizada la enseñanza media? Los indicadores cualitativos de la vocación fueron la disposición hacia el trabajo y el interés hacia diferentes fenómenos científicos y hacia la búsqueda de respuestas.

En la encuesta posterior a la intervención (encuesta final) se agregaron dos preguntas, que apuntaban a valorar la intervención en los grupos en los que se pusieron en práctica las diferentes actividades.

3.2.2.5 Resultados

Dado que la investigación se realizó en dos años lectivos diferentes se presentan los resultados en función del año lectivo en que se realizó.

Año 2012

Grupo control y grupos experimentales

Debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a la respuesta a la pregunta ¿Qué carrera/s te gustaría estudiar luego de finalizada la enseñanza media? (como se mencionó anteriormente), se tomaron algunos indicadores cualitativos a los efectos de seleccionar al grupo 2 como control. Este grupo se caracterizó por tener a las y los estudiantes juntos desde el nivel preescolar ya que formaban parte de un proyecto educativo que se estaba implementando, relacionado con el idioma inglés. Como consecuencia, el grupo trabajaba muy bien en equipo, se apoyaban y motivaban los unos a los otros, generando un muy buen clima de clase.

Nivel educativo de las madres/ los padres/ las tutoras/ los tutores

Tanto los padres como las madres, los tutores y las tutoras en general, han completado apenas la enseñanza primaria siendo muy pocos los que han finalizado estudios terciarios.

Los antecedentes educativos de las madres, los padres, las tutoras y los tutores se resumen en la Tabla 13 observándose mejores antecedentes educativos para los padres que para las madres.

Tabla 13

Distribución porcentual del máximo nivel de estudios completos según el género de los padres, madres, tutoras o tutores

G	Padre/tutor					Madre/tutora				
	Máximo nivel de estudios completos					Máximo nivel de estudios completos				
	Secundaria/		No sabe/			Secundaria/		No sabe/		
	Primaria	Técnica	Terciaria	No contesta	Total	Primaria	Técnica	Terciaria	No contesta	Total
1	65,5	20,7	6,9	6,9	100	65,6	17,2	0,0	17,2	100
2	39,3	39,3	14,3	7,1	100	35,7	32,1	17,9	14,3	100
3	46,4	35,7	0,0	17,9	100	50,0	32,1	3,6	14,3	100
4	42,9	50,0	0,0	7,1	100	42,9	39,3	7,1	10,7	100

Afinidad por las asignaturas de 2do. año de C.B.U.

Se tomó las valoraciones correspondientes a las asignaturas ciencias físicas, biológica, matemática e informática. La Tabla 14 muestra los promedios obtenidos en cada grupo:

Tabla 14

Valoraciones promedio de las asignaturas en los diferentes grupos

Asignaturas	1	2	3	4
Ciencias físicas	3,1 ± 0,9	3,4 ± 1,1	3,4 ± 0,8	3,0 ± 1,2
Biología	2,9 ± 1,2	2,9 ± 0,8	2,9 ± 0,9	3,0 ± 1,1
Matemática	3,0 ± 1,0	3,4 ± 0,9	2,3 ± 0,8	2,7 ± 1,0
Informática	3,9 ± 0,9	3,3 ± 1,2	3,7 ± 1,1	2,6 ± 1,0

Imagen de las científicas y de los científicos

En relación a cómo se imaginan a las científicas y los científicos la búsqueda de patrones en la que dos observadores (de forma independiente) analizaron las respuestas obtenidas permitió clasificar las mismas (N = 87, 76,3%) en cinco categorías:

- 1) Aquellas que hacen referencia a su aspecto físico: de túnica o bata blanca, lentes, tapabocas, entre otros (n = 33, 37,9%).
- 2) Aquellas que hacen referencia a las actividades que realiza: en el laboratorio experimentando, formulando teorías, rodeado de material de laboratorio, haciendo descubrimientos o inventos, entre otros (n = 31, 35,6%).
- 3) Aquellas que hacen referencia a aspectos cognitivos: sabio, inteligente, culto, estudioso, entre otros (n = 18, 20,7%).
- 4) Aquellas que hacen referencia a los gustos o preferencias de quienes deciden hacer ciencia: le apasiona y por eso dedica su vida a eso, le encanta experimentar, entre otros (n = 3, 3,4%).
- 5) Aquellas que lo vinculan directamente con un científico famoso: Albert Einstein (n = 2, 2,3%).

El 54,4% de las y los estudiantes (N = 62) conoce y puede nombrar a alguna científica o a algún científico famoso, en su amplia mayoría del género masculino (N = 58, 93,5%) mientras que una cantidad mucho menor nombra al menos una del género femenino (N = 4, 6,5%). El científico más nombrado es Albert Einstein (N = 46, 74,2%) seguido de Isaac Newton (N = 12, 19,4%). La científica nombrada es María Skłodowska. En cuanto a las nacionalidades todas corresponden a científicas y científicos extranjeros.

Vocación científica de las y los pares

En cuanto a por qué las y los estudiantes consideran que una carrera científica no es atractiva para alguno/as de sus compañeros/as la búsqueda de patrones permite clasificar las respuestas obtenidas (N = 81, 71,1%) en cuatro categorías:

- 1) Aquellas que hacen referencia al gusto o al interés: supongo que no tienen interés en la materia, no creo que les guste mucho trabajar en un laboratorio, no les gusta nada la ciencia, les parece aburrida una carrera científica, entre otros (n = 35, 43,2%).
- 2) Aquellas que hacen referencia a la dificultad: es complicada, tenés que inventar cosas y todo tiene que quedar perfecto, requiere de mucho estudio y hay cosas difíciles que a ellas y ellos les cuesta, no los veo que anden bien, no les veo que tengan cabeza para algo así, entre otros (n = 34, 42,0%).
- 3) Aquellas que hacen referencia a la duración: es una carrera larga, la mayoría hoy apenas termina 6to., no querrán estudiar una carrera tan duradera, entre otros (n = 8, 9,9%).
- 4) Aquellas que hacen referencia a estereotipos en torno a la ciencia: decir el nombre científico te hace retroceder a las películas, esos que andan siempre fisurándose con experimentos y viven para eso, la ciencia no es algo común, entre otros (n = 3, 3,8%).

Una respuesta hace referencia a que les hace falta tiempo para decidir: la mayoría no tiene decidido a qué se quiere dedicar todavía.

Elección de carreras científicas al inicio y final del año lectivo

El test de Kruskal-Wallis entre los grupos no arrojó diferencias significativas de orientación científica al inicio del año lectivo ($H = 2,518$; $gl = 3$, $p = ,472$). Teniendo en

cuenta esta información, así como valoraciones cualitativas, se eligió el grupo 2 como control.

Al final del año lectivo el test tampoco mostró diferencias significativas entre los grupos ($H = 3,060$; $gl = 3$, $p = ,382$).

Los resultados presentados en las Figuras 6 y 7 muestran la evolución de las alumnas y los alumnos en relación a las vocaciones científicas.

Figura 6

Grupos experimentales al inicio y final del año lectivo

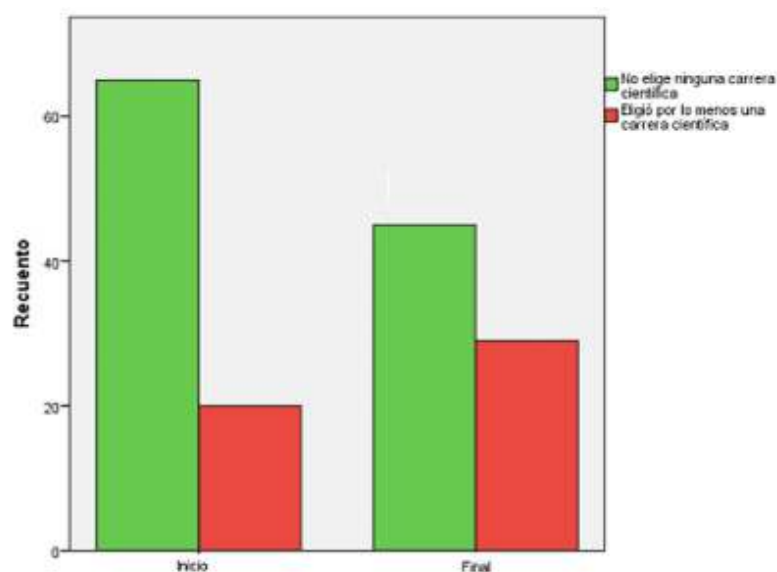
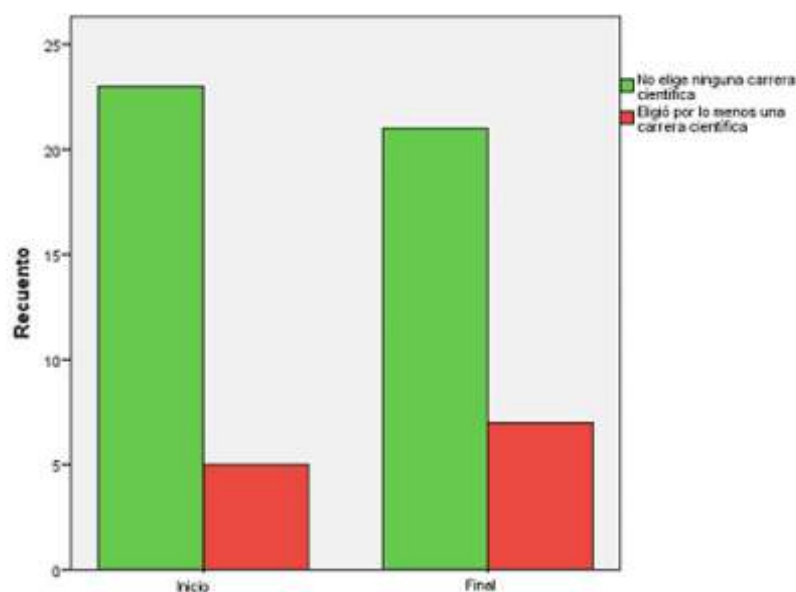


Figura 7

Grupo control al inicio y final del año lectivo



En el grupo de control el porcentaje de estudiantes que elige al menos una carrera científica al inicio fue de 17,9%, aumentando a 25,0% al final del año electivo. En los grupos experimentales estos porcentajes fueron respectivamente de 23,5% y 39,2%.

Como las respuestas fueron anónimas no fue posible contrastar mediante el test de McNemar si los porcentajes al inicio y al final del año electivo para cada grupo difieren significativamente.

Valoraciones de las intervenciones de los diferentes grupos

Para evaluar la intervención y su utilidad, se consideraron los valores numéricos otorgados por las alumnas y los alumnos a cada una de las actividades en los grupos en los que se realizaron estas intervenciones. En el caso de la salida didáctica se realizó la evaluación de la actividad desglosando lo que fue la salida en sí misma y la ficha didáctica elaborada para ello. En las Tablas 15 y 16 se presentan los resultados obtenidos. Además, se les pidió una evaluación cualitativa acerca de la utilidad de las actividades realizadas en el año.

Tabla 15

Valoración promedio de las intervenciones en los diferentes grupos

Intervención	1	3	4
Salida didáctica a la planta industrial de COUSA	2,7 ± 0,9	3,9 ± 1,0	4,2 ± 0,9
Salida didáctica la Facultad de Ciencias	2,9 ± 0,7	3,5 ± 1,2	3,9 ± 0,9
Ficha asociada a la salida didáctica a la Facultad	2,6 ± 0,9	3,2 ± 1,3	3,7 ± 1,0
Ficha de trabajo Átomos	3,3 ± 0,8	2,7 ± 0,9	2,5 ± 0,8
Actividades experimentales	4,6 ± 1,2	4,5 ± 0,9	4,7 ± 1,0
Ejercicios y problemas propuestos	3,6 ± 1,1	3,4 ± 1,0	3,0 ± 0,8
Proyecto final: show de química	4,1 ± 1,0	4,1 ± 0,9	4,7 ± 1,2
Juego de nomenclatura y formulación	4,2 ± 1,2	4,6 ± 1,0	4,7 ± 0,9
Promedio	3,5 ± 1,0	3,7 ± 1,2	3,9 ± 0,8

Tabla 16

Utilidad de las intervenciones en los diferentes grupos.

Utilidad	1 (%)	3 (%)	4 (%)
Comprender cómo trabajan los científicos	48	65	52
Informarme sobre dónde puedo estudiar ciencias	36	46	26
Conocer la oferta educativa del país	12	38	22
Aprender a trabajar en el laboratorio	68	81	83
Comprender mejor la asignatura	56	77	65
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	28	42	22
Trabajar en equipo	56	65	74
Conocer el mercado laboral del país	4	27	17
Buscar información en la web	20	15	17
Motivarme a continuar estudiando	40	54	34

Nota. Los porcentajes corresponden a las alumnas y los alumnos que eligieron cada una de las utilidades

El análisis de la pregunta abierta sobre los motivos de elección de la actividad favorita arrojó los siguientes patrones de respuesta:

- Es sorprendente ver reacciones.
- Los experimentos son muy llamativos.
- La pasta de dientes de elefantes me encantó.
- Me gusta mucho hacer diferentes tipos de experimentos.
- Los experimentos son divertidos.
- Haciendo experimentos aprendimos muchas cosas.
- Son todos novedosos y muy buenos.

Con respecto al proyecto final las alumnas y los alumnos comentaron:

- Es un trabajo diferente y divertido.
- Es educativo, divertido y aprendemos a ser más responsables, buscando experimentos y cuando trabajamos con cosas químicas.
- Los experimentos son muy divertidos.

-Hay experimentos muy buenos.

-Me resulta interesante trabajar con químicos.

Con relación al juego de formulación y nomenclatura:

-Se puede aprender mucho jugando.

-Descubrí que la química es divertida y con ella se puede aprender.

-Me gustaron porque trabajamos en equipo.

-Nos divertimos, nos enojamos, pero aprendemos mejor.

En las Figuras 8, 9, 10 y 11 se muestran algunas de las intervenciones realizadas.

Figura 8

Alumnas y alumnos recorriendo la planta industrial de COUSA



Figura 9

Experimento: Arcoíris químico



Figura 10

Llama de un soplete al asperjar una solución de cobre (II) en el experimento Aliento de dragón



Figura 11

Alumno mostrando un extintor casero en el show de química



Año 2013

Grupo control y grupos experimentales

Dado que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a la respuesta a la pregunta ¿Qué carrera/s te gustaría estudiar luego de finalizada la enseñanza media?, se tomaron algunos indicadores cualitativos a los efectos de seleccionar al grupo 1 como control. Las y los estudiantes permanecían juntos desde el primer año liceal debido a que el grupo presentaba un

alumno con Síndrome de Asperger. La empatía entre el alumnado generaba un muy buen clima de trabajo en el que imperaba el respeto entre las y los estudiantes y hacia el cuerpo docente.

Nivel educativo de las madres/ los padres/ las tutoras/ los tutores

Siguiendo el mismo análisis que en el 2012, en estos grupos se observó que los padres han alcanzado una formación superior en comparación con los padres de los grupos del año anterior, encontrándose porcentajes mayores de padres con estudios secundarios y terciarios completos. En la Tabla 17 se resumen los resultados.

Tabla 17

Distribución porcentual del máximo nivel de estudios completos según el género de los padres, madres, tutoras o tutores

G	Padre/tutor					Madre/tutora				
	Máximo nivel de estudios completos					Máximo nivel de estudios completos				
	Secundaria/		No sabe/			Secundaria/		No sabe/		
	Primaria	Técnica	Terciaria	No contesta	Total	Primaria	Técnica	Terciaria	No contesta	Total
1	28,0	32,0	24,0	16,0	100	32,0	32,0	20,0	16,0	100
2	34,7	42,3	11,5	11,5	100	46,2	42,3	7,7	3,8	100
3	38,5	42,3	7,7	11,5	100	57,7	34,7	3,8	3,8	100
4	56,5	17,4	0,0	26,1	100	73,9	17,5	4,3	4,3	100

Afinidad por las materias de 2do. año de C.B.U.

Con los datos de las valoraciones correspondientes a las asignaturas ciencias físicas, biología, matemática e informática, se confeccionó la Tabla 18:

Tabla 18

Valoraciones promedio de las asignaturas en los diferentes grupos

Asignaturas	1	2	3	4
Ciencias físicas	$2,7 \pm 0,9$	$2,5 \pm 1,0$	$2,3 \pm 0,8$	$2,6 \pm 0,9$
Biología	$3,6 \pm 1,2$	$3,6 \pm 1,1$	$3,7 \pm 1,3$	$3,4 \pm 1,0$
Matemática	$3,6 \pm 1,2$	$2,9 \pm 0,8$	$2,9 \pm 1,0$	$3,2 \pm 1,1$
Informática	$4,2 \pm 0,9$	$4,4 \pm 1,0$	$4,1 \pm 1,2$	$4,2 \pm 1,1$

Se observa que las valoraciones en la encuesta inicial de la asignatura ciencias físicas de este año son menores (promedio 2,5) que las valoraciones del año anterior (promedio 3,2).

Imagen de las científicas y de los científicos

En relación a cómo se imaginan a las científicas y a los científicos la búsqueda de patrones permite clasificar las respuestas obtenidas (N = 59, 59,0%) en cuatro categorías:

- 1) Aquellas que hacen referencia a su aspecto físico: de túnica, lentes, pelos despeinados, barba, con lupas y libretas, entre otros (n = 31, 31,0%).
- 2) Aquellas que hacen referencia a las actividades que realiza: en un laboratorio experimentando e investigando, estudiando, buscando soluciones a problemas, entre otros (n = 14, 14,0%).
- 3) Aquellas que hacen referencia a aspectos cognitivos: inteligente, habilidoso, estudioso, imaginativo, entre otros (n = 12, 13,0%).
- 4) Aquellas que hacen referencia a cuestiones de género: depende de si es una científica o un científico las características físicas de la persona (n = 2, 2,0%).

El 37,0% de las y los estudiantes (N = 37) conoce y puede nombrar a algún/alguna científico/a famoso/a, en su amplia mayoría del género masculino (N = 36, 97,3%) mientras que solamente en un caso se nombra a una del género femenino (2,7%). El científico más nombrado es Albert Einstein (N = 30, 81,1%) seguido de Isaac Newton y Charles Darwin (N = 2, 5,4%). En cuanto a las nacionalidades en su totalidad corresponden a científicas y científicos extranjeros. La única científica nombrada es María Skłodowska.

Vocación científica de las y los pares

En cuanto a por qué las y los estudiantes consideran que una carrera científica no es atractiva para alguno/as de sus compañeros/as la búsqueda de patrones permite clasificar las respuestas obtenidas (N = 73, 73,0%) en tres categorías:

- 1) Aquellas que hacen referencia al gusto o al interés: les gusta hacer otra cosa, es aburrida, a casi nadie le interesa, entre otros (n = 36, 49,3%).
- 2) Aquellas que hacen referencia a la dificultad: es una carrera muy difícil, es complicada, es muy laboriosa, entre otros (n = 28, 38,4%).
- 3) Aquellas que hacen referencia a la duración: tal vez eligen carreras cortas u oficios rápidos de aprender para empezar a trabajar rápido, son muchos años de estudio y en la clase veo a pocos compañeros con ganas de salir adelante, es demasiado larga, lleva muchos años de estudio, entre otros (n = 8, 11,0%).

Una respuesta hace referencia a la edad que tienen: Creo que por la edad no se imaginan en ese lugar. Pero tal vez en un futuro lejano, les gustará, espero que a algunos sí. Otra respuesta hace referencia a que les hace falta tiempo para decidir: la mayoría no tiene decidido a qué se quiere dedicar todavía.

Elección de carreras científicas al inicio y final del año lectivo

El test de Kruskal-Wallis entre los grupos no arrojó diferencias de orientación científica significativas al inicio del año lectivo ($H = 2,336$; $gl = 3$, $p = ,506$). Teniendo en cuenta esta información, así como valoraciones cualitativas, se eligió el grupo 1 como control. Al final del año lectivo el test tampoco mostró diferencias significativas entre los grupos ($H = 1,455$; $gl = 3$, $p = ,693$).

Los resultados presentados en las Figuras 12 y 13 muestran la evolución del alumnado en relación a las vocaciones científicas.

Figura 12

Grupos experimentales al inicio y final del año lectivo

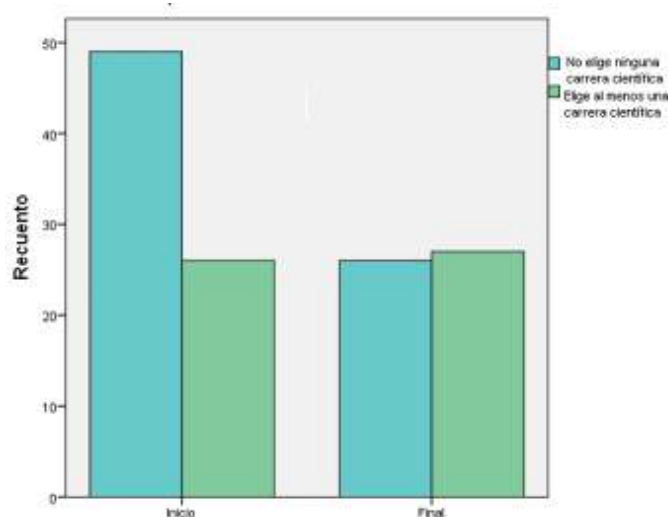
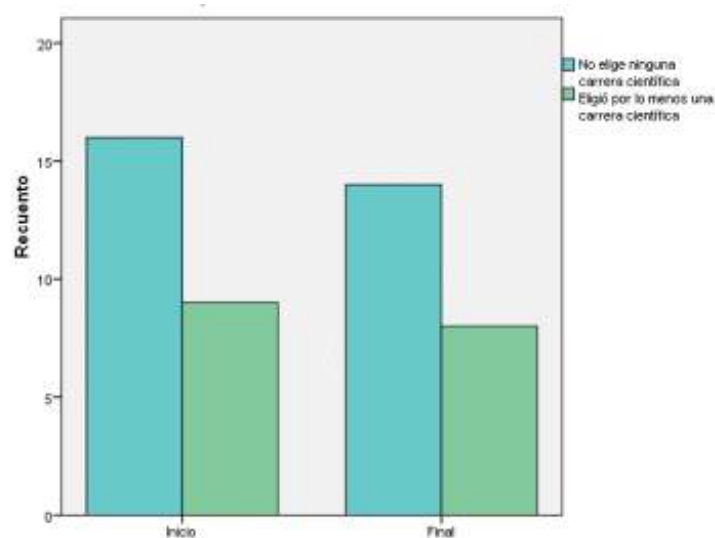


Figura 13

Grupo control al inicio y final del año lectivo



En el grupo de control el porcentaje de estudiantes que elige al menos una carrera científica al inicio fue de 36,0%, manteniéndose prácticamente invariable (36,4% al

final del año electivo). En los grupos experimentales estos porcentajes fueron respectivamente de 34,7% y 50,9%.

Como las respuestas fueron anónimas, tal como se mencionó anteriormente, no fue posible contrastar mediante el test de McNemar si los porcentajes al inicio y al final del año electivo para cada grupo difieren significativamente (Hernández Sampieri, 2014). Se definió que las encuestas fueran anónimas para obtener respuestas realistas y evitar, de esa manera, que las y los estudiantes sintieran que sus respuestas condicionarían su calificación en la asignatura.

Valoraciones de las intervenciones de los diferentes grupos

Para evaluar la intervención y su utilidad, se consideraron, al igual que con los datos del año anterior, los valores numéricos otorgados por las y los estudiantes a cada una de las actividades en los grupos en los que se realizaron estas intervenciones. En el caso de la salida didáctica se realizó la evaluación de la actividad desglosando lo que fue la salida en sí misma y la ficha didáctica elaborada para ello. En las Tablas 19 y 20 se presentan los resultados obtenidos.

Además, se les pidió una evaluación cualitativa acerca de la utilidad de las actividades realizadas en el año.

Tabla 19

Valoración promedio de las intervenciones en los diferentes grupos

Intervención	2	3	4
Salida didáctica al centro interactivo Espacio Ciencia	4,2 ± 1,2	3,4 ± 1,1	3,8 ± 1,2
Ficha asociada a la salida didáctica a Espacio Ciencia	2,7 ± 1,0	2,4 ± 0,9	2,6 ± 0,9
Ficha de trabajo Átomos	3,4 ± 1,0	3,0 ± 0,8	2,9 ± 1,3
Actividades experimentales	4,8 ± 1,0	4,8 ± 0,9	4,6 ± 1,2
Ejercicios y problemas propuestos	3,8 ± 0,8	3,2 ± 0,9	3,6 ± 1,2
Proyecto final: obra de teatro	4,0 ± 1,2	3,0 ± 1,1	3,6 ± 0,8
Juego de nomenclatura y formulación	4,9 ± 0,9	4,2 ± 1,2	4,5 ± 1,0
Promedio	4,0 ± 1,1	3,4 ± 0,9	3,7 ± 1,3

Tabla 20

Utilidad de las intervenciones en los diferentes grupos. Los porcentajes corresponden a la elección del alumnado para cada una de las actividades.

Utilidad	2(%)	3 (%)	4 (%)
Comprender cómo trabajan los científicos	69	57	75
Darme cuenta qué quiero continuar estudiando	44	24	50
Aprender a trabajar en el laboratorio	69	90	81
Comprender mejor la asignatura	75	67	81
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	50	43	44
Trabajar en equipo	81	86	75
Motivarme a continuar estudiando	63	43	75

Al igual que en el año 2012, las actividades experimentales realizadas tuvieron mucha aceptación, siendo las preferidas por las alumnas y los alumnos y presentando las valoraciones más altas.

La búsqueda de patrones muestra las siguientes opiniones:

- Me entretenían.
- Estaban muy buenas.
- Me gustaba trabajar en el laboratorio.
- Eran divertidas y a la vez aprendías.

Con respecto al proyecto final las alumnas y los alumnos comentan:

- Me pude destacar.
- Me gusta la actuación.

Con relación al juego de química:

- Trabajamos en equipo y fue divertido.

Asimismo, las alumnas y los alumnos comentaron que la obra de teatro les dio espacios para conocerse más con estudiantes de otros grupos así como para realizar tareas grupales fuera de clase.

En las Figuras 14, 15 y 16 se muestran algunas de las intervenciones realizadas.

Figura 14

Alumno en el giróscopo de Espacio Ciencia



Figura 15

Alumna y alumno interpretando a Pierre Curie y *María Skłodowska* durante la obra de teatro



Figura 16

El público presenciando la obra



3.2.2.6 Discusión

Debido a que este estudio se realizó con dos muestras independientes, se discutirán los resultados correspondientes a cada año por separado, estableciendo relaciones en los casos que corresponda.

Año 2012

Si bien no se observaron diferencias significativas en los grupos, la observación cualitativa de las encuestas muestra que el grupo control posee el mayor porcentaje

de madres y padres con estudios terciarios completos y que este porcentaje supera ampliamente al del resto de los grupos. Además, el 75% de las alumnas y los alumnos del grupo control cuyo padre y/o madre han completado estudios terciarios manifiesta su intención de estudiar una carrera al comienzo del año lectivo. En el resto de los grupos dicho porcentaje es del 60%. Si se analiza la intención de estudiar una carrera científica, el porcentaje inicial desciende al 25% en el grupo control, mientras que en los experimentales al 20%.

Al analizar la elección de por lo menos una carrera científica antes y después de la intervención se observa que surgen diferencias a favor de las carreras científicas, tanto en el grupo control como en los experimentales a lo largo del año. Esto podría mostrar que las actividades implementadas (sean las preparadas para los grupos experimentales como las actividades tradicionales de química aplicadas al grupo control) generan cambios en todos los grupos. Estos cambios indican que aquellas y aquellos estudiantes que tenían dudas sobre las carreras científicas ahora las confirman o las descartan como posibles carreras a futuro. De todas formas, si bien no se pudieron realizar contrastes de hipótesis sobre estas magnitudes, es mayor la diferencia en los grupos experimentales (66% de aumento) respecto al control (40% de aumento).

Por otra parte, si analizamos la evaluación del alumnado de las actividades realizadas, se observa que destacan las actividades experimentales y que en promedio todos los grupos valoraron como bueno el global de la intervención, considerando que es buena si alcanza o supera el 3. Esto último se sustenta en el estudio de Vázquez y Manassero (2008) cuyos objetivos están vinculados con los de esta investigación y que asume que las valoraciones globales de los distintos ítems son positivas cuando la media se encuentra por encima del punto medio (2,5) de la escala de 1 a 4 puntos empleada para valorar el grado de desacuerdo/acuerdo.

La ficha de trabajo Átomos es la única que no alcanzó, en promedio, el 3. Comprender cómo trabajan los científicos, aprender a trabajar en el laboratorio, comprender mejor la asignatura y trabajar en equipo son los aspectos que las alumnas y los alumnos encuentran más útiles de las intervenciones.

Además de lo plasmado en las encuestas, se evidenció en las clases una evolución en cuanto a la percepción de la asignatura. Esto se manifestó a través de la participación activa de las diferentes propuestas, en especial las de laboratorio, en

donde pudieron experimentar con diferentes fenómenos, permitiéndoles manipular sustancias y materiales en forma independiente y responsable. La posibilidad de aplicar los conocimientos a la vida cotidiana, como en el caso de la preparación de un extintor casero, les permitió encontrar utilidad a la asignatura.

Año 2013

Las edades de las alumnas y de los alumnos de estos grupos son mayores a las edades de los grupos con los que se trabajó en el año 2012. Además, se observó en el 2013 una deserción mayor que en 2012. Un hecho relevante es que durante el año 2013 se registró una huelga importante en la educación. La huelga se extendió durante 22 días, en días fraccionados y consecutivos. Este podría ser un factor que explica la deserción del alumnado en los grupos experimentales, que alcanza el 25%. Resulta relevante tener en cuenta la variable edad para definir las actividades a implementar con los grupos, ya que en esta muestra hay alumnas y alumnos que cumplen 18 años durante el transcurso del año lectivo. Como es de esperar, la madurez, la motivación, los intereses, la actitud en clase, etc., cambian mucho en esas edades y este factor resulta entonces muy relevante en el enfoque de la clase. Un estudio realizado por Domínguez y Pino-Juste (2014), en el que se analizó la motivación intrínseca y extrínseca de adolescentes gallegos de entre 12 y 16 años, demostró que los de menor edad tenían la mejor orientación a metas intrínsecas. Con relación al nivel educativo de las madres y de los padres se observa que el grupo control posee el mayor porcentaje de madres y padres con estudios terciarios completos y que este porcentaje supera muy ampliamente al del resto de los grupos. En el grupo control, el 57% de las alumnas y de los alumnos cuyo padre y/o madre han completado estudios terciarios manifiesta su intención de estudiar una carrera al comienzo del año lectivo. En los otros grupos el porcentaje es del 88%. Al analizar la intención de estudiar una carrera científica al inicio se observa que el porcentaje desciende al 14% en el grupo control mientras que en los demás es 63%. En cuanto a la elección de por lo menos una carrera científica antes y después de la intervención, se observa que surgen diferencias a favor de las carreras científicas en los grupos experimentales (47% de aumento). En el grupo control el incremento es prácticamente nulo.

Las intervenciones fueron nuevamente, de manera general, bien valoradas por el alumnado, superando el 3. La ficha de preparación e interpretación de la salida didáctica al centro interactivo Espacio Ciencia no alcanzó la valoración buena en ninguno de los grupos implementada. Las modificaciones realizadas en algunas de las propuestas, como ser la inclusión de una presentación Prezi en la ficha Átomos, aumentó el grado de aprobación de la actividad por parte de las alumnas y los alumnos, valorándola con puntajes mayores que en 2012.

En cuanto a la utilidad de las intervenciones, el alumnado considera que han resultado provechosas para comprender cómo trabajan las científicas y los científicos, aprender a trabajar en el laboratorio, comprender mejor la asignatura, trabajar en equipo y motivarlos a continuar estudiando.

Con referencia a la motivación, las dos teorías abordadas en el marco teórico se complementan, y mencionan aspectos de gran utilidad para este estudio y que sustentan la intervención realizada en varios puntos.

Una de estas teorías trata sobre las elecciones académicas y cómo se ven influenciadas por las creencias estudiantiles sobre el valor de las actividades que realizan y por las expectativas de éxito (Wigfield y Eccles, 2000). En ese sentido las consignas propuestas tienen, en general, una alta valoración por parte de las y los estudiantes, por lo que es posible asociarlas, a la luz de esta teoría, como las desencadenantes de la motivación despertada y de la elección de una carrera científica para estudiar.

La otra teoría se centra en la autodeterminación, entendida como la sensación que tiene cada persona de ser responsable de sus acciones, de iniciarlas y controlarlas Deci y Ryan (2000). Así, un/a estudiante puede moverse de un rol pasivo a uno activo, siendo consciente de que puede superar retos y de que eso viene acompañado de sentimientos de satisfacción. Al estar dotado de autonomía posee el componente fundamental de la motivación intrínseca y eso supone la posibilidad real de seleccionar, aspecto de suma importancia cuando hablamos de elección de carreras para su estudio.

Capítulo 4. Diseño y validación de un inventario para cuantificar las vocaciones científicas. Estudio confirmatorio

4.1 Diseño y validación de un inventario para cuantificar las vocaciones científicas

Una vez finalizada la primera etapa de la investigación, y de acuerdo a la información teórica recabada en cuanto a instrumentos que cuantifiquen las vocaciones científicas del alumnado, se definió diseñar, validar y poner en práctica el Inventario VC_UY.

A los efectos de este estudio la vocación científica del alumnado puede analizarse desde dos perspectivas. Por un lado, a través de una definición operativa basada en la elección de al menos una carrera científica (biología, física, ingeniería y química) para su estudio una vez finalizada la enseñanza media. Por el otro, como un constructo de dimensiones que surgen de la revisión bibliográfica mencionada en el marco teórico.

Antes de proceder con la validación se realizó un pretesteo del que participaron cinco profesionales con la siguiente formación académica: una investigadora del área de la química, una máster en educación, un docente de enseñanza media del área de las ciencias sociales, un docente de enseñanza media de la asignatura química (jubilado) y un licenciado en ciencias biológicas (que se desempeña en el ámbito no formal de la enseñanza de la ciencia). Las y los profesionales revisaron la claridad de cada uno de los ítems (para el público objetivo) y de las dimensiones definidas. Luego de esta etapa se procedió a realizar la validación del Inventario a través de un panel de expertos especialmente convocado para tal fin.

4.1.1 Participantes

Se llevó a cabo una búsqueda de posibles profesionales especializados en el desarrollo y la validación de instrumentos de medición, en particular en variables psicométricas. Se consultó en primera instancia a colegas vinculados con el tema (sugeridos por las tutoras de esta investigación) y luego la base de datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI, ANII) para recabar información sobre posibles candidatos. Una vez seleccionados las y los profesionales se realizó una invitación personalizada a conformar el panel de expertos utilizando como medio el correo electrónico. De los siete expertas y expertos convocados seis aceptaron la invitación.

4.1.2 Instrumentos

La encuesta implementada en la primera consulta es la versión preliminar del Inventario VC_UY. Para la valoración se les solicitó a las expertas y a los expertos que evaluaran la pertinencia de cada uno de los ítems que integran los diferentes módulos (13) así como las dimensiones (12) del constructo vocación científica, establecidas ad hoc. La segunda versión del inventario VC_UY, que integra los aportes de la primera consulta, contiene 9 módulos y 11 dimensiones, los que fueron valorados por el mismo panel de expertos. En la sección destinada al Procedimiento se detallan las especificaciones de las consultas.

En el Anexo 7 se presenta las encuestas aplicadas a las expertas y a los expertos.

4.1.3 Procedimiento

Se les envió el material vía correo electrónico y se les ofreció la posibilidad de coordinar una reunión virtual para evacuar posibles dudas, la que no fue necesaria. Las respuestas se recibieron por la misma vía.

Cada uno de los profesionales evaluó la extensión del inventario en función del público objetivo, la claridad de los ítems y la pertinencia de cada una de las dimensiones que se establecieron ad hoc. Asimismo, realizaron el ejercicio de asignar cada uno de los ítems a las dimensiones preestablecidas.

A los efectos de que las expertas y los expertos pudieran realizar la evaluación se les facilitó un documento guía que contenía: 1) una breve presentación del trabajo (objetivos de la tesis, fundamentación, problema a abordar), 2) el inventario, 3) las dimensiones (agrupadas en las categorías definidas) y 4) las instrucciones para completar las diferentes secciones.

La evaluación, en específico, consistió en realizar las siguientes consignas:

- 1) Valorar el grado en el que cada ítem evalúa la vocación científica empleando la escala de Likert de 5 puntos (1= Muy mal indicador y 5 = Muy buen indicador).
- 2) Indicar a qué dimensión consideran que corresponde cada uno de los ítems del inventario, pudiendo indicar más de una dimensión e incluir dimensiones adicionales. En este último caso se solicita que especifiquen y describan la dimensión.

3) Contestar algunas preguntas abiertas adicionales, entre las que se incluye un espacio final para comentarios.

Se recolectaron cinco respuestas, las que se analizaron y sistematizaron. Con los aportes de la primera consulta se realizó una segunda a las mismas expertas y a los mismos expertos, a la que accedieron a colaborar.

En esta segunda consulta se les facilitó un nuevo documento guía, similar al anterior y que contenía: 1) un resumen de los cambios realizados y su fundamentación, 2) la nueva versión del inventario, que incorpora los aportes del panel de expertos, 3) el agregado de cuatro ítems en la pregunta 6, 4) el agregado de la variable Autoconcepto vocacional y 5) las instrucciones para completar las diferentes secciones.

En esta segunda consulta la evaluación consiste en realizar las siguientes consignas:

1) Valorar el grado en el que cada uno de los nuevos ítems evalúa la vocación científica empleando la escala de Likert de 5 puntos (1= Muy mal indicador y 5 = Muy buen indicador).

2) Indicar para cada uno de los cuatro ítems incorporados (actuales 6k, 6m, 6n y 6o) a qué dimensión considera que corresponde cada uno pudiendo indicar más de una dimensión e incluir dimensiones adicionales. En este último caso se solicita que especifiquen y describan la dimensión.

3) Indicar si considera que a los ítems que forman parte de esta nueva versión les corresponde la nueva dimensión: Autoconcepto vocacional.

4) Contestar la pregunta adicional abierta.

4.1.4 Análisis estadísticos

Una vez recolectada la información de las consultas al panel de expertos se procedió a realizar un análisis descriptivo de la misma a través de la valoración de cada una de las preguntas.

El análisis de datos incluyó los siguientes puntos:

1) Vocación científica. Se establecieron tres criterios para mantener o quitar ítems del inventario en función de su capacidad para evaluar la vocación científica y se determinó qué ítems se mantienen o quitan al aplicar los diferentes criterios.

2) Dimensiones de la vocación científica. Se tomó como criterio que si una dimensión tiene al menos tres ítems asociados, la misma forma parte del constructo Vocación científica (definido a los efectos de este estudio). Asimismo, se adiciona como

requisito la convergencia de al menos tres de los cinco expertos. Se define que se deben cumplir los dos requisitos a la vez para que la dimensión forme parte del constructo.

3) Pertinencia de las dimensiones para el constructo Vocación científica; Quita y/o agregado de dimensiones; Quita y/o agregado de ítems; Comentarios finales. Se realizó un análisis cualitativo de cada una de las respuestas para encontrar patrones. El grado de acuerdo entre expertos para las valoraciones del punto 1 se analizó a través del coeficiente de concordancia W de Kendall's mediante el software IBM®SPSS® versión 25.

4.1.5 Resultados

Se presentan los resultados de las dos consultas realizadas por separado (primera y segunda consulta).

Primera consulta

Se extrae, como resultado general, que las expertas y los expertos entienden que la mayoría de los ítems del inventario son buenos o muy buenos indicadores de la vocación científica.

Se definen los siguientes criterios para mantener/quitar ítems del formulario:

Criterio 1: tres evaluadores consideran que es buen o muy buen indicador de la vocación científica y ninguno lo considera malo o muy malo.

Criterio 2: cuatro evaluadores lo consideran bueno o muy bueno.

Criterio 3: cuatro evaluadores lo consideran bueno o muy bueno y ninguno lo considera malo o muy malo.

Se observa que al aplicar los criterios 1, 2 y 3 (por separado) para mantener/quitar ítems se dejan afuera 12, 15 y 16 ítems respectivamente.

En la Tabla 21 se presenta un comparativo de los ítems que quita/mantiene cada uno de los criterios.

Tabla 21

Comparativo de los criterios establecidos para quitar/mantener ítems

Número de ítem y descripción	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
1.Indica cuánto te gusta cada una de las asignaturas (marca con una cruz la opción elegida).	Quita	Mantiene	Quita
2.¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
3.¿Qué carrera no elegirías? ¿Por qué?	Quita	Quita	Quita
4.Explica con tus palabras qué hace un: médico, científico, abogado, artista.	Quita	Quita	Quita
5.Si quisieras ser científica/o, ¿en cuál institución de Uruguay te parece que tendrías que estudiar?	Quita	Quita	Quita
6.Describe cómo te imaginas a un/a científico/a.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
7.¿Conoces a algún/a científico/a famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres.	Mantiene	Quita	Quita
8.Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos. Puedes marcar más de una.	Mantiene	Quita	Quita
9a.Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9b.Soy capaz de entender un texto de ciencia.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9c.Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9d.Me gustaría participar en actividades extracurriculares que estén relacionadas con la ciencia (por ejemplo, clubes de ciencia).	Mantiene	Mantiene	Mantiene

9e.Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos, mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.)	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9f.Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.)	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9g.Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9h.Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9i.Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9j.Si me va bien en las clases de las asignaturas científicas, eso me ayudará en la carrera que decida estudiar.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9k.A mis padres les gustaría que elija una carrera científica.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
9l.Tengo un/a científico/a en mi familia o entre mis conocidos.	Quita	Quita	Quita
10a.Intentar encontrar constelaciones en el cielo.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
10b.Visitar un centro o museo de ciencia.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
10c.Leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia.	Quita	Mantiene	Mantiene
10d.Colaborar en el reciclaje de la basura.	Mantiene	Quita	Quita
10e.Jugar juegos de caja o kits de ciencia.	Mantiene	Mantiene	Mantiene
10f.Colaborar en el cuidado de la salud de pacientes o mascotas (cruz roja, refugios de animales).	Quita	Quita	Quita
10g.Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con balanza o jarra medidora).	Mantiene	Mantiene	Mantiene
10h.Jugar con juegos de computadora.	Quita	Quita	Quita
10i.Crear y revisar un documento de texto en la computadora.	Quita	Quita	Quita

10j.Preparar alimentos que utilicen microorganismos (por ejemplo hacer yogur, masa para pizza, cerveza).	Quita	Quita	Quita
10k.Abrir un aparato para averiguar cómo funciona.	Quita	Quita	Quita
11.¿Cuántos de tus compañeros te parece que querrán ser científicos/as? (marca la opción elegida con una cruz).	Quita	Quita	Quita
12.¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos/as de tus compañeros/as?	Mantiene	Quita	Quita
13.Marca con una cruz cuál es el nivel educativo de tu padre, madre o tutor.	Mantiene	Quita	Quita

En relación al grado de acuerdo entre expertos, el coeficiente W de Kendall's empleado para determinar la capacidad de los ítems de evaluar la vocación científica es ,232 $p < ,05$. Si se divide el panel en dos subgrupos, uno de ellos integrado por expertos que son psicólogos (con estudios de doctorado) y con experiencia en educación superior (tres personas), el coeficiente es ,008 $p > ,05$ para este primer subgrupo. El segundo subgrupo lo integran dos docentes (con estudios de doctorado) y con experiencia en enseñanza media. El coeficiente en ese caso es, 490 $p < ,05$.

En cuanto a las dimensiones, la dimensión 6 (la construcción colectiva del conocimiento científico) y la dimensión 7 (la naturaleza del conocimiento científico) no cumplen con los requisitos estipulados (la dimensión forma parte del constructo Vocación científica si tiene al menos tres ítems asociados y si existe convergencia de al menos tres de los cinco expertos).

En las Tablas 22 y 23 se presentan un resumen de los ítems validados con la/s correspondiente/s dimensión/es asignadas por las y los expertos y cómo se distribuyen los ítems en las diferentes dimensiones.

Tabla 22

Ítems del Inventario con sus correspondientes dimensiones asociadas

Ítem	Dimensión/dimensiones
1. Indica cuánto te gusta cada una de las asignaturas (marca con una cruz la opción elegida).	1. El universo de los elementos educativos de C y T
2. ¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una.	1. El universo de los elementos educativos de C y T 12. Metas
3. Describe cómo te imaginas a un/a científico/a.	3. La imagen social de C y T 5. Las personas que hacen ciencia
4. ¿Conoces a algún/a científico/a famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres.	3. La imagen social de C y T 5. Las personas que hacen ciencia
5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos. Puedes marcar más de una.	3. La imagen social de C y T 5. Las personas que hacen ciencia
6a. Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.	10. Autoeficacia
6b. Soy capaz de entender un texto de ciencia.	10. Autoeficacia
6c. Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.	11. Expectativas de resultados 12. Metas
6d. Me gustaría participar en actividades extracurriculares que estén relacionadas con la ciencia (por ejemplo, clubes de ciencia).	8. Experiencias extraescolares
6e. Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos,	1. El universo de los elementos educativos de C y T

mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.)

6f. Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.)

6g. Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente.

6h. Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.

6i. Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.

6j. Si me va bien en las clases de las asignaturas científicas, eso me ayudará en la carrera que decida estudiar.

6k. A mis padres les gustaría que elija una carrera científica.

7a. Intentar encontrar constelaciones en el cielo.

7b. Visitar un centro o museo de ciencia.

7c. Leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia.

11. Expectativas de resultados

2. Los productos de aprendizaje de C y T

4. Temas específicos de C y T con incidencia social

10. Autoeficacia

2. Los productos de aprendizaje de C y T

4. Temas específicos de C y T con incidencia social

11. Expectativas de resultados

12. Metas

1. El universo de los elementos educativos de C y T

11. Expectativas de resultados

12. Metas

1. El universo de los elementos educativos de C y T

2. Los productos de aprendizaje de C y T

12. Metas

2. Los productos de aprendizaje de C y T

11. Expectativas de resultados

9. Apoyo del contexto

2. Los productos de aprendizaje de C y T

8. Experiencias extraescolares

8. Experiencias extraescolares

8. Experiencias extraescolares

7d. Colaborar en el reciclaje de la basura.

4. Temas específicos de C y T con incidencia social

8. Experiencias extraescolares

7e. Jugar juegos de caja o kits de ciencia.

8. Experiencias extraescolares

7f. Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con una balanza o jarra medidora).

8. Experiencias extraescolares

8. ¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos/as de tus compañeros/as?

3. La imagen social de C y T

9. Apoyo del contexto

9. Marca con una cruz cuál es el nivel educativo de tu padre, madre o tutor.

9. Apoyo del contexto

Tabla 23

Distribución de los ítems en las diferentes dimensiones

Dimensión	Ítems que la componen
1. El universo de los elementos educativos de C y T	1. Indica cuánto te gusta cada una de las asignaturas (marca con una cruz la opción elegida). 2. ¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una. 6e. Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos, mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.) 6h. Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas. 6i. Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.
2. Los productos de aprendizaje de C y T	6f. Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.) 6g. Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente. 6i. Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar. 7a. Intentar encontrar constelaciones en el cielo.
3. La imagen social de C y T	3. Describe cómo te imaginas a un/a científico/a. 4. ¿Conoces a algún/a científico/a famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres. 5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos.

Puedes marcar más de una.

8. ¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos/as de tus
científica no es atractiva para algunos/as

- | | |
|---|--|
| 4. Temas específicos de C y T con Incidencia social | 6f. Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.) |
| | 6g. Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente. |
| | 7d. Colaborar en el reciclaje de la basura. |
| | 7e. Jugar juegos de caja o kits de ciencia. |
| 5. Las personas que hacen ciencia | 3. Describe cómo te imaginas a un/a científico/a. |
| | 4. ¿Conoces a algún/a científico/a famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres. |
| | 5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos. |
| | Puedes marcar más de una. |
| 8. Experiencias extraescolares | 6d. Me gustaría participar en actividades extracurriculares que estén relacionadas con la ciencia (por ejemplo, clubes de ciencia). |
| | 7a. Intentar encontrar constelaciones en el cielo. |
| | 7b. Visitar un centro o museo de ciencia. |
| | 7c. Leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia. |
| | 7d. Colaborar en el reciclaje de la basura. |
| | 7f. Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con balanza o jarra medidora). |
| 9. Apoyo del contexto | 6k. A mis padres les gustaría que elija una carrera científica. |

	8. ¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos/as de tus compañeros/as?
	9. Marca con una cruz cuál es el nivel educativo de tu padre, madre o tutor.
10. Autoeficacia	6a. Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.
	6b. Soy capaz de entender un texto de ciencia.
	6f. Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.)
11. Expectativas de resultados	6a. Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.
	6c. Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.
	6e. Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos, mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.)
	6g. Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente.
	6h. Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.
	6j. Si me va bien en las clases de las asignaturas científicas, eso me ayudará en la carrera que decida estudiar.
12. Metas	2. ¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una.
	6c. Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.
	6h. Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.
	6i. Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.

Como se observa, cada dimensión está definida por entre 3 y 6 ítems.

Preguntas adicionales:

De un total de cinco expertas y expertos cuatro respondieron alguna/s de las preguntas adicionales. El relevamiento cualitativo de estas preguntas también arrojó datos para reforzar la información recabada en los puntos 1) y 2) e introducir nuevos aspectos. Los aportes se resumen a continuación:

1) Pertinencia de las dimensiones:

Tres expertas y expertos consideran que las dimensiones definidas son pertinentes a los efectos de este estudio.

Uno de los expertos sugiere simplificar el cuestionario un poco, en el entendido de que si se quiere evaluar un cambio quizás haya algunos ítems más sensibles al cambio y otros que sean menos.

Otro de los expertos recomienda la lectura del artículo de Savickas, Porfeli, Hilton y Savickas (2018) The student career construction inventory, donde los autores presentan un instrumento para medir (entre otras cosas) el autoconcepto vocacional.

2) Quitar dimensiones: Dos expertos manifiestan que no encontraron ítems asociados a las dimensiones 6 y 7, por lo que sugieren quitarlas. Asimismo, uno de los expertos agrega que el hecho de que varias de las respuestas sean abiertas quizá aporta información sobre ello y el otro experto menciona que le da la impresión de que la dimensión La construcción colectiva del conocimiento científico se sobrepone en cierta manera con otras dimensiones (Imagen social y personas que hacen ciencia).

3) Agregar dimensiones:

Dos expertos manifiestan que no consideran agregar dimensiones.

Otro de los expertos remite a la respuesta de la primera pregunta sobre la pertinencia de las dimensiones.

4) Pertinencia del inventario para el público objetivo:

Dos expertos lo consideran adecuado.

Uno de los expertos sugiere simplificarlo más aún.

Otro entiende que es un poco largo dado que cuenta con varios ítems de respuesta abierta.

5) Quitar ítems:

En general las expertas y los expertos sugieren quitar aquellos ítems que, a su entender, son muy malos, malos o ni malos ni buenos indicadores de la vocación científica. Se observa que las respuestas remiten a la valoración realizada en el punto 1) y, en algunos casos, citan cada uno de los ítems a quitar.

6) Agregar ítems:

Uno de los expertos sugiere incluir algún ítem vinculado a la calificación que los alumnos obtienen en las diferentes asignaturas.

El resto de los expertos no realizan aportes.

7) Espacio final para comentarios:

Dos de los expertos realizan aportes en esta sección, los que se detallan a continuación:

Experto 1: “Creo que la mayoría de los ítems se responden desde un nivel de conocimientos y creencias sólidamente arraigadas, habría que tener eso en cuenta si lo que se pretende es evaluar un cambio a partir de la actividad de aula, ¿qué tan sensibles son estos ítems a esas actividades? Sugiero reflexionar en torno a eso y tomar una decisión”.

Experto 2: “Recomiendo incluir algunas preguntas relacionadas con la orientación temporal de los estudiantes ya que es una variable muy relevante en el estudio de los procesos vocacionales y motivaciones. Sugiero la lectura de los trabajos de Zimbardo y Boyd (1999); Janeiro (2010) y Taber (2013), entre otros”.

Luego de la primera consulta además de realizar el análisis de las respuestas de las expertas y los expertos se evalúa la escala Likert de la pregunta 6 y se decide redefinirla para favorecer la comprensión por parte del alumnado.

Segunda consulta

Con posterioridad al relevamiento de los datos de la segunda consulta se observa que las expertas y los expertos entienden que solamente uno de los cuatro ítems agregados son buenos o muy buenos indicadores de la vocación científica de acuerdo al criterio anteriormente definido para validar los ítems (quitar un ítem cuando es descalificado por los tres criterios).

En relación a la dimensión Autoconcepto vocacional la misma no cumple con los requisitos estipulados para formar parte del constructo.

En la Tabla 24 se presenta el ítem validado para su inclusión en el inventario con su correspondiente dimensión.

Tabla 24

Nuevo ítem del inventario con su correspondiente dimensión

Ítem	Dimensión
Cuando quiero conseguir algo, me fijo unas metas y considero los medios para poder conseguirlas. *	Metas

Nota. *Nuevo ítem 6l

Asimismo, se presenta en la Tabla 25 la dimensión Metas con el nuevo ítem agregado.

Tabla 25

Dimensión Metas con los ítems que la componen

Dimensión	Ítems que la componen
Metas	2. ¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una. 6c. Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo. 6h. Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas. 6i. Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar. 6l. Cuando quiero conseguir algo, me fijo unas metas y considero los medios para poder conseguirlas.

Pregunta adicional:

Cuatro de los cinco expertos respondieron la pregunta adicional. Al igual que en la primera consulta el relevamiento cualitativo arrojó datos tanto para reforzar la información recabada en los puntos 1), 2) y 3) como para introducir nuevos aspectos. Los aportes se mencionan a continuación.

Experto 1: “En relación a la calidad de los ítems como indicadores de la vocación científica, los estoy valorando desde mi intuición ya que no he investigado en esa temática”.

Experto 2: “Los ítems 6l, 6m y 6n me recuerdan mucho a otros del Inventario de Perspectiva Temporal de Zimbardo (IPTZ, Zimbardo y Boyd, 1999). El 6m lo entiendo más como una convicción general que necesariamente un indicador específico de vocación científica. El 6o lo considero que es parecido al anterior. La puntualidad no la incluyo como una manifestación de cualquier tipo de vocación profesional. Inclusive, sabemos que es un constructo influenciado enormemente por normas sociales, por lo que, a la hora de adaptar el instrumento a otras culturas, este ítem podría causar problemas. Entiendo que el contenido tenga a ver con el nivel de compromiso que la persona tiene con sus obligaciones y eso verlo como un proxy de la vocación, lo cual no deja de tener su sentido. Pero me parece mejor tener indicadores más puros en relación al constructo que intentan medir”.

Experto 3: “Los ítems 6m y 6o también pueden corresponder a otra dimensión referida a conductas o actitudes personales. Creo que fue una buena opción incluir esta nueva dimensión de Autoconcepto vocacional desde los conceptual, pero por la misma conceptualización en relación a la autoimagen que cada uno tiene de sí mismo puede ser muy abarcativo de los ítems (como así los marqué en la tabla) o muy restrictiva a la imagen que tiene de él como científico por ejemplo”.

Experto 4: “Considero que estos ítems no refieren a la vocación científica, corresponden a indicadores personales que pueden referirse a la personalidad en general”.

4.1.6 Discusión

El valor del coeficiente W de Kendall's (,232), empleado para determinar el grado de acuerdo entre expertos (cuando se estima capacidad de los ítems para evaluar la vocación científica) es discreto de acuerdo a lo establecido por Landis y Coch (1977).

Sin embargo, cuando se fragmenta el grupo de expertos en dos y se analiza el grado de acuerdo por separado, se evidencia que en el subgrupo integrado por docentes con experiencia en enseñanza media de asignaturas científicas el valor del coeficiente es mayor (,490). En este caso es moderado y estadísticamente significativo. Esto podría estar asociado al hecho de que el instrumento tiene como público objetivo a estudiantes de enseñanza media y el haber pasado por la experiencia de ser docente del alumnado de ese nivel educativo les llevaría a conocer qué factores podrían favorecer el interés de las y los jóvenes y considerarlo como un predictor de las vocaciones científicas.

Luego de analizar cada uno de los criterios definidos para mantener/quitar ítems se observa que el más exigente de todos, el Criterio 3, deja afuera en la primera consulta realizada a los expertos un total de 16 ítems. De adoptar ese criterio se eliminarían muchos de los ítems (9 de un total de 15) que conformaban el cuestionario original aplicado en los años 2012 y 2013 y no se podrían comparar resultados. Dado que se entiende útil recopilar datos y analizarlos en conjunto, tal como se presenta en la sección destinada al compilado de los datos, se define desestimar un ítem cuando es descalificado por los tres criterios. En base a esto último se eliminan 10 ítems, quedando 24. De los ítems de respuesta abierta se mantienen 3, lo que lleva a simplificar el cuestionario para el alumnado (tal como sugieren las expertas y los expertos) y facilita el procesamiento de datos.

En cuanto a las dimensiones La construcción colectiva del conocimiento científico y La naturaleza del conocimiento científico, que no cumplen con los requisitos antes mencionados para formar parte del constructo Vocación científica, fueron las menos asignadas por las y los profesionales que participaron del pretesteo realizado. Se evidencia que es necesario incluir más ítems que justifiquen su pertinencia en el constructo y, desde el punto de vista didáctico, trabajar en actividades de aula que favorezcan la visualización de esa faceta de la ciencia, desde los primeros años de la enseñanza media básica (en los cursos de ciencias físicas, por ejemplo). De acuerdo a Caamaño (1996) la comprensión de la naturaleza de la ciencia debe de abordarse en la enseñanza secundaria obligatoria, para ayudar a formar una visión epistemológicamente válida de la ciencia y de la actividad científica, modificando ciertas visiones estereotipadas que la investigación didáctica ha mostrado que tienen muchas y muchos estudiantes e, incluso, algunas y algunos profesores (como por

ejemplo, visualizar a las científicas y a los científicos trabajando en sus laboratorios de forma aislada, sin interacción entre personas). Asimismo, el autor sostiene que uno de los objetivos de los cursos de ciencia debe de ser valorar las actitudes científicas como la curiosidad, la objetividad, la observación y los procesos de investigación científica, para abrirse receptivamente al entorno y para distinguir la superstición de la ciencia, con la finalidad de darse cuenta de que es ésta la que puede explicar los fenómenos.

Algo similar ocurre con la dimensión Autoconcepto vocacional, a la que no le fueron asignados la cantidad de ítems necesarios para formar parte del constructo (según el criterio antes definido). Vázquez y Manassero (2009) encontraron que el principal hallazgo que verifica las valoraciones realizadas por las y los estudiantes es que los aspectos relativos a la autoactualización personal ocupan la primacía en importancia del trabajo esperado. Asimismo, afirman que esto último concuerda con lo indicado por diversos análisis sociológicos (Giddens, 2001) respecto a la importancia otorgada a esta dimensión por la juventud posmoderna actual. La autoactualización, madurez o desarrollo personal (Vargas, 2008) es también definida como la necesidad básica y finalidad de todo individuo de realizar sus potencialidades de la mejor manera posible y se ha encontrado evidencia de que es posible aumentar el nivel de autoactualización de las y los jóvenes a través de actividades que fomenten su participación activa, como los talleres, los que, a través de su metodología vivencial, promueven el aprendizaje intra e interpersonal de cada uno de los miembros participantes, por lo que las y los jóvenes tenderían a una mejor aceptación de sí mismos, aumentando su autoestima, creyendo en sus capacidades y disfrutando de su existencia (Parra et al, 2006). Los autores entienden que las personas que trabajan en educación tienen dos tareas importantes en la formación de sus alumnos y que están íntimamente relacionadas: la instrucción y el desarrollo personal.

Se observa que a las dimensiones La imagen social de la C y T y Las personas que hacen ciencia le fueron asignados prácticamente los mismos ítems (3, 4, 5 y 8; 3, 4 y 5 respectivamente) por lo que se podría asumir que la segunda está incluida dentro de la primera. Eso parece razonable ya que las personas hacen a la imagen social de la C y T.

En relación a la sensibilidad de los ítems al cambio, los únicos que se consultan en dos momentos (al inicio y final del año lectivo) son los siguientes: ¿Qué carrera te

gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media?; Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos. Uno de los objetivos de esta investigación es que, a través de las actividades de aula, se encuentre evidencia de cambio en estos ítems. Eso representa una oportunidad para reflexionar en varios sentidos, por un lado, acerca de la sensibilidad propiamente dicha de los ítems, por otro de la capacidad de las actividades para promover cambios y, por último, de ambas a la vez.

En cuanto a la sugerencia de adicionar un ítem vinculado a la calificación (especialmente en las asignaturas científicas) al ser un inventario que se completa al comienzo del año lectivo no se considera relevante incluirla ya que no se cuenta con esa información. A medida que el año lectivo va transcurriendo se tienen evidencias cuali y cuantitativas del rendimiento de las y los estudiantes por lo que se puede considerar esa variable en el análisis de datos.

Por último, luego del análisis del marco teórico sugerido acerca de la orientación temporal de las y los estudiantes se entiende pertinente adicionar nuevos ítems extraídos del Inventario de Perspectiva Temporal de Zimbardo y Boyd (1999). En primera instancia se preseleccionaron aquellos que presentan cargas factoriales mayores o iguales a ,40 para el factor Futuro que, de acuerdo a (Galarraga y Stover, 2016), son ocho ítems. Luego de la lectura crítica del contenido de cada uno ellos se seleccionaron cuatro que poseen las siguientes características: son de sencilla comprensión para el público objetivo, su contenido no se superpone con el de otro de los ítems y aportan nueva información al constructo vocación científica. Esta selección se fundamenta en el hecho de que es de especial interés que el inventario resulte accesible al alumnado en cuanto a la extensión principalmente. De acuerdo al relevamiento realizado el ítem validado fue asignado a la dimensión Metas por parte de las expertas y de los expertos.

En cuanto a las limitaciones del estudio, Robles y Rojas (2015) admiten que el método de validación por juicio de expertos proporciona innumerables ventajas para evaluar y ajustar el instrumento de medición. No obstante la técnica fue trabajada solo desde una metodología cuantitativa. Abordar el juicio de expertos desde una metodología cualitativa conlleva a reflexionar en torno a la subjetividad en las respuestas. Las autoras sostienen que la subjetividad podría incidir en un alto grado en las respuestas de los jueces debido a que sus diferentes perspectivas pueden hacer que estos

últimos se desvíen del objetivo específico del constructo. Por esto último consideran que es imprescindible partir de una formulación clara de la naturaleza de los constructos en estudio, a fin de que no se generen imprecisiones.

Finalmente, con el inventario validado se procedió a implementar la última etapa de la investigación, el estudio confirmatorio, que se describe en la siguiente sección.

4.2 Estudio confirmatorio

4.2.1 Participantes

La muestra inicial estaba compuesta por 80 alumnas y alumnos pertenecientes a 3 grupos de 3er año que en el 2021 cursaban estudios en el turno matutino de un liceo ubicado en el barrio Punta Gorda. El liceo es una institución dependiente de la Dirección General de Educación Secundaria de la Administración Nacional de Educación Pública. Los grupos que participaron del estudio son 3°2, 3°3 y 3°4. Todas las alumnas y todos los alumnos que integran los grupos 2 y 3 participaron del estudio mientras que del grupo 4 un alumno no participó. La muestra final estaba compuesta por 75 alumnos. El grupo 2 fue elegido como grupo control, teniendo en cuenta para la elección el rendimiento cualitativo del primer semestre y las notas de promoción del año anterior en las asignaturas científicas.

Las características generales de los grupos se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26

Género y edad de las alumnas y de los alumnos de los diferentes grupos

	3°2	3°3	3°4	Total	p
N inicial	26	31	23	80	
N final	24	31	20	75	
Masculino	13 (50,0%)	16 (51,6%)	11 (47,8%)	40 (50%)	
Femenino	13 (50,0%)	14 (45,2%)	12 (52,2%)	39 (48,8%)	
Otro	0 (0%)	1 (3,2%)	0 (0%)	1 (1,3%)	
Edad (N, DT)	14,46 ± 0,65	14,58 ± 0,89	14,57 ± 0,90	14,54 ± 0,81	,85
Edad (min, máx)	14,16	14,17	14,17	14,17	
Edad (mediana)	14	14	14	14	

El test de ANOVA no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las edades de los grupos (ver Tabla 1). Debido a que el test de Kolmogorov-Smirnov muestra que las edades no se distribuyen de forma normal ($p = ,00$) se informa, además de la media, la mediana.

4.2.2 Instrumentos

Instrumentos de evaluación psicológica

La base de datos de esta etapa de la investigación surge de la implementación del Inventario VC_UY, validado a través de juicio de expertos, en sus versiones en extenso (aplicado al comienzo del año lectivo) y reducida (aplicado al final del año lectivo). Ambas versiones tienen 2 módulos comunes que son los módulos 2 y 5 (elección de carreras para estudiar una vez finalizada la Enseñanza Media e identificación de carreras como científicas). La versión reducida del inventario (que como ya se mencionó se aplica al final del año lectivo) incluye además 4 preguntas para valorar las actividades implementadas.

El Inventario VC_UY, en sus versiones (en extenso y reducida) se encuentra en el Anexo 8.

Instrumentos didácticos

A continuación, se listan las actividades que componen el Paquete implementado en esta etapa de la investigación.

- 1) Ejercicios y problemas propuestos: se abordan mediante el enfoque STEM a través de la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Problemas
- 2) Ejercicios experimentales
- 3) Ficha Átomos
- 4) Juego Ayuda al átomo de sodio a completar sus niveles de energía. Este juego fue el hilo conductor de todas las actividades del semestre y se implementó conforme a la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Juegos
- 5) Visita al Planetario de Montevideo
- 6) Ficha para la visita al Planetario de Montevideo
- 7) Visita a Espacio Ciencia
- 8) Ficha para la visita a Espacio Ciencia
- 9) Conversatorio con una científica
- 10) Proyecto final: la consigna está enmarcada en el tema curricular Reacciones químicas y consiste en que las alumnas y los alumnos investiguen sobre el tema e identifiquen diferentes reacciones químicas que ocurren en la vida cotidiana. Posteriormente deberán identificar una y reproducirla en el laboratorio de química del liceo. El requisito es que los materiales deben de ser accesibles y que, a través de su puesta en práctica, no estarán en riesgo tanto a ellos como sus pares ni la docente. Deberán, asimismo, explicar su fundamento teórico y qué aplicaciones tiene en la vida cotidiana. Esta consigna se realiza en equipo y se aborda mediante la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Proyectos.

4.2.3 Procedimiento

El inventario se aplicó durante la primera semana del segundo semestre del año lectivo. El año 2021 tuvo la particularidad de que la pandemia por COVID-19 impidió comenzar con el relevamiento de datos al inicio del año lectivo ya que las alumnas y los alumnos se conectaban de manera intermitente a los encuentros en la plataforma CREA a los que eran convocados en los horarios asignados a la asignatura química.

Asimismo, no estaban dadas las condiciones para aplicar el Paquete de actividades ya que el mismo fue diseñado para ser implementado de forma presencial.

Una vez recolectados los datos y con la valoración cualitativa de otros factores (motivación del grupo en la clase de química, rendimiento cualitativo y calificaciones finales de las asignaturas científicas del curso anterior) se identificó al grupo que tenía la mayor vocación científica al comienzo del año lectivo. Al igual que en el estudio exploratorio, la elección del grupo control busca obtener resultados realistas sobre las intervenciones y es aquel que presenta al inicio de la intervención una mejor expectativa en cuanto al desempeño general en la asignatura y al desarrollo de las vocaciones científicas. En el grupo control no se implementaron las actividades que conforman el paquete, con excepción de la salida al centro interactivo Espacio Ciencia. Debido a que las y los docentes del resto de las asignaturas pidieron incluir al grupo control en la salida a Espacio Ciencia se agendó una visita aparte para ese grupo. En el grupo control no se aplicó la ficha didáctica preparada para la salida.

El Paquete de actividades se aplicó en 2 de los 3 grupos. Todas las actividades estaban planificadas desde el comienzo del año lectivo, con excepción de la salida al Planetario de Montevideo, la que fue organizada por el profesor de física de los grupos experimentales.

Al final del año lectivo (durante las últimas dos semanas de clase) se aplicó la versión reducida del inventario.

Completar el inventario fue opcional para las y los estudiantes, los cuales (al igual que sus familias) estaban informados acerca de la investigación que se está llevando a cabo y de que se cuenta con el aval de la Comisión de Ética de la Facultad de Química de la UdelaR (Resolución N°103 del Consejo de la Facultad de Química de fecha 24 de junio de 2021).

En el Anexo 9 se presenta el documento con la resolución del Consejo.

4.2.4 Análisis estadísticos

Al igual que para analizar los datos de las muestras anteriores se utilizó el software IBM®SPSS® versión 25.

De la misma manera que para las muestras del estudio exploratorio se realizó un estudio descriptivo para la edad del alumnado de los diferentes grupos. En primer lugar, se analizó si las edades de las y los estudiantes de los grupos se ajustaban a

una distribución normal. Se realizó una comparación mediante el modelo ANOVA entre los 3 grupos para saber si existían diferencias entre las medias de las edades. Asimismo, se realizó un estudio descriptivo para el nivel educativo de las madres, los padres, las tutoras y los tutores.

Para comparar la vocación científica de los grupos al inicio del año lectivo se aplicó el test de hipótesis de Kruskal-Wallis.

Se buscaron patrones para clasificar las respuestas obtenidas en cuanto a la imagen que tienen de las y los científicos y a las razones de por qué consideran que una carrera científica no es atractiva para sus pares.

En relación a la clasificación de las personas en científicos o científicas se adoptó como marco de referencia la Teoría de Holland (1973) conforme a la Tipología RIASEC para realizar el análisis de las respuestas.

Se realizó un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) para los ítems del módulo 6 y un Análisis de Componentes Principales (ACP) para los ítems del módulo 7. La consistencia interna se determinó a través de la estimación del coeficiente Alfa de Cronbach y del coeficiente Omega de McDonald.

En cuanto al género, se aplicó la Prueba U de Mann-Whitney para comparar las dimensiones del comportamiento vocacional (ítems del módulo 6) y las experiencias extraescolares (ítems del módulo 7) del género femenino y masculino.

La evolución del perfil vocacional se analizó a través de la generación de una nueva variable, la que fue denominada variable de Interrelación entre los momentos inicial y final (IMIF).

Para analizar si existen diferencias estadísticamente significativas entre la puntuación global de las actividades que componen el Paquete y la elección final de una carrera científica se realizó una prueba T de muestras independientes. Asimismo, se realizó una prueba de Chi-cuadrado para analizar las posibles diferencias en los atributos de las actividades en función de la elección final de una carrera científica.

Por último, se confeccionó un modelo de regresión lineal múltiple, en particular de regresión binaria logística, que incorpora las variables del comportamiento vocacional como variables independientes mientras que la variable dependiente es la intención de estudiar una carrera científica. Asimismo, se incluyó en el modelo el rendimiento en la asignatura Química como variable mediadora, siendo el indicador de tal rendimiento la calificación final del curso. Se analiza por un lado si la variable

rendimiento es mediadora en los grupos experimentales y, por otro, si lo es en el grupo control. El análisis se realiza por separado ya que el rendimiento está condicionado por la implementación del paquete de actividades, que, como ya se mencionó se aplicó solamente en los grupos experimentales.

4.2.5 Resultados

Se presentan, en primera instancia, los resultados de la aplicación de la versión en extenso del inventario (al inicio del año lectivo), segmentados en cada uno de los módulos (9 en total).

Módulo 1: Valoración de las asignaturas del curso anterior

Tabla 27

Media, mínimo, máxima y mediana de las valoraciones de las asignaturas de 2do.

	3°2	3°3	3°4	Total
Historia	3,12 ± 0,91	2,97 ± 0,91	2,82 ± 1,18	2,97 ± 0,99
(min, máx)	1,4	1,4	1,5	1,5
Mediana	3	3	3	3
CF	2,92 ± 1,09	2,87 ± 0,96	2,86 ± 1,04	2,89 ± 1,01
(min, máx)	1,5	1,5	1,4	1,5
Mediana	3	3	3	3
ESM	2,81 ± 1,13	2,74 ± 1,21	2,91 ± 0,75	2,81 ± 1,06
(min, máx)	1,5	1,5	2,4	1,5
Mediana	3	3	3	3
EVP	2,85 ± 1,38	2,93 ± 1,48	3,09 ± 1,19	2,95 ± 1,36
(min, máx)	1,5	1,5	1,5	1,5
Mediana	3	3,5	3.	3
Geografía	2,88 ± 1,24	3,00 ± 1,03	3,00 ± 1,02	2,96 ± 1,09
(min, máx)	1,4	1,4	1,5	1,5
Mediana	3	3	3	3
Biología	3,19 ± 0,98	3,23 1,15	3,83 ± 0,98	3,39 ± 1,07
(min, máx)	1,5	1,5	2,5	1,5

Mediana	3	3	4	3
Inglés	2,65 ± 1,38	2,93 ± 1,33	2,52 ± 1,24	2,72 ± 1,32
(min, máx)	1,5	1,5	1,5	1,5
Mediana	2	3	2	3
IE	2,77 ± 1,31	3,00 ± 1,21	2,73 ± 0,70	2,85 ± 1,12
(min, máx)	1,5	1,5	1,4	1,5
Mediana	3	3	3	3
Informática	2,77 ± 1,39	3,29 ± 1,30	3,14 ± 1,25	3,07 ± 1,32
(min, máx)	1,5	1,5	1,5	1,5
Mediana	3	3	3	3
EF	3,38 ± 1,33	3,70 ± 1,18	3,41 ± 1,37	3,51 ± 1,28
(min, máx)	1,5	1,5	1,5	1,5
Mediana	4	4	4	4
Matemática	2,92 ± 1,50	3,32 ± 1,35	2,91 ± 1,51	3,08 ± 1,44
(min, máx)	1,5	1,5	1,5	1,5
Mediana	3	4	3	3

Nota. (CF = ciencias físicas; ESM = educación sonora y musical; EVP = expresión visual y plástica; IE = idioma español; EF = educación física).

Se observa en la misma tabla una tendencia muy marcada hacia la centralidad de la escala. Aún así, la asignatura que posee el puntaje más bajo (si se tienen en cuenta el total de alumnos de los grupos) es inglés ($2,72 \pm 1,32$) y la que posee el más alto es educación física ($3,51 \pm 1,28$). Si bien la asignatura ciencias físicas se encuentra valorada por debajo del valor 3 ($2,89 \pm 1,01$) en la tabla 24 se observa que más del 60,0% de los alumnos la valoraron con 3. Lo mismo ocurre con biología, otra de las asignaturas que componen las ciencias naturales. Si bien la media ya se encontraba por encima de 3 ($3,39 \pm 1,07$) el porcentaje de alumnas y alumnos supera el 70,0%. Eso demuestra que para más de la mitad del grupo las asignaturas cuentan con una valoración aceptable. También en la Tabla 28 se verifica lo observado en cuanto a la asignatura inglés ya que posee el porcentaje más bajo de alumnos que la valoraron con 3 o más.

Tabla 28

N y porcentaje de las valoraciones con 3 o >

	3°2	3°3	3°4	Total
Historia	19 (65,5%)	20 (64,5%)	13 (56,5%)	52 (62,2%)
CF	16 (61,5%)	20 (64,5%)	15 (65,2%)	51 (63,7%)
ESM	15 (57,7%)	20 (64,5%)	15 (65,2%)	50 (62,5%)
EVP	15 (57,7%)	17 (54,8%)	16 (69,6%)	48 (60,7%)
Geografía	17 (54,8%)	23 (74,2%)	17 (73,9%)	57 (67,6%)
Biología	19 (73,1%)	24 (77,4%)	21 (91,3%)	64 (80,6%)
Inglés	12 (46,2%)	18 (58,1%)	11 (42,3%)	41 (48,9%)
IE	16 (61,5%)	22 (71,0%)	15 (65,2%)	53 (65,9%)
Informática	15 (57,7%)	21 (67,7%)	14 (60,9%)	50 (62,1%)
EF	19 (73,1%)	26 (83,9%)	15 (65,2%)	60 (74,1%)
Matemática	17 (54,8%)	22 (71,0%)	13 (56,5%)	52 (60,8%)

Módulo 2: Elección de carreras para estudiar una vez finalizada la Enseñanza Media

Se analizó a la popularidad de las carreras y se observó que la carrera está en el lugar N°1 es Abogacía (N = 16, 20,0%) seguida de Medicina (N = 15, 18,8%) y la menos popular es Agronomía (ningún estudiante la seleccionó) seguida de Filosofía (N = 1, 1,3%).

Se creó, a los efectos de este estudio, un indicador en cuanto a las carreras científicas (biología, física, química e ingeniería). Para eso se dividió la muestra en dos grupos: uno de ellos lo integran quienes hayan seleccionado al menos una de estas carreras y el otro quienes no hayan seleccionado alguna. Se encontró que los estudiantes muestran un bajo interés por estudiar carreras científicas (N = 14, 17,5%).

El test de hipótesis de Kruskal-Wallis no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a la intención de estudiar una carrera científica ($p > ,05$), como se mencionó anteriormente.

Módulo 3: Imagen de las científicas y los científicos

En relación a cómo se imaginan a los científicos/as la búsqueda de patrones permite clasificar las respuestas obtenidas (N = 69, 86,3%) en tres categorías:

- 1) Aquellas que hacen referencia a su aspecto físico: con túnica blanca, lentes de seguridad, guantes, cofia, entre otros (n = 35, 43,8%).
- 2) Aquellas que hacen referencia a aspectos cognitivos: inteligente, curioso, valiente, apasionado, entre otros (n = 27, 33,8%).
- 3) Aquellas que hacen referencia a las actividades que realiza: en el laboratorio haciendo experimentos, manipulando instrumentos, entre otros (n = 7, 8,8%).

Asimismo, dos observadores clasificaron las respuestas del alumnado en dos categorías, las que se describen a continuación: 1) aquellas que responden a una imagen realista (N = 63, 90,0%) y 2) aquellas que responden a una imagen estereotipada (N = 7, 10,0%). Se aplicó la prueba Kappa de Cohen para evaluar el acuerdo inter-observador siendo el valor 0,722, $p < ,05$, que corresponde a una buena concordancia.

Módulo 4: Identificación de científicas y científicos famosos

El 60,0% de los estudiantes (N = 48) conoce y puede nombrar a algún científico famoso, en su mayoría del género masculino (N = 40, 66,7%) mientras que una cantidad menor nombra al menos una del género femenino (N = 16, 33,3%). El científico más nombrado es Albert Einstein (N = 38, 79,1%) seguido de Marie Sklodowska (N = 16, 33,3%). En cuanto a las nacionalidades en su amplia mayoría corresponden a científicas y científicos extranjeros. Solamente dos estudiantes nombran a científicos uruguayos (del género masculino).

Módulo 5: Identificación de profesiones como científicas

En cuanto a qué personas las y los estudiantes consideran que son científicos o científicas se observa que la amplia mayoría reconoce como científicas las ocupaciones con el perfil Investigador de la Tipología RIASEC (N = 77, 96,3%).

Módulo 6: Variables del comportamiento vocacional

Se realizó un Análisis Factorial Exploratorio (AFE). El valor del estadístico Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) es ,69. El valor de significancia estadística del criterio es esfericidad de Barlett's es $p < ,001$. Esto indica que la muestra tiene las características suficientes para hacer el análisis en cuestión.

Tabla 29

AFE (Estadísticos descriptivos, communalidades y cargas factoriales)

Ítem	Descripción	M	DT	H2	F1	F2	F3	F4
H	Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.	3,87	,81	,69	,74			
F	Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.)	3,53	1,03	,55	,70	-,21		
E	Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos, mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.)	3,98	1,07	,37	,45		,32	
L	Cuando quiero conseguir algo, me fijo unas metas y considero los medios para poder conseguirlas.	4,16	,91	,31	,41			
G	Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente.	3,50	,84	,30	,38			
I	Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.	2,64	1,04	,83		-,90		
J	Si me va bien en las clases de las asignaturas científicas, eso me ayudará en la carrera que decida estudiar.	2,92	1,07	,73		-,81		
D	Me gustaría participar en actividades extracurriculares que estén relacionadas con la ciencia (por ejemplo, clubes de ciencia).	2,56	,99	,48			,62	
K	A mis padres les gustaría que elija una carrera científica.	2,56	,91	,27			,51	
C	Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.	3,24	,92	,50	,34		,37	
A	Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.	4,29	,60	,26				,50

B Soy capaz de entender un texto de ciencia.	3,52	,75	,26			,47
Varianza explicada factor (%)				25,69	9,48	6,08 5,01
Alfa de Cronbach				,66	,72	,59 ,36
Omega de McDonald				,67	,77	,58 -*
Varianza explicada total				46,26		

Nota. *No se puede estimar porque el número de elementos es menor que 3; H2 = Comunalidad; F1, F2, F3 y F4 = Factor 1, 2, 3 y 4 respectivamente

En la Tabla 29 se puede observar que se extraen cuatro factores que explican el 46,26 % de la varianza total explicada. A continuación, se describen cada uno de los factores:

- 1) Metas. Compuesto por los ítems H, G y L.
- 2) Utilidad. Compuesto por los ítems J, F e I.
- 3) Interés. Compuesto por los ítems C, D, E y K.
- 4) Autoeficacia. Compuesto por los ítems A y B.

La composición de los factores fue determinada en primer lugar en función de cargas factoriales superiores a ,30 y en segundo lugar por el contenido del ítem en análisis. En los ítems C, E y F, que contienen cargas cruzadas, se priorizó el contenido de los mismos para asignarlos al factor.

Aunque existían en el factor 4 cinco cargas factoriales con valores superiores a ,30 solamente dos de estos no presentaban cargas cruzadas y son los que se retuvieron en ese factor. Aquellos que no se retuvieron presentaron un contenido muy diferente del factor en cuestión y fueron atribuidos a otros factores.

Se puede observar que en lo global las comunalidades son elevadas ya que presentan valores superiores a ,20.

Posteriormente se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de la distribución de cada una de las variables obtenidas en el AFE (Metas, Utilidad, Interés y Autoeficacia) de las cuales sólo la variable Interés presenta una distribución normal dado el valor de $p > ,05$.

Módulo 7: Actividades extraescolares

Para analizar la composición de la matriz se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) siendo el valor del estadístico Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ,518.

El valor de significancia estadística del criterio de esfericidad de Bartlett's es $p < ,01$. Esto indica que la muestra tiene las características suficientes para hacer el análisis en cuestión. El ACP se realizó con rotación Varimax y para la retención de los componentes se tuvo en cuenta el criterio de Kaiser y el análisis del gráfico de sedimentación.

Tabla 30

ACP (Estadísticos descriptivos, comunalidades y saturación)

Ítem	Descripción	M	DT	H2	C1	C2
C	Leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia.	2,08	1,04	,68	,81	
D	Colaborar con el reciclaje de la basura.	3,12	1,29	,62	,79	
E	Jugar juegos de caja o kits de ciencia.	1,96	,95	,38	,59	
A	Intentar encontrar constelaciones en el cielo.	1,87	1,20	,30		,80
B	Visitar un centro o museo de ciencia.	1,60	,72	,64		,74
F	Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con balanza o jarra medidora).	1,52	,55	,34		,44
Varianza explicada factor (%)					32,96	19,97
Alfa de Cronbach					,60	,44
Omega de McDonald					,62	,50
Varianza explicada total					52,93	

Nota. H2 = Comunalidad; C1 = Componente 1; C2 = Componente 2

En la Tabla 30 se puede observar que mediante el ACP se extraen dos componentes los cuales explican el 52,93 % de la varianza total explicada. A continuación, se describen los componentes:

- 1) Experiencias extraescolares individuales. Compuesto por los ítems C, D y E.
- 2) Experiencias extraescolares colectivas. Compuesto por los ítems A, B y F.

La composición de los componentes fue determinada en primer lugar en función de saturaciones superiores a ,30 y en segundo lugar por el contenido del ítem en análisis. Se observa en la tabla 25 que todos los ítems presentan saturaciones elevadas en sus respectivos componentes con valores superiores a ,30.

En el ítem F, que contiene cargas cruzadas, se priorizó la saturación del mismo en el componente 2 por estar vinculado el contenido del ítem a una experiencia colectiva, teniendo en cuenta las edades de las y los participantes.

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de la distribución de las variables (Experiencias extraescolares individuales y colectivas) y se observa que no presentan una distribución normal dado que se obtuvo un valor de significancia estadística de $p < ,05$.

El valor del coeficiente Omega de McDonald correspondiente al análisis de todos los ítems del módulo 7 es ,53.

Módulo 8: Elección de carreras científicas por parte de las y los pares

En cuanto a por qué las y los estudiantes consideran que una carrera científica no es atractiva para alguno/as de sus compañeros/as la búsqueda de patrones permite clasificar las respuestas obtenidas ($N = 65$, 81,3%) en cinco categorías:

- 1) Aquellas que hacen referencia al gusto o al interés: quizás no les guste investigar, les resulte aburrido, no les llame la atención, entre otros ($n = 32$, 40,0%).
- 2) Aquellas que hacen referencia a la dificultad: es una de las carreras más complicadas, lleva mucho trabajo y dedicación, es para gente demasiado inteligente, entre otros ($n = 25$, 31,3%).
- 3) Aquellas que hacen referencia a la falta de información: el concepto que tienen de ciencia no les alcanza como para interesarse por ella, no están informadas e informados sobre las carreras científicas, entre otros ($n = 4$, 5,0%).
- 4) Aquellas que hacen referencia a estereotipos en torno a la ciencia: en general se tiene una idea no muy buena acerca del sueldo de ellos, hay gente que piensa que al ser o querer ser científica o científico sos una persona “loca” o una persona que estudia algo raro, entre otras ($n = 3$, 3,8%).
- 5) Aquellas que hacen referencia a la autoeficacia de quienes deciden estudiar ciencia: no sería bueno para eso ($n = 1$, 1,3%).

Módulo 9: Nivel educativo de las madres, padres y/o tutoras/tutores

Tabla 31

Máximo nivel educativo alcanzado por las madres o tutoras

	3º2	3º3	3º4	Total
Primaria completa	8 (30,8%)	6 (19,4%)	12 (52,2%)	26 (32,5%)
Secundaria completa	6 (23,1%)	15 (48,4%)	3 (13,0%)	24 (30,0%)
Técnica completa	2 (7,7%)	1 (3,2%)	0 (0%)	3 (3,8%)
Profesorado completo	2 (7,7%)	2 (6,5%)	0 (0%)	4 (5,0%)
Otra educación terciaria completa	2 (7,7%)	1 (3,2%)	0 (0%)	3 (3,8%)
Universidad completa	4 (15,4%)	2 (6,5%)	3 (13,0%)	9 (11,3%)
No sabe/no responde	2 (7,7%)	4 (12,8%)	5 (21,7%)	11 (13,8%)

Tabla 32

Máximo nivel educativo alcanzado por los padres o tutores

	3º2	3º3	3º4	Total
Primaria completa	10 (38,5%)	9 (29,0%)	9 (39,1%)	28 (35,0%)
Secundaria completa	3 (11,5%)	8 (25,8%)	6 (26,1%)	17 (21,3%)
Técnica completa	4 (15,4%)	2 (6,5%)	1 (4,3%)	7 (8,8%)
Profesorado completo	0 (0%)	3 (9,7%)	0 (0%)	3 (3,8%)
Otra educación terciaria completa	2 (7,7%)	1 (3,2%)	0 (0%)	3 (3,8%)
Universidad completa	2 (7,7%)	4 (12,9%)	1 (4,3%)	7 (8,8%)
No sabe/no responde	5 (19,2%)	4 (12,9%)	6 (26,1%)	15 (18,8%)

En las Tablas 31 y 32 se observa que la mayoría de las madres, padres o tutores apenas han completado la enseñanza primaria. Las madres o tutoras han alcanzado

niveles educativos más altos que los padres o tutores, salvo en la educación técnica, que estos últimos superan a las primeras.

A continuación, se presentan los resultados de la búsqueda de las posibles asociaciones entre variables, en específico para las dimensiones del comportamiento vocacional y la edad y para las experiencias extraescolares y la edad. Resulta importante explorar posibles asociaciones dado que algunos estudios han encontrado vínculos entre las mismas (Domínguez y Pino-Juste (2014).

1) Asociación entre las dimensiones del comportamiento vocacional y la edad

Tabla 33

Coeficiente r de Pearson de las dimensiones del comportamiento vocacional y la edad

A $p < ,01$ la dimensión Metas es la que presenta la mayor cantidad de correlaciones estadísticamente significativas y lo hace con las dimensiones Utilidad, Interés y Autoeficacia.

	1. Edad	2. Metas	3. Utilidad	4. Interés	5. Autoeficacia
1. Edad	-	-,18	-,06	,15	-,08
2. Metas		-	,38**	,41**	,36**
3. Utilidad			-	,33**	,14
4. Interés				-	,15
5. Autoeficacia					-

Nota. ** $p < ,01$

Aunque las dimensiones en estudio no presentan normalidad se calculó el Coeficiente r de Pearson el lugar del Coeficiente rho de Spearman.

2) Asociación entre las experiencias extraescolares y la edad

Tabla 34

Coeficiente r de Pearson de las experiencias extraescolares y la edad

	1. Edad	2. AEC	3. AEI
1. Edad	-	0,05	0,08
2. Actividades extraescolares colectivas (AEC)		-	,25*
3. Actividades extraescolares individuales (AEI)			-

Nota. *p < ,05

Aunque las dimensiones en estudio no presentan normalidad se calculó el Coeficiente r de Pearson en lugar del Coeficiente rho de Spearman.

A $p < ,05$ las Actividades extraescolares colectivas correlacionan de forma estadísticamente significativa con las Actividades extraescolares individuales.

No se observa correlación de cualquier tipo de las experiencias extraescolares con la edad.

Diferencias de género

Tabla 35

Comparación de las dimensiones entre género (M, DT, p y d)

	Masculino			Femenino		R	U	p	d**
	M	DT	R*	M	DT				
Metas	3,79	,56	36,38	3,93	,71	42,62	-,95	,34	,64
Utilidad	2,93	,81	36,44	3,14	,86	41,63	-1,1	,28	,83
Interés	3,04	,64	37,90	3,15	,67	42,15	-,79	,43	,65
Autoeficacia	3,90	,55	38,96	3,95	,47	41,06	-,43	,67	,51
Actividades extraescolares colectivas	2,01	,75	37,20	2,23	,88	42,87	-1,21	,23	,81
Actividades extraescolares individuales	2,41	,77	37,96	2,43	,88	38,04	-,08	,94	,82

Nota. *R = rango; **d = tamaño del efecto

Se realizó una comparación de las dimensiones del comportamiento vocacional y de las experiencias extraescolares para tal se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

Es importante resaltar que esta comparación no mostró diferencias estadísticamente significativas. En esas condiciones se observa que la media del género femenino es mayor en todas las variables analizadas, alcanzando la mayor diferencia en Actividades extraescolares colectivas, siendo grande el tamaño del efecto. La menor diferencia en la media ocurre en la variable Actividades extraescolares individuales, siendo el tamaño del efecto también grande. El menor efecto, (aunque es mediano) ocurre para la dimensión Autoeficacia.

Se presentan, en segunda instancia, los resultados de la aplicación de la versión reducida del inventario (implementada al final del año lectivo) discriminados en los tres componentes que integran esta versión: 1) Elección final de carreras científicas, (para eso se analiza la evolución del perfil de elección vocacional) 2) Identificación de profesiones como científicas y 3) Valoración del Paquete de actividades.

1) Evolución del perfil de elección vocacional

Para analizar la evolución del perfil de intención vocacional del alumnado se generó una nueva variable de tipo categórica dicotómica, que como se mencionó anteriormente se llama variable de Interrelación entre los momentos inicial y final (IMIF). Esta variable de evolución fue generada a partir de la agregación de 4 categorías en función de la intención inicial de estudiar una carrera científica y la intención final. Las categorías son las siguientes: 1) cambio positivo (refiere al alumno/ a la alumna que no tenía la intención de estudiar una carrera científica al comienzo del año lectivo pero que al final tiene intención de estudiar una), 2) cambio negativo (refiere al alumno/ a la alumna que tenía intención de estudiar una carrera científica al comienzo del año lectivo pero que al final no tiene intención de estudiar una), 3) confirma positivo (refiere al alumno/ a la alumna que tenía intención de estudiar una carrera científica al comienzo del año lectivo y que al final mantiene la intención) y 4) confirma negativo (refiere al alumno/ a la alumna que no tenía la intención de estudiar una carrera científica al comienzo del año lectivo y que al final tampoco tiene la intención de estudiar una). En la Tabla 36 se presentan las características de la variable IMIF.

Tabla 36

Categorías de la variable IMIF

Decisión inicial	Decisión final	Categoría
No tiene intención de estudiar una carrera científica	Tiene intención de estudiar una carrera científica	Cambio positivo
Tiene intención de estudiar una carrera científica	No tiene intención de estudiar una carrera científica	Cambio negativo
Tiene intención de estudiar una carrera científica	Tiene intención de estudiar una carrera científica	Confirma positivo
No tiene intención de estudiar una carrera científica	No tiene intención de estudiar una carrera científica	Confirma negativo

Con el objetivo de entender si existen diferencias en la intención vocacional se realizó una prueba de Chi-cuadrado en la que se cruzaron los 3 grupos en función de la nueva variable (véase la tabla de frecuencias).

Tabla 37

Frecuencias en cada categoría para la intención vocacional por grupos (control y experimentales)

	N (%) Grupo 2	N (%) Grupo 3	N (%) Grupo 4
Cambio positivo	2 (8,3%)	5 (16,1%)	4 (20,0%)
Cambio negativo	2 (8,3%)	1 (3,2%)	1 (5,0%)
Confirma positivo	3 (12,5%)	4 (12,9%)	1 (5,0%)
Confirma negativo	17 (70,8%)	21 (67,7%)	14 (70,0%)

Se analizó la posible asociación entre la intención vocacional y el grupo de pertenencia; donde no se encontró una asociación estadísticamente significativa (2,600, $p > ,05$). Sin embargo, al analizar los resultados entre el grupo control (grupo 2) y los grupos experimentales (grupos 3 y 4) se observa que el 20 % del grupo 4 y el 16,1 % del grupo 3 presentaron un cambio positivo en cuanto a la intención de

estudiar una carrera científica. Estos porcentajes son mayores que los del grupo control el cual alcanza el 8,3 %.

Asimismo, se analizaron las posibles diferencias en cuanto a la intención vocacional del grupo control y del conjunto de los grupos experimentales. Para eso se realizó la prueba de Chi-cuadrado en la que se cruzaron los 2 grupos con la nueva variable (véase la tabla 35 de frecuencias).

Tabla 38

Frecuencias en cada categoría para la intención vocacional por grupos (control y conjunto de experimentales)

	N (%) Grupo 2	N (%) Grupo 3 y 4
Cambio positivo	2 (8,3%)	9 (17,6%)
Cambio negativo	2 (8,3%)	2 (3,9%)
Confirma positivo	3 (12,5%)	5 (9,8%)
Confirma negativo	17 (70,8%)	35 (68,6%)

Se analizó la posible asociación entre la intención vocacional y el grupo de pertenencia; donde no se encontró una asociación estadísticamente significativa (1,683, $p > ,05$).

Se observa un notorio aumento para la categoría Cambio positivo en el conjunto de los grupos experimentales, siendo el porcentaje más del doble que en el grupo control mientras que el Cambio negativo es menos de la mitad.

2) Identificación de profesiones como científicas

En cuanto a qué personas las y los estudiantes consideran que son científicos o científicas se observa que en el global de los grupos la amplia mayoría de los estudiantes reconoce como científicas las ocupaciones con el perfil Investigador de la Tipología RIASEC (N = 73, 97,3%), aumentando levemente ese porcentaje si se compara la identificación inicial/final (inicial = 96,3%, final = 97,3%). Al final del año lectivo todas y todos los estudiantes del grupo 3 identificaron las carreras con este código. En el conjunto de los grupos experimentales el porcentaje alcanza el 98,0%.

3) Valoración del Paquete de actividades

Se presentan a continuación las valoraciones de los grupos experimentales de cada una de las actividades que componen el paquete.

Tabla 39

Valoración del Paquete de actividades en los grupos experimentales (M, DT)

Actividad	M	DT
Ejercicios y problemas propuestos	4,06	0,84
Actividades experimentales	4,80	0,53
Ficha “Átomos”	4,04	0,93
Juego “Ayuda al átomo de sodio”	4,16	1,07
Visita al Planetario	4,35	1,00
Ficha para la visita al Planetario	3,42	1,03
Visita a Espacio Ciencia	4,49	0,87
Ficha para la visita a Espacio Ciencia	3,50	0,98
Conversatorio con una científica	3,45	1,32
Trabajo final	4,58	0,84

Al analizar las valoraciones de las actividades implementadas en los grupos 3 y 4 durante el curso se observa que 7 de las 10 actividades fueron valoradas con puntajes mayores a 4 y que todas las actividades fueron valoradas con puntajes mayores a 3. En cuanto a para qué aspectos les resultó de utilidad el Paquete de actividades, las respuestas de los 51 alumnos y alumnas que integran los grupos experimentales se presentan en la tabla 40.

Se realizó una prueba T de muestras independientes siendo la variable de agrupación la intención de estudiar una carrera científica (elige/no elige) y la variable dependiente la valoración de cada una de las actividades que componen el paquete (medida en una escala Likert de 5 puntos siendo 1 = No me gustó nada y 5 = Me gustó mucho). Se observa que existe una variación de 0,50 puntos en la valoración de la actividad Visita al Planetario entre los que eligen una carrera científica al final del año lectivo

(M = 4,71) y los que no lo hacen (M = 4,21) y que esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < ,05$). Para el resto de las actividades la diferencia es menor y no es estadísticamente significativa.

Tabla 40

Cantidad de alumnas y alumnos de los grupos experimentales que seleccionaron los diferentes atributos

Atributo	N de alumnas y alumnos
Comprender cómo trabajan las científicas y los científicos	30
Informarme sobre dónde puedo estudiar ciencias	26
Conocer la oferta educativa del país	10
Aprender a trabajar en el laboratorio	41
Comprender mejor la asignatura	37
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	26
Trabajar en equipo	37
Motivarme a continuar estudiando	26

Por otro lado, en cuanto a los atributos asociados a cada una de las actividades, los mismos se utilizaron como una puntuación global (8 atributos = 8 puntos). La prueba T de muestras independientes indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la puntuación global y la variable de elección de una carrera científica (elige/ no elige) una carrera científica ($p > ,05$).

Sin embargo, la prueba de Chi-cuadrado muestra diferencias estadísticamente significativas para los atributos Aprender a trabajar en el laboratorio y Comprender mejor la asignatura (likelihood ratio $p < ,05$) en función de la variable de elección de una carrera científica (elige/no elige).

A nivel descriptivo existen diferencias en el atributo Trabajar en equipo ($p > ,05$). Estos resultados se presentan en las Tablas 41, 42 y 43.

Tabla 41

Frecuencias para el atributo Aprender a trabajar en el laboratorio por grupos en función de elige/ no elige una carrera científica

	No es atributo	Es atributo
Elige	6 (42,9%)	8 (57,1%)
No elige	4 (10,8%)	33 (89,2%)
Total	10 (19,6%)	41 (80,4%)

Tabla 42

Frecuencias para el atributo Comprender mejor la asignatura por grupos en función de elige/ no elige una carrera científica

	No es atributo	Es atributo
Elige	1 (7,1%)	13 (92,9%)
No elige	12 (32,4%)	25 (67,6%)
Total	13 (25,5%)	38 (74,5%)

Tabla 43

Frecuencias para el atributo Trabajar en equipo por grupos en función de elige/ no elige una carrera científica

	No es atributo	Es atributo
Elige	3 (21,4%)	11 (78,6%)
No elige	11 (29,7%)	26 (70,3%)
Total	14 (27,5%)	37 (72,5%)

El relevamiento de las preguntas abiertas, que consulta cuál actividad les gustó más/ menos y por qué, refuerza la valoración de las actividades que se presentan en la tabla 39, a la vez que brinda información adicional, la que se sistematiza a continuación.

Las Actividades experimentales fueron las más nombradas en la consulta de cuál de todas les gustó más. Entre los argumentos se encuentran los siguientes:

- Aprendí a hacer cosas nuevas
- Fueron interesantes, divertidas y entretenidas
- Me gustó trabajar con materiales y sustancias
- Trabajamos en equipo

Las y los alumnos que indicaron que el Juego fue la actividad que más les gustó agregaron lo siguiente:

- Hizo que nos motivemos
- Fue interesante y divertido
- Me encantó

En cuanto al Trabajo final, son varias las cualidades que se destacan en el relevamiento:

- Nos dió libertad a la hora de hacer experimentos
- Pudimos ver los experimentos de otras compañeras y otros compañeros
- Tuvimos que buscar información por nosotros mismos

Las Visitas a Espacio Ciencia y al Planetario también fueron actividades mencionadas como preferidas y les fueron asignados los siguientes atributos:

- Fue una manera diferente de aprender química
- Aprendí cosas que no sabía
- De los mejores paseos
- Fue atrapante

En cuanto a qué actividades les gustaron menos, el 22% del alumnado de los grupos experimentales manifiesta, explícitamente, Ninguna, mientras que algunas alumnas y algunos alumnos reafirman la valoración del Conversatorio y mencionan que:

- Fue aburrida
- No me interesó

Las Fichas, en sus diferentes versiones, también fueron mencionadas como las actividades que menos les gustaron y comentan, de manera general, que les parecieron aburridas.

Por último, se presentan los resultados de analizar las condiciones de base de los dos grupos experimentales.

Establecimiento de condiciones de base para los grupos experimentales

La prueba ANOVA para las variables correspondientes a las dimensiones del comportamiento vocacional y de las experiencias extraescolares muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre grupos experimentales y control ($p > ,05$) por lo que estas dimensiones son iguales de base. Se realizó la prueba Bonferroni para analizar las diferencias en todas las combinaciones posibles entre los grupos y no se encontró un efecto estadísticamente significativo.

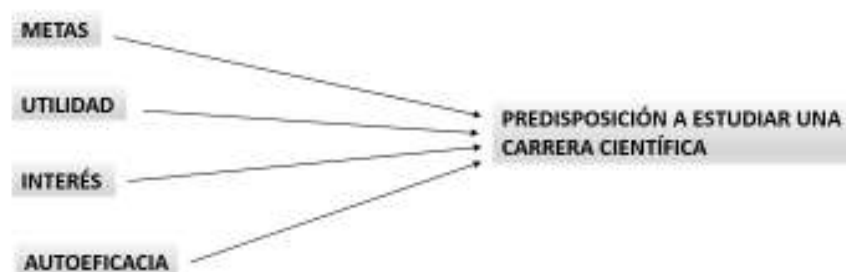
Asimismo, se analizó la posible asociación entre el nivel educativo de los padres/tutores y el grupo encontrándose que la misma no es estadísticamente significativa (13,318, $p > ,05$). Lo mismo ocurre con el nivel educativo de las madres/tutoras (18,981, $p > ,05$). Tampoco existe asociación estadísticamente significativa entre el género y el grupo (1,764, $p > ,05$) ni entre la imagen que tiene el alumnado sobre las y los científicos (realista/ estereotipada) y el grupo (5,936, $p > ,05$).

Modelo de regresión binaria logística

Se probó un modelo de regresión lineal múltiple, en particular de regresión binaria logística que integra las variables del comportamiento vocacional que surgieron del AFE realizado (Metas, Utilidad, Interés y Autoeficacia) en el rol de predictoras y la predisposición hacia el estudio de las carreras científicas como variable dependiente (ver Figura 15).

Figura 15

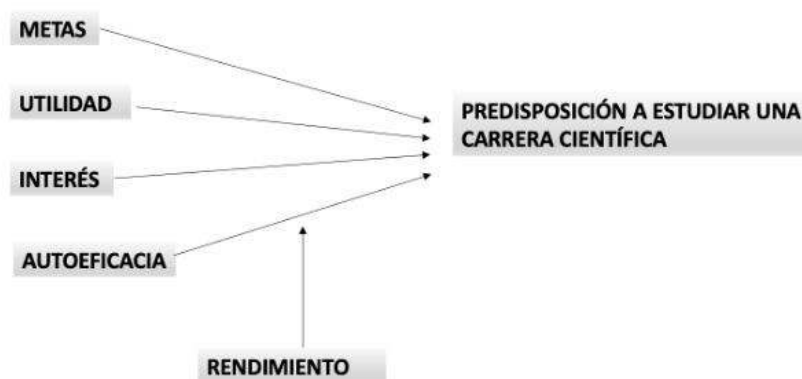
Modelo de regresión binaria logística para las variables del comportamiento vocacional y la predisposición a estudiar una carrera científica



En este primer modelo, 3 de los 4 predictores no mostraron una asociación estadísticamente significativa. A seguir, se probó un modelo de regresión incluyendo como predictores únicamente a aquellas dimensiones que presentan una asociación estadísticamente significativa, que en este caso, fue la dimensión de Interés (0 = predisposición, 1 = no predisposición). El modelo en cuestión explica 13.9% de la varianza de la predisposición para elegir una carrera científica ($\beta = -1,216$, $p < ,05$). Posteriormente, se incluyó en el modelo el rendimiento en la asignatura química como variable mediadora, siendo el indicador de tal rendimiento la calificación final del curso. (ver Figura 16).

Figura 16

Modelo de regresión binaria logística incluyendo la variable rendimiento como mediadora de la predisposición a estudiar una carrera científica



Se verifica que el rendimiento en la asignatura química no es un mediador de la predisposición por las carreras científicas ($p > ,05$), a pesar de que se verificaron altos rendimientos y de que se alcanzaron los aprendizajes esperados.

Validez del instrumento

Se realizó una prueba ANOVA para las dimensiones del comportamiento vocacional y la variable IMIF. Los resultados permiten concluir que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < ,05$) específicamente en las dimensiones Metas e Interés, por lo que existe evidencia de que el instrumento permite detectar perfiles diferentes. Asimismo, se realizó una prueba ANOVA para los componentes de las actividades extraescolares y la IMIF. Los resultados permiten concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > ,05$).

4.2.6 Discusión

Fiabilidad del instrumento

Del AFE realizado a los ítems del módulo 6 se observa que, de acuerdo a los rangos establecidos por George y Mallery (2003), los valores del Alfa de Cronbach pueden ser clasificados en: aceptable para el factor Utilidad, cuestionable para Metas, pobre para Interés e inaceptable para Autoeficacia. La eliminación de ninguno de los ítems representa una mejoría en la consistencia interna. La consistencia interna también fue analizada a través del coeficiente Omega de McDonald y los valores clasificados en: aceptable para Utilidad, cuestionable para Metas, pobre para Interés y no se pudo estimar para Autoeficacia ya que el número de elementos es menor que 3.

En cuanto a los ítems del módulo 7 (del ACP realizado y tomando el mismo marco de referencia) los valores del Alfa de Cronbach pueden ser clasificados en: cuestionable para Actividades extraescolares individuales e inaceptable para Actividades extraescolares colectivas. La eliminación de ninguno de los ítems representa una mejoría en la consistencia interna. La consistencia interna también fue analizada a través del Omega de McDonald y los valores clasificados en: cuestionable para Actividades extraescolares individuales y pobre para Actividades extraescolares colectivas.

Se incluyó en el análisis de la fiabilidad el coeficiente Omega de McDonald ya que Ventura-León y Caycho-Rodríguez (2017) recomiendan el empleo del mismo debido a que provee una medida más precisa de la fiabilidad.

El valor de este coeficiente para todos los ítems del módulo 6 se encuentra en el rango de aceptable mientras que para todos los ítems del módulo 7 es pobre.

Los resultados muestran la necesidad de incluir más ítems lo que resulta razonable ya que se habían mantenido en esta versión del instrumento en un mínimo y evaluar si mejora la fiabilidad del instrumento.

Las variables del comportamiento vocacional

En relación a la asociación entre las dimensiones del comportamiento vocacional y la edad, la revisión no encontró correlación estadísticamente significativa entre las variables del comportamiento vocacional y la edad.

Entre las dimensiones del comportamiento vocacional se encontró que la correlación que alcanza el valor más alto ocurre entre Metas e Interés. Según Cupani y Pérez (2006) los intereses promueven metas de elección vocacional (intenciones o aspiraciones a comprometerse en una dirección vocacional particular), las cuales aumentan la probabilidad de una acción de elección determinada. Estas acciones de elección conducen al individuo a dominios de rendimiento particulares y experiencias de logro que pueden alimentar o debilitar la autoeficacia y las expectativas de resultados, al servir como experiencias de aprendizaje, afectando así, la persistencia en la elección realizada.

Por otro lado Pool-Cibrián y Martínez-Guerrero (2013) encontraron una correlación positiva entre la autoeficacia y las metas. Es decir, que la autoeficacia percibida fomenta las intenciones o aspiraciones de comprometerse en cierta dirección vocacional. De acuerdo al marco de referencia consultado las metas están influenciadas tanto por las creencias de autoeficacia como por los intereses.

En cuanto a la utilidad, se ha determinado que es el principal facilitador del interés (Gil et al., 2019) por lo que está relacionado, de forma indirecta, con las metas.

Los resultados obtenidos están en línea con el marco teórico de referencia ya que se observa que los intereses fomentan las metas, las que a la vez se ven influenciadas por la autoeficacia. Por último, la utilidad también tiene parte en este sistema, es decir que todas las variables del comportamiento vocacional consideradas están

vinculadas. Y, lo que es más importante, las metas se traducen en acciones, las que encaminan a las personas a dominios de rendimiento. Esto último es muy relevante ya que mejorar los rendimientos es una meta de cualquier acción de enseñanza-aprendizaje.

Las actividades extraescolares

De igual manera que se verificó con las variables del comportamiento vocacional, las variables correspondientes a las actividades extraescolares no presentan correlación estadísticamente significativa entre estas variables y la edad.

Vázquez y Manassero (2007) han estudiado el vínculo entre la realización, por parte del alumnado, de un amplio conjunto de actividades extracurriculares vinculadas con la ciencia y la tecnología con la elección de asignaturas de ciencias (física y química y/o biología y geología) en el final de la educación obligatoria (15 -16 años de edad). Encontraron que la frecuencia de las experiencias extraescolares previas parece marcar una distinción definitiva en la primera elección de ciencias en el final de la educación obligatoria: los estudiantes que eligen ciencias informan un bagaje previo de experiencias superior en todos los aspectos a los que no eligen ciencias. Los resultados no demuestran que la experiencia extraescolar de los estudiantes sea la causa de su elección de ciencias o no, pero, de acuerdo a los autores, sin duda trazan un perfil y una frontera nítida: los estudiantes que no eligen ciencias son personas que tienen una experiencia extraescolar claramente inferior respecto a los que sí eligen ciencias. Por tanto, independientemente de si la experiencia extraescolar temprana de los estudiantes puede ser un elemento determinante, o no, para la futura elección de carreras científicas, ésta debe promoverse por todos los medios, escolares y extraescolares, como medida compensatoria.

Diferencias de género

Si bien la comparación de las dimensiones del comportamiento vocacional y de las experiencias extraescolares con el género no mostró diferencias estadísticamente significativas, la media del género femenino es mayor en todas las variables analizadas, alcanzando la mayor diferencia en Actividades extraescolares colectivas y siendo grande el tamaño del efecto. Vázquez y Manassero (2007) también

analizaron las diferencias de género en su estudio, encontrando que globalmente la media de la frecuencia de las actividades de las chicas es inferior a la de los chicos, aunque la diferencia de género en este parámetro no es estadísticamente significativa. Los autores realizaron un análisis cualitativo de aquellas actividades en donde las chicas se diferenciaron más de los chicos y encontraron que los chicos tienen un bagaje de experiencias relacionadas con la ciencia claramente diferente al de las chicas. Esta diferencia, de acuerdo a los autores, evoca con intensidad los estereotipos sociales de género. A modo de ejemplo Construir cosas con alambre, es una actividad que se realiza con mayor frecuencia por parte de los chicos, de acuerdo a los resultados de este estudio mientras que Coleccionar piedras diferentes o conchas, se realiza con mayor frecuencia por parte de las chicas. Para los autores este bagaje diferencial es muy importante porque puede condicionar dramáticamente el aprendizaje de la ciencia del alumnado ya que si la enseñanza de la ciencia escolar se ajusta más al patrón masculino de experiencias previas se estará favoreciendo el aprendizaje de la ciencia por los chicos e inhibiendo el aprendizaje y el interés de las chicas hacia la ciencia. Este bagaje diferencial también podría explicar algunos de los indicadores de diferencias de género en la ciencia habituales en los estudios de evaluación, tales como el peor rendimiento escolar y las bajas actitudes en ciencias de las mujeres respecto a los hombres y, en general, el menor interés de las chicas por la ciencia.

Estereotipos en torno a las personas que hacen ciencia

El vínculo entre los estereotipos en torno a las personas que hacen ciencia y la elección de carreras científicas ha sido estudiado por varios investigadores (Gil-Pérez, 1993; Simpson et al., 1994; Furió y Vilches, 1997; Gil-Pérez y Martínez, 2004). Se encontró que ciertas deformaciones en relación a cómo las personas que hacen ciencia construyen los conocimientos se han ido consolidando hasta convertirse en un estereotipo socialmente aceptado, que la propia educación científica refuerza por acción u omisión (Vilches y Gil-Pérez, 2008). Asimismo, agregan que la imagen individualista y elitista del científico se traduce en iconografías que representan al hombre de bata blanca en su inaccesible laboratorio, repleto de extraños instrumentos. De esta forma, se genera una grave deformación: la que asocia el trabajo científico, casi exclusivamente, con ese trabajo en el laboratorio, donde el

científico experimenta y observa en busca del feliz descubrimiento. Se transmite así una visión empiro-inductivista de la actividad científica, que resalta el papel de la observación y de la experimentación neutra e incluso del puro azar, olvidando el papel esencial de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y de los cuerpos coherentes de conocimientos disponibles, que orientan todo el proceso.

El resultado de la clasificación, por parte de dos observadores, de las respuestas en función de la imagen realista/ imagen estereotipada de las personas que hacen ciencia muestra que la amplia mayoría del alumnado tiene una imagen realista de las mismas (N = 63, 90%), ubicándose el grado de acuerdo en la Prueba Kappa de Cohen en Sustancial (Landis y Coch, 1977).

Se podría asumir que el contexto de pandemia permitió visibilizar el trabajo que realizan las científicas y los científicos. En apoyo a lo anterior se destaca que entre las respuestas a la pregunta: ¿Conoces a algún/a científica/científico famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres, aparecen, por primera vez, el nombre de dos científicos uruguayos.

Sin embargo, siguen apareciendo entre los patrones de respuesta algunos de los componentes que se mencionan en el trabajo de Vilches y Gil-Pérez (2008): túnica, material de laboratorio y de seguridad personal, que si bien forman parte del atuendo científico podrían contribuir a la consolidación de los estereotipos antes mencionados.

Las personas que hacen ciencia

La Tipología RIASEC (Holland, 1973) presenta un marco de referencia para la categorización de las ocupaciones científicas que es accesible a las y a los adolescentes que participaron de este estudio ya que prácticamente todas y todos los estudiantes reconocieron como ocupaciones científicas las que corresponden al perfil Investigador y en el grupo 4 todos los estudiantes identificaron las carreras científicas con ese perfil. Esto es sumamente importante para los objetivos de esta investigación ya que, de acuerdo al autor, cuanto mayor coincidencia, ajuste o congruencia haya entre el código Holland de un sujeto que aspira a cursar un determinado bachillerato y cualquiera de los códigos que representan las diferentes opciones, mayor satisfacción, estabilidad y rendimiento caben esperar, pues las personas buscan actividades e interacciones que sean consistentes con sus identidades, motivaciones, objetivos y valores.

El apoyo del contexto (familia y pares) en las decisiones vocacionales

Lent et al. (1994) en el Modelo de elección de carrera incorporan, fuera del núcleo central del modelo, factores personales y contextuales. Estos factores actúan como moderadores y se definen como variables ambientales que ayudan u obstaculizan los esfuerzos para lograr una meta académica y que influyen sobre las creencias de autoeficacia, expectativas, intereses y metas. Los resultados de un estudio realizado por el Grupo ASOCED (2017), del que participaron estudiantes asturianos de 4º de ESO y de 1º de Bachillerato del itinerario de Ciencia y Tecnología, muestran que las madres y los padres son los principales apoyos de los estudiantes. En particular, se concluye que la opinión de las madres y de los padres es fundamental en el desarrollo académico de las chicas y de los chicos. Sin embargo, es muy frecuente que el alumnado considere que su proceso de elección vocacional ha sido algo muy personal, es decir, que las madres y los padres apoyan sus decisiones, si bien estas son, en última instancia, adoptadas en solitario por ellas y ellos. Asimismo, concluyen que cuando el alumnado reconoce una clara influencia de un progenitor en mayor medida que el otro, la mayoría indican la mayor influencia materna.

En relación a la influencia de los pares, la mayoría del alumnado consultado manifiesta que no han influido en su decisión en cuanto a la elección de la orientación en el bachillerato, aunque afirman que sus pares han sido de apoyo en el proceso una vez que la decisión ya estaba tomada.

Por otro lado, otro estudio asturiano cuya muestra también son alumnas y alumnos de 4º de ESO encontró que, independientemente de otras variables y consideraciones (peor o mejor trayectoria en el curso, género, zona de residencia) parece existir una clara y regular tendencia a que el alumnado perciba mejor su futuro académico en la medida en que mayor y mejor es también el nivel académico y el capital cultural y social de las madres y de los padres. Es por esto último que, generalmente, las expectativas académicas más favorables suelen tenerlas quienes tienen madres y padres con formación universitaria superior y, las menos favorables, quienes tienen progenitores que no han terminado los estudios elementales. Sin duda, los logros académicos de las madres y de los padres, traducidos normalmente en nivel social, económico y cultural parecen proyectarse, consciente o inconscientemente, en las expectativas académicas de las hijas y de los hijos e influir en la visión que éstos tienen de su futuro (Torío et al., 2007).

Los resultados de esta investigación sobre las vocaciones científicas muestran que las madres/tutoras y los padres/tutores tienen bajos niveles académicos (ver tablas 29 y 30) y, en acuerdo con eso, las expectativas de carrera serían bajas también. En cuanto a por qué las y los estudiantes consideran que una carrera científica no es atractiva para alguno/as de sus compañeros/as, se evidencia que la mayoría de las respuestas hacen referencia a la falta de interés en las carreras científicas, seguido de la dificultad de estas carreras. En menor medida se menciona la falta de información acerca del tema y la existencia de estereotipos (persona loca o una persona que estudia algo raro). Los resultados de la Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio (Polino, 2012) encontró que el 36% de las y los encuestados opina que la ciencia no es atractiva para las y los jóvenes de su edad mientras que el 28,2% dice que si es una profesión atractiva y el 35,8% no sabe. Estas respuestas reivindican la necesidad de planificar actividades de aula que sean atractivas para el alumnado y que muestren aspectos realistas de la ciencia.

Evolución de la vocación científica en los grupos experimentales

Analizando los resultados de la tabla 34 se observa que el grupo 4 (N = 20,0) tiene una evolución más favorable en cuanto a las vocaciones científicas que el grupo 3 (N = 5, 16,1%).

Si bien la prueba ANOVA para las variables correspondientes a las dimensiones del comportamiento vocacional (módulo 6) y de las experiencias extraescolares (módulo 7) muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > ,05$), por lo que estas dimensiones son iguales de base y no se les puede atribuir la diferencia en la evolución de la vocación científica del grupo 4, los grupos, desde el punto de vista cualitativo, presentan diferencias.

El grupo 4 tenía, al comienzo del año lectivo, menor participación en los encuentros virtuales del primer semestre y el más bajo rendimiento cualitativo. El rendimiento fue evolucionado positivamente, alcanzando la media de 8 al final del año lectivo y algunos indicadores cualitativos, como el interés y la motivación por aprender contenidos de química, fueron incrementándose a lo largo del semestre.

Al observar las tablas con la formación de las madres/tutoras y de los padres/tutores se evidencia que los antecedentes académicos son, en general, más favorables en el grupo 3.

Estos dos factores podrían explicar la diferencia en la evolución de la elección vocacional en el entendido que, para este grupo de alumnas y alumnos, el acompañamiento docente sería más relevante en el proceso de orientación vocacional.

Para reforzar la idea anterior se analizaron las valoraciones de las actividades implementadas en los grupos 3 y 4 durante el curso y se observa que 6 de 10 actividades fueron valoradas con mayores puntajes en el grupo 4, por lo que se puede afirmar que la intervención, en su conjunto, es mejor valorada en ese grupo.

Evolución de la vocación científica en el grupo control

En el grupo control, tal como se mencionó anteriormente, no se implementó el paquete de actividades. Sin embargo, se observa que el 8,3% del alumnado tuvo una evolución favorable hacia las carreras científicas, por lo que la posibilidad de transitar por el primer curso de química podría, por sí solo, ser un factor que promueva las vocaciones científicas.

En cuanto a la identificación de profesiones como científicas no se observan cambios frente a la situación inicial, la que ya era favorable hacia la identificación de tales profesiones.

Valoración de las actividades

La valoración del paquete de actividades por parte del alumnado es muy buena, alcanzando en el global para los dos grupos experimentales el valor de 4,09 puntos (en una escala de 1 a 5). Las que cuentan con las mayores valoraciones son las Actividades experimentales y el Trabajo final mientras que las que cuentan con las valoraciones más bajas son la Ficha para la visita al Planetario y el Conversatorio con una científica. En las primeras las alumnas y los alumnos son las y los generadores de su conocimiento ya que de acuerdo al marco teórico de referencia (Furman y de Podestá, 2021) estas actividades se enmarcan dentro del modelo de aprendizaje por descubrimiento, aunque se contó con la guía del docente. En las diferentes propuestas el alumnado manipula materiales, sustancias, equipos y pone en práctica procedimientos, trabajando de forma colaborativa en equipos, por lo que se evidencia un hacer físico.

Las fichas, en general, son las que cuentan con las valoraciones más bajas. Esto podría deberse a que se visualizan como actividades tradicionales de aula. La Ficha Átomos fue valorada con más de 4 puntos, lo que podría estar asociado al hecho de que se incluyó un código QR, lo que fue valorado como un aspecto positivo por parte del alumnado cuando se implementó la ficha.

En cuanto al Conversatorio, si bien fue valorado con más de 3 puntos, el alumnado entiende que fue aburrida por lo que habría que seguir trabajando para dotarla de mayor interactividad, incluyendo, por ejemplo, alguna actividad del tipo taller en la que las alumnas y alumnos tengan más participación activa.

La prueba T de muestras independientes para la variable elige/no elige una carrera científica y la valoración de cada una de las actividades que componen el paquete muestra que existe una variación de 0,50 puntos en la valoración de la actividad Visita al Planetario entre los que eligen una carrera científica al final del año lectivo ($M = 4,71 \pm 0,62$) y los que no lo hacen ($M = 4,21 \pm 0,89$) y que esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < ,05$). Para el resto de las actividades la diferencia es menor y no es estadísticamente significativa. Se podría inferir que la realización de salidas didácticas a este tipo de espacios educativos promueve la elección de carreras científicas.

En cuanto a los atributos identificados por parte del alumnado, los que mostraron diferencias estadísticamente significativas entre la puntuación global y la variable de elección de una carrera científica (elige/ no elige) son relevantes para desarrollar tanto destrezas vinculadas con el trabajo científico (Aprender a trabajar en el laboratorio) como para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Comprender mejor la asignatura), por lo tanto, cumplirán con una doble función.

Modelo de regresión binaria logística

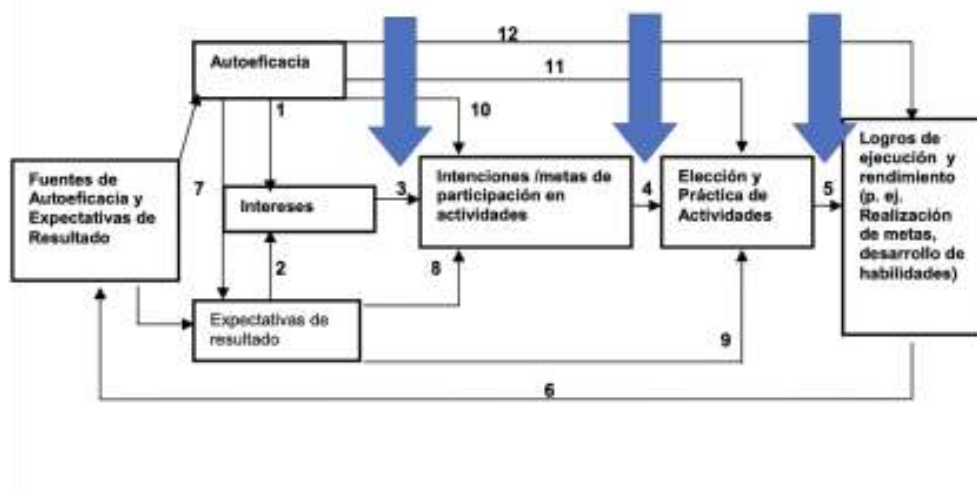
De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo verificar que la variable Interés es un predictor de la predisposición del alumnado hacia las carreras científicas. Analizando el marco teórico de referencia se observa que este hallazgo verifica una de las vías de los modelos planteados por Lent et al. (1994) en particular el Modelo de Desarrollo de Intereses vocacionales (ver fig. 17). De acuerdo a este modelo los intereses promueven las intenciones y las metas de participación en actividades, lo que conduce a la elección y práctica de actividades y finalmente a logros de ejecución y

rendimiento. Es decir, favoreciendo el interés no solamente se promueven las elecciones de ciertas actividades sino que se alcanzan logros en términos de rendimiento, lo que, como se mencionó anteriormente, es uno de los objetivos fundamentales de todo proceso de enseñanza-aprendizaje.

En suma, este hallazgo es muy importante para saber que al trabajar en el aula en el desarrollo de los intereses del alumnado hacia la ciencia se puede promover la elección de actividades y conducir al objetivo final de elegir una carrera científica para estudiar.

Figura 17

Modelo de Desarrollo de intereses vocacionales de Lent et al. (1994) con la línea que se verifica señalizada



Capítulo 5. Análisis del compilado de los datos obtenidos

En esta sección se presenta el compilado de todos los datos recolectados en las tres intervenciones realizadas (años 2012, 2013 y 2021), correspondientes al estudio exploratorio y confirmatorio. En particular se analizó la elección inicial y final de una carrera científica, en función de si la alumna o el alumno pertenece a un grupo control o a uno experimental.

Si bien en el 2021 se aplicó al alumnado el Inventario VC_UY, este comparte ítems con la encuesta aplicada en los años 2012 y 2013 por lo que se pueden comparar algunos de los datos obtenidos. En cuanto a la intervención realizada, tendiente a incrementar las vocaciones científicas, fue básicamente la misma a lo largo de los años ya que el objetivo general de la investigación no cambió.

5.1 Resultados

El número total de observaciones del compilado alcanza las 518, las que corresponden tanto al momento final como al momento inicial. En las Tablas 44 y 45 se presentan las frecuencias para la elección inicial y final (respectivamente) de todos los grupos participantes

Tabla 44

Frecuencias de observaciones para la elección inicial de una carrera científica de los grupos control y experimentales

	N (%) Elige	N (%) No Elige	Total
Control	19 (24,1%)	60 (75,9%)	79 (100%)
Experimentales	55 (29,4%)	132 (70,6%)	187 (100%)
Total	74 (27,8%)	192 (72,2%)	266 (100%)

La prueba de Chi-cuadrado muestra que no existe asociación estadísticamente significativa (0,795, $p > ,05$) entre los grupos control y los experimentales en cuanto a la elección inicial. La prueba exacta de Fisher tampoco muestra asociación estadísticamente significativa entre los grupos, $p < ,05$.

Se observa que un porcentaje mayor (29,4%) del alumnado de los grupos experimentales se encuentra afín de elegir una carrera científica. En los grupos control ese porcentaje alcanza el 24,1%.

Tabla 45

Frecuencias de observaciones para la elección final de una carrera científica de los grupos control y experimentales

	N (%) Elige	N (%) No Elige	Total
Control	20 (27,0%)	54 (73,0%)	74 (100%)
Experimentales	70 (39,3%)	108 (60,7%)	178 (100%)
Total	90 (35,7%)	162 (64,3%)	252 (100%)

La prueba de Chi-cuadrado muestra que no existe asociación estadísticamente significativa (3,444, $p > ,05$) entre los grupos control y los experimentales en cuanto a la elección final. No obstante la prueba exacta de Fisher muestra que si existe asociación estadísticamente significativa entre los grupos, $p < ,05$.

Se evidencia que un porcentaje mayor (39,3%) del alumnado de los grupos experimentales se encuentra afín de elegir una carrera científica. En los grupos control ese porcentaje alcanza el 27,0%.

En la Tabla 46 se presentan las frecuencias agregadas para la elección inicial y final de todos los grupos participantes.

Tabla 46

Frecuencias agregadas para la elección inicial y final de una carrera científica de los grupos control y experimentales

	N (%) Elige	N (%) No Elige	Total
Control	39 (25,5%)	114 (74,5%)	153 (100%)
Experimentales	125 (34,2%)	240 (65,8%)	365 (100%)
Total	164 (31,7%)	354 (68,35%)	518 (100%)

La prueba de Chi-cuadrado encontró asociación estadísticamente significativa entre los grupos control y los experimentales cuando se evalúa la elección inicial y la final (3,820, $p = ,05$).

Se observa que la proporción del alumnado que elige una carrera científica está condicionada por el grupo de pertenencia (control/experimental) siendo el porcentaje mayor en los experimentales (34,2%) que en el control (25,5%).

A continuación, se presentan en las Tablas 47 y 48 las frecuencias para la elección inicial y final en los grupos experimentales y control (respectivamente).

Tabla 47

Frecuencias para la elección inicial y final de una carrera científica de los grupos experimentales

	N (%) No		Total
	N (%) Elige	Elige	
Experimental inicial	55 (29,4 %)	132 (70,6 %)	187 (100 %)
Experimentales final	70 (39,3 %)	108 (60,7 %)	178 (100 %)
Total	125 (34,2%)	240 (65,8%)	365 (100%)

La prueba de Chi-cuadrado entre la elección y el momento muestra que existe asociación estadísticamente significativa en los grupos experimentales entre la elección y el momento (3,981, $p < ,05$). Al observar los porcentajes se evidencia que hubo un aumento de prácticamente el 10% de los alumnos en cuanto a la elección de una carrera científica.

Tabla 48

Frecuencias para la elección inicial y final de una carrera científica de los grupos control

	N (%) Elige	N (%) No Elige	Total
Control inicial	19 (24,1 %)	60 (75,9 %)	79 (100 %)
Control final	20 (27,0 %)	54 (73,0 %)	74 (100 %)
Total	39 (25,5 %)	114 (74,5 %)	153 (100 %)

La prueba de Chi-cuadrado entre la elección y el momento muestra que no existe asociación estadísticamente significativa en los grupos control (0,178, $p > ,05$). No obstante la prueba exacta de Fisher muestra que existe asociación estadísticamente significativa ($p < ,05$). De acuerdo a los porcentajes se evidencia un aumento (aunque leve) en la elección de una carrera científica (3,1 % de aumento).

Por último, se presentan en la Tabla 49 las frecuencias agregadas para la elección inicial y final de todos los grupos participantes de la investigación a lo largo de los años.

Tabla 49

Frecuencias agregadas para la elección inicial y final de una carrera científica del estudio 1 y 2

	N (%) Elige	N (%) No Elige	Total
Estudio 1	131 (36,1%)	232 (63,9%)	363 (100%)
Estudio 2	33 (21,3%)	122 (78,7%)	155 (100%)
Total	164 (31,7%)	354 (68,3%)	518 (100%)

Nota. Estudio 1 (años 2012 y 2013); Estudio 2 (año 2021)

La prueba de Chi-cuadrado entre la elección y el estudio (1 y 2) muestra que existe asociación estadísticamente significativa (10,993, $p < ,05$). Se observa que en los

grupos correspondientes al estudio 1 el porcentaje del alumnado que elige una carrera científica es mayor en comparación a los del estudio 2.

5.2 Discusión

Le llamamos observaciones a cada una de las respuestas obtenidas en la pregunta acerca de la elección inicial y final de una carrera científica. Tal como se mencionó anteriormente, en los años 2012 y 2013 las encuestas fueron anónimas, por lo que no fue posible seguir la evolución de la vocación científica caso a caso y esto fue una limitación del estudio.

El concepto de observación adoptado para hacer referencia a las respuestas de este estudio es diferente al de la técnica de investigación que tiene el mismo nombre. De acuerdo al marco teórico consultado, para que la observación constituya una técnica debe cumplir con los siguientes requisitos: estar orientada y enfocada a un objetivo de investigación, estar planificada de acuerdo a fases, lugares y aspectos que se desee conocer, estar controlada y relacionada con algunos elementos de la investigación y estar sometida a controles de veracidad, precisión y fiabilidad (Valles, 2000).

El análisis del compilado de datos muestra algunas asociaciones estadísticamente significativas. Resulta interesante el hallazgo de que la elección de una carrera científica está supeditada al grupo de pertenencia del alumnado (control/experimental). Esto es relevante para reivindicar la importancia de realizar intervenciones en los grupos experimentales de forma de incrementar la elección de carreras científicas. En apoyo a lo anterior, se observa que en los grupos experimentales existe una asociación estadísticamente significativa entre la elección de una carrera científica y el momento.

Como era de esperar, el compilado de datos confirma la tendencia observada: tanto en los grupos experimentales como en los control el porcentaje de alumnas y alumnos con intención de estudiar una carrera científica al final del año lectivo es mayor que al inicio. Sin embargo, en los grupos experimentales ese porcentaje es más del triple que el de los grupos control.

Por último, se observa un notorio descenso en el porcentaje de alumnas y alumnos que eligen una carrera científica al final del año lectivo 2021 (21,3%) frente al resultado de los años 2012-2013 (36,1%).

En el año 2021 la investigación se implementó en contexto de pandemia y las clases presenciales comenzaron en el segundo semestre del año, por lo que se contó con un menor tiempo de intervención y de contacto presencial con el alumnado (la mitad del tiempo regular). En el primer semestre las condiciones no permitieron realizar las actividades pautadas y apenas se pudo realizar un seguimiento del trabajo virtual. Esta condición podría ser una de las causas del menor porcentaje en la elección.

Por todo lo anteriormente mencionado se vuelve a reivindicar la importancia de intervenir desde el aula para fomentar las vocaciones científicas.

A modo de cierre se incluyen algunas consideraciones en relación al estudio presentado en este capítulo. En primer lugar, se entiende que es un estudio cuantitativo de tipo experimental ya que hubo manipulación de la variable independiente (participación o no de las actividades didácticas implementadas). En segundo lugar, existió un grupo experimental y un grupo control, aunque no existió la distribución aleatoria en los grupos. En tercer y último lugar, se detectan posibles interferencias dadas por variables que no fueron controladas a la interna de los grupos, entre las que se encuentran: el estudio se implementó en diferentes años lectivos e instituciones educativas; las actividades didácticas propuestas variaron en función del perfil del alumnado; en el año 2021 se trabajó en un contexto de pandemia por COVID-19.

Capítulo 6. Aporte didáctico

En este capítulo se comparten materiales didácticos generados, empleados o recopilados durante el transcurso de esta investigación. Elizondo et al. (2017) desarrollaron un modelo didáctico para estudiantes de primaria y secundaria que tiene como objetivo de desterrar estereotipos y despertar un mayor número de vocaciones científicas entre el alumnado. Para eso definen una serie de actividades que incluyen los siguientes aspectos: crear espacios donde las alumnas y los alumnos desarrollen su creatividad y su curiosidad mediante la propuesta de trabajos científicos-tecnológicos en los que también se involucre al profesorado universitario; promover diversos valores como el trabajo en equipo y el compañerismo, así como el fomento de una buena comunicación y la identificación/resolución de problemas; enseñar la importancia que la ciencia presenta como instrumento de servicio a la sociedad, resolviendo distintas problemáticas.

Entre las actividades propuestas por los autores se encuentran las siguientes: participación en concursos de robótica o proyectos científicos inter-centros que promuevan el trabajo en equipo y un enfoque atractivo de la ciencia y la tecnología; talleres experimentales de índole científico acerca de diversas disciplinas; charlas divulgativas impartidas por profesionales de la ciencia; realización de trabajos de investigación en el aula y en el laboratorio; celebración de una Semana de la ciencia para exponer los proyectos desarrollados en la institución educativa; celebración de pequeños congresos en los centros educativos, en los que las y los estudiantes presenten los resultados de investigaciones científicas que hayan llevado a cabo. Dado que el Paquete de actividades tiene componentes similares con el modelo didáctico antes presentado, en esta sección se sistematizan diferentes recursos didácticos que podrían apoyar la labor de las y los docentes en el fomento del interés hacia las asignaturas científicas y de las vocaciones científicas.

6.1 Fichas para estudiantes

Como ya se mencionó la ficha Átomos fue diseñada incluyendo un código QR y varias actividades experimentales de forma de dotarla de interactividad (ver Figura 17). Asimismo, contiene varias preguntas que motivan a la reflexión crítica por parte del alumnado.

Figura 17

Ejemplo de actividad propuesta en la ficha

Actividad experimental: ¿Qué hay dentro de los átomos?

En la siguiente actividad te enfrentarás a un problema igual como le ocurre a los científicos!

Toma la esfera de plastilina e introduce en ella un escarbadiente muy lentamente.

Repite el procedimiento hasta introducir una docena.

1 Intenta determinar qué hay dentro de la plastilina.

Luego de realizar la actividad experimental te habrás dado cuenta que es muy difícil describir a los átomos ya que los éstos tampoco pueden verse directamente. Todo lo que sabemos de los átomos lo basamos en evidencias indirectas (como las que usaste para resolver el problema de la plastilina). Después de muchísimos años de estudio, los científicos se han puesto de acuerdo en afirmar que los átomos no tienen forma determinada ni color y que están formados en un 99,99 % (casi todo) de espacio vacío... ¡de nada! Sin embargo, podremos explicar y observar mediante experimentos algunas de sus propiedades.

Esta historia comenzó hace mucho tiempo...



6.2 Fichas para docentes

Como parte del proceso de sistematización de los productos realizados en esta investigación y que estén disponibles para que otras y otros docentes los puedan implementar en sus clases, se elaboraron fichas didácticas.

En cada una de ellas se describen los materiales y procedimientos concretos para replicar las diferentes actividades. Asimismo, se sugieren diferentes formas de aplicación para que cada docente pueda implementarlas de acuerdo a las necesidades de su grupo. Se incluye un marco teórico de referencia, una lista de los contenidos curriculares que se pueden trabajar a través de las actividades y se sugieren posibles preguntas guía para formular al alumnado. En algunos casos se brindan orientaciones para su aplicación en los cursos de mayor nivel educativo. Las fichas son las siguientes:

Ficha 1 - Aliento de dragón

Ficha 2 - Arcoíris químico

Ficha 3 - Únicos e irrepetibles

En la Figura 18 se presentan las portadas de las fichas.

Figura 18

Portadas de las fichas



Los temas que abordan cada una de las fichas se resumen en la Tabla 50.

Tabla 50

Temas que se abordan discriminados por ficha

Ficha	Temas que aborda
Aliento de dragón	Estructura atómica Cuantización de la energía Espectro visible
Arcoíris químico	Cambios químicos Reacciones químicas Concepto de reactivo indicador Concepto de ácido y de base Neutralización Reversibilidad de los cambios químicos Concepto de pH Escala de pH
Únicos e irrepetibles	Biomoléculas Reacciones y procesos químicos de purificación

Las mismas se encuentran publicadas en la web: <http://www.qdm.fq.edu.uy/fichas.html> y disponibles en el Anexo 10, 11 y 12.

6.3 Implementación de metodologías activas de enseñanza

A continuación se describen dos posibles ejercicios para implementar en el aula Metodologías activas de enseñanza.

6.3.1 Aprendizaje Basado en Problemas

Para la consolidación del tema Métodos de separación de fases se propone la siguiente consigna:

Ayuda a las personas a resolver las siguientes situaciones aplicando los métodos de separación de fases estudiados en clase.

- 1) A un/a maestra/o se le cayeron alfileres en el arenero donde juegan las niñas y los niños más pequeños, ¿qué podría hacer la/el maestra/o para retirar los alfileres rápidamente y evitar que se lastimen?
- 2) José le puso unos cubos de hielo al vaso del refresco que tiene Ana, pero ella quiere tomar la bebida a temperatura ambiente, ¿qué podría hacer José para retirar los cubos de hielo?
- 3) Felipe es cocinero y, al sacar el pote que contiene arroz, los granos se le cayeron encima del pan rallado que tenía en una bandeja para hacer milanesas, ¿qué le sugerirías a Felipe que haga para retirar los granos de arroz?
- 4) Carolina cargó nafta en una estación de servicio y al llegar a su casa se dió cuenta de que la tapa del tanque quedó abierta. En el recorrido hacia su casa llovió mucho, ¿qué le dirías a Carolina que haga para separar el agua que entró al tanque de nafta?
- 5) Silvina abrió una bolsa de naftalina, retiró todas las esferas y las puso en la ropa de su placard. En el fondo de la bolsa quedó naftalina en polvo y, sin querer, se cayó sobre un frasco que estaba abierto y que tenía talco. ¿Qué podría hacer Silvina para quitar el polvo de naftalina del talco?

El tema Agua y sus propiedades se puede abordar a partir de la siguiente actividad:

Cerca de mi casa hay una cañada que muchas veces se utiliza con fines recreativos. Durante el fin de semana un grupo de personas se metió en la cañada y al otro día todas las personas amanecieron con vómitos y diarrea. ¿Cuáles podrían ser las causas de esta situación? ¿Cómo podrías investigarlas?

6.3.2 Aprendizaje Basado en Proyectos

Los diferentes temas abordados en el curso de química pueden integrarse en un proyecto final. Se propone un ejemplo para implementar esta estrategia didáctica y fomentar el trabajo colaborativo.

¿Te has preguntado cómo deberíamos proceder frente a una situación de incendio en el liceo? ¿Qué son los extintores y de qué están hechos? ¿Dispone el liceo de extintores? ¿Cuántos? ¿Tienen fecha de vencimiento? ¿Cómo se utilizan? ¿Qué tipos de extintores hay y para qué sirven?

6.3.3 Aprendizaje Basado en el Juego - Gamificación

Juego Ayuda al átomo de sodio a completar sus niveles de energía

Este juego fue el hilo conductor de las actividades del segundo semestre de clase (año 2021). Se observan en las figuras las reglas del juego y el tablero entregado a cada alumna y alumno (ver las Figuras 19 y 20).

Figura 19

Reglas del juego



Figura 20

Tablero de juego



En el Anexo 13 se dispone del juego en su tamaño original.

6.4 Eventos

6.4.1 De promoción de la cultura científica

En cuanto a diferentes eventos de promoción de la cultura científica, del que el alumnado podría participar, en el marco de una salida didáctica, familiar o de amigos, se sistematizan en la Tabla 51 diferentes propuestas.

Tabla 51

Eventos de promoción de la cultura científica que se ofrecen en Uruguay

Nombre de la actividad	Breve descripción	Link de referencia
Semana de la Ciencia y la Tecnología	Es un evento que tiene como objetivo acercar el conocimiento científico y tecnológico a la sociedad, contribuir al proceso de alfabetización científica y lograr una mayor comprensión social de la ciencia, así como una mejor apreciación del impacto que tiene sobre la actividad cotidiana y la calidad de vida de los ciudadanos.	https://acortar.link/BLjNkw
Ingeniería de muestra	Es una feria científico- tecnológica interactiva que exhibe las líneas de investigación y los trabajos de fin de carrera de todas las ramas de la Ingeniería Nacional.	https://idm.uy/
Jornada de Puertas del IIBCE	Es un evento en el que los visitantes pueden “experimentar” con científicos uruguayos los pormenores de las ciencias.	https://acortar.link/7TmTPT
Jornada de Puertas Abiertas del Institut Pasteur	Es un evento en el que los visitantes pueden conocer las instalaciones y el trabajo que realizan los investigadores.	https://acortar.link/sousp7
Feria Nacional de Clubes de Ciencia	Es una feria en la que diferentes clubes de ciencia comparten sus investigaciones.	https://acortar.link/TJ20br
Semana del Conocimiento del Cerebro	Es una campaña en la que se incentiva el entusiasmo y apoyo a la investigación en neurociencia. Todos los años se plantean diferentes actividades para compartir el	https://acortar.link/TbqMlw

asombro frente a las maravillas del cerebro y entender el impacto que tiene la neurociencia en nuestra vida cotidiana.

Fossil Day

El principal objetivo del evento es contribuir a la divulgación de la Paleontología y destacar el valor científico y patrimonial de la gran riqueza fosilífera de nuestro país.

<https://acortar.link/cvrswN>

Level Uy

El evento promueve la cultura y oportunidades de desarrollo de Videojuegos en Uruguay y la región.

<https://www.leveluy.com>

6.4.2 Con enfoque de género

Asimismo, ciertos eventos tienen enfoque de género. En la Tabla 52 se presentan algunos ejemplos.

Tabla 52

Eventos de promoción de la cultura científica con enfoque de género que se ofrecen en Uruguay

Nombre de la actividad	Breve descripción	Link de referencia
11F Día Internacional de la Mujer y la Niña en la ciencia	Es una iniciativa ciudadana para visibilizar el trabajo de las mujeres que se dedican a las áreas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), creando así referentes femeninos para la infancia que puedan contribuir a la elección de estas áreas como carreras profesionales.	https://11defebrero.org
Día Internacional de las Niñas en las TIC	Es una iniciativa que tiene por objeto crear un entorno mundial que empodere a niñas y mujeres jóvenes y las aliente a contemplar una vida profesional en el campo creciente de las TIC, a fin de que, de este modo, las niñas y las empresas tecnológicas cosechen los beneficios de una mayor participación de las mujeres en el sector de las TIC.	https://acortar.link/OVnUSb
TEchINSPIRA	Es un evento para compartir experiencias, seguir construyendo oportunidades y sumar. jóvenes mujeres a la ciencia y la tecnología.	https://acortar.link/31Q8GF

6.5 Instituciones que reciben estudiantes para actividades de promoción de la cultura científica

Por otro lado, se presentan en la Tabla 53 algunos referentes para visitas guiadas, talleres, actividades de observación, entre otras que podrían apoyar la labor docente en la promoción de la cultura científica y en el aprendizaje de la ciencia.

Tabla 53

Instituciones referentes para visitas guiadas, talleres y actividades de observación

Nombre de la actividad	Breve descripción	Link de referencia
Asociación Civil Ciencia Viva	Muestra activa de ciencia y tecnología.	https://acortar.link/I5QKPJ
Espacio Ciencia	Centro interactivo de ciencia y tecnología.	https://espaciociencia.uy
Estación de Cría de Fauna Autóctona	Senderos naturales interpretativos.	https://acortar.link/6LPnP8
Museo de Historia Natural Dr. Carlos Torres de la Llosa	Museo de piezas naturalizadas.	https://acortar.link/73kHCj
Museo y Jardín Botánico	Parque temático de botánica.	https://acortar.link/YbsTIW
Observatorio Los Molinos	Observatorio para la enseñanza de la astronomía y ciencias afines.	https://www.oalm.gub.uy
Parque Lecocq	Parque zoológico y centro de conservación de especies animales y vegetales.	https://acortar.link/rhA25i
Parque temático Biomas	Parque de paisajes naturales del mundo.	https://acortar.link/6KjwlH
Planetario de Montevideo	Edificio con sesiones de Astronomía.	https://acortar.link/SnCUUH
Química d+ (Moleculario)	Exposición sobre temas de química.	https://acortar.link/e7oru6

A largo plazo, se puede trabajar junto al alumnado en las siguientes actividades, las que se resumen en la Tabla 54.

Tabla 54

Actividades que implican el trabajo en varios momentos del año lectivo

Nombre de la actividad	Breve descripción	Link de referencia
Clubes de ciencia	Son escenarios de investigación colectiva, que responden a intereses de sus integrantes y en concordancia con las necesidades de la comunidad en la cual se encuentran.	https://acortar.link/z7sjZt
Concurso de Eficiencia Energética	Se pretende involucrar a los participantes en el proceso y en la búsqueda de alternativas generando mayor sensibilización en relación al tema e incorporando el concepto través de la práctica y la experiencia.	https://acortar.link/VKSMq2
Concurso Foto.Física Uruguay	Es una actividad que busca difundir la ciencia a través de imágenes y es también una invitación a la comunidad a participar en actividades de comunicación pública de la ciencia.	https://acortar.link/uMK4I9
Concurso Nacional de Crecimiento de Cristales	El objetivo del concurso es acercar a los participantes al fascinante mundo de la cristalografía a través de una actividad experimental.	https://cncc.fq.edu.uy/
Concurso Nacional de Videojuegos	El objetivo del concurso es reconocer y promover el trabajo de la industria de los videojuegos en Uruguay, tanto de los proyectos desarrollados por estudios profesionales establecidos, como los realizados por estudios nuevos y también por estudiantes.	https://cavi.uy/conavi/
Olimpiadas de Física del Uruguay	El principal objetivo de las Olimpiadas es promover la Física y la Ciencia en general entre nuestras y nuestros jóvenes.	https://acortar.link/ISk602
Olimpiada de Robótica,	La Olimpiada busca fomentar el aprendizaje y desarrollo de capacidades de pensamiento	

Programación y Videojuegos	computacional a través de la metodología de aprendizaje basado en proyectos y el uso de la tecnología.	https://acortar.link/qPdoL9
Programa Olimpíada Uruguay de Química	Programa para contribuir al mejoramiento de la enseñanza de la química.	http://ouq.weebly.com

6.6 Conmemoraciones

Se pueden aprovechar algunas instancias puntuales como los “Días de” que proveen la oportunidad para llevar al aula actividades en torno a temas de ciencia y de los que se disponen recursos didácticos ya preparados (ver Tabla 55).

Tabla 55

Conmemoración de algunos días internacionales vinculados con temas de ciencia

Conmemoración	Breve descripción	Link de referencia
Día Internacional del Agua	Se celebra cada 22 de marzo para recordar la relevancia de este líquido esencial.	https://acortar.link/LLhrg
Día Mundial del Medio Ambiente	Se celebra cada 5 de junio para reflexionar en torno al cuidado de la Tierra.	https://acortar.link/vz3mA
Día Mundial del Mol	Se celebra el 23 de octubre para homenajear a la química, así como dar a conocer su importancia y contribución a la humanidad.	https://acortar.link/zbgcRw
Día Internacional de la Cultura Científica	Se celebra el 28 de setiembre y como objetivo evidenciar la importancia de la cultura científica en el mundo de hoy en día; y celebrar las actividades e instituciones que brindan espacios para que las personas hagan de la ciencia una parte relevante de sus vidas.	https://acortar.link/x5hMQD

6.7 Conversatorio con científicas/os

Se presenta un ejemplo de abordaje para esta actividad. La secuencia didáctica consiste en una introducción sobre en qué consiste su trabajo, dónde se estudia para

ser científico/científica, aspectos vinculados con el género y por último, en qué consiste su investigación (¿De qué se alimenta la Gaviota Cocinera?). En todo momento se formularon preguntas disparadoras y se habilitaron espacios para comentarios y consultas. En la Figura 21 se presenta parte del material compartido por la Lic. Fernanda Burgues.

Figura 21

Resumen de los temas presentados en el conversatorio



6.8 Acompañamiento a otras y otros docentes en el fomento de las vocaciones científicas

Se realizó, en el año 2016, una intervención en dos grupos del liceo N°31 (ubicado en el barrio Malvín Norte). Los grupos estaban a cargo de la docente de química María Quílez, quien aceptó que concurriera a sus clases a realizar con el alumnado un show de química. Asimismo, acompañé a los grupos a dos actividades de promoción de la cultura científica (la Jornada de Puertas Abiertas del LATU y la Feria Latitud Ciencias). También visitaron el Moleculario de la Facultad de Química y realizaron un taller sobre reactivos indicadores en Espacio Ciencia. Al final del año lectivo se le consultó al alumnado sobre las actividades, encontrando que la que más les gustó fue el show de química realizado en el liceo, seguido de la visita a Moleculario y del taller de reactivos indicadores. Entre los comentarios que destacan se encuentra la opinión de una alumna que menciona que gracias al show quiere seguir la carrera química, y,

otro alumno, menciona que a lo largo del taller se sintió un científico. El resto de los comentarios hacen referencia a que las actividades fueron divertidas e interesantes, y que las y los ayudaron a comprender la asignatura. Asimismo, destacan la posibilidad que brindan las actividades de jugar y de participar activamente.

Se evidencia, entonces, que el Paquete de actividades puede ser “itinerante” y aplicarse en otras clases. En ese sentido sería útil “entrenar” a las y los docentes en su implementación.

Capítulo 7. Discusión y conclusiones generales. Proyecciones

En este último capítulo se discuten algunos aspectos transversales a toda la investigación, segmentados en tres subsecciones, que son las siguientes: las dimensiones de la vocación científica, las fortalezas del Paquete de actividades, la vocación científica del alumnado y la evolución de la misma. Asimismo, se extraen conclusiones generales y se formulan posibles proyecciones de este trabajo.

7.1 Discusión general

7.1.1 Las dimensiones de la vocación científica

El análisis de las dimensiones asignadas por las y los expertos a los ítems del Inventario VC_UY, en especial a aquellos del módulo 6, muestran algunas diferencias al compararlo con el AFE realizado. En particular se observa que a los ítems a los que le fueron asignados varias dimensiones (por parte de las expertas y los expertos) se hizo necesario analizar su contenido y tomar una de las siguientes decisiones:

- 1) Optar por una de las dimensiones asignadas. Tal es el caso de los ítems 6g y 6h, que junto con el ítem 6l componen la dimensión Metas.
- 2) Redefinir una nueva dimensión que contemple algunos de los aspectos de las dimensiones antes definidas. Esto fue necesario en aquellas dimensiones que eran amplias en cuanto a su contenido teórico. En particular, para los ítems 6f, 6i, y 6j, a los que les fue asignada la dimensión Los productos del aprendizaje de la C y T, se resolvió tomar parte del contenido teórico de la misma y se la redefinió como dimensión Utilidad, la que, de acuerdo a Lent et al. (1994) es definido como “patrones de gustos, aversiones e indiferencias respecto a actividades y ocupaciones relacionadas a una carrera”.
- 3) Definir una nueva dimensión teniendo en cuenta el análisis a fondo del contenido de cada uno de los ítems que componen el factor que surgió del AFE realizado. Esto fue necesario para los ítems 6c, 6d, 6e y 6k que mostraron divergencia en cuanto a las dimensiones asignadas. La nueva dimensión es Interés ya que en todos los ítems está implícita la preferencia por ciertos aspectos.

Lo anterior se sustenta en el resultado de la búsqueda de estudios que evalúen diferentes variables psicoeducativas. Se observa que los instrumentos desarrollados para medir esas variables, como por ejemplo la Autoeficacia, son específicos para la

misma (Pérez y Delgado, 2006; Pérez y Medrano, 2007; Tovar, Ponce y Salas-Blas, 2018). Lo mismo ocurre con la variable Metas (Gaeta, et al., 2015; González Cabanach et al., 1996).

En cuanto al módulo 7, cuyos ítems fueron agrupados de acuerdo al ACP realizado en dos componentes: Actividades extracurriculares individuales y Actividades extracurriculares colectivas, el panel de expertos también asignó la dimensión Experiencias extraescolares a esos ítems por lo que se evidencia concordancia en este punto.

7.1.2 Las fortalezas del Paquete de actividades

El Paquete de actividades, de acuerdo a la valoración de las y los expertos, posee varias fortalezas, las que fueron analizadas para cada una de las actividades que lo componen.

Por otro lado, del relevamiento de las respuestas de la consulta final realizada al alumnado se observa que, para la mayoría de ellas y ellos, el conjunto de actividades les fue útil para los siguientes aspectos: Comprender mejor la asignatura, Desarrollar procedimientos para resolver problemas, Aprender a trabajar en el laboratorio, Motivarse a continuar estudiando, Trabajar en equipo e Informarse sobre dónde pueden estudiar ciencias. Si bien estos atributos no son exactamente los mismos que las fortalezas asignadas por las y los expertos al paquete, se pueden observar algunos puntos en común. Por ejemplo, la fortaleza Desarrolla competencias (de acuerdo a De Miguel, 2005 es la capacidad que tiene un/a estudiante para afrontar con garantías situaciones problemáticas en un contexto académico) podría abarcar los atributos Comprender mejor la asignatura, Desarrollar procedimientos para resolver problemas, Aprender a trabajar en el laboratorio y Trabajar en equipo. Se podría inferir que poniendo foco en el desarrollo de ciertas competencias en el alumnado se fomentarían múltiples habilidades que podrían incrementar el interés por la ciencia de aula y como carrera a futuro.

7.1.3 La vocación científica y su evolución

En esta investigación se entiende que la vocación científica es un constructo conformado por varias dimensiones, las que se vinculan a través de un modelo de

integración desarrollado ad hoc (Figura 1). En ese modelo se asume que las diferentes dimensiones (en conjunto o segmentadas) promueven el interés por la ciencia, mediadas por el rol docente.

El estudio confirmatorio (Sección 4.2) apoya esta afirmación pues el modelo de regresión binaria logística verificó que el interés es un predictor de la elección de carreras científicas. Asimismo, una de las definiciones de vocación científica consultada menciona, explícitamente, el vínculo entre el interés y la vocación científica (González, 2022). Se evidencia que el hallazgo empírico está sustentado en un marco teórico de referencia para este constructo.

Debido a que en esta investigación el componente didáctico es relevante (dado por la implementación del Paquete de actividades en el aula) se reafirma la importancia del rol docente en el desarrollo del interés del alumnado por la ciencia, para que eso redunde en el fomento de las vocaciones científicas.

Se confirma que el aula es un ambiente propicio para fomentar las vocaciones científicas mediante la implementación de modelos de enseñanza alternativos a los tradicionales, como es el caso de este estudio, en el que las actividades se enmarcan en el modelo de aprendizaje por descubrimiento (que sin embargo contó con guía docente). Esto se encuentra en línea con el marco teórico consultado para esta investigación (Vázquez y Manassero 2009) en el cual se afirma que el trabajo de aula debe considerar estrategias específicas sobre cómo enfocar las diferentes acciones para el desarrollo de vocaciones auténticas en ciencia y tecnología. Además agregan que este trabajo debe tener en cuenta, sin lugar a dudas, la educación del ámbito afectivo (actitudes, motivación, interés, etc.), en contra de las metodologías tradicionales que excluyen este ámbito porque se centran en los contenidos cognitivos.

En cuanto a la percepción de la ciencia y la tecnología es necesario prestar atención no sólo a la de las alumnas y a los alumnos, sino también a la de las y los docentes. En el marco teórico de referencia, Gil Pérez et al. (2005) confirman que en numerosos estudios sobre este tema se observa la extensión de una imagen distorsionada y empobrecida de la ciencia y la tecnología. Los autores afirman que es imprescindible superarla para fomentar el interés de las y los estudiantes. Aquí se evidencia nuevamente el importante rol que tiene el interés.

Sobre otras dimensiones, como las experiencias informales vinculadas con la ciencia, se vislumbra una mayor dificultad para intervenir pues la participación de las alumnas y de los alumnos en las mismas queda relegada al apoyo que las familias brinden extra-clase. Se visualiza que el apoyo estaría condicionado por factores como el valor que le asigna la familia al conocimiento científico y a la relevancia que le imparte a la participación en actividades científicas fuera de la educación formal (visitar museos, leer libros de ciencia, mirar programas de televisión con contenido científico, entre otros). Si bien se pueden dar a conocer, en el ámbito formal, diferentes iniciativas de divulgación científica que se desarrollen en el departamento son las familias las encargadas de gestionar la participación de sus hijas/hijos en esos eventos.

Se evidenció a lo largo de esta investigación que las familias prácticamente no participaron de los eventos de cierre de curso realizados en el liceo (a los que fueron especialmente convocados) y en donde el alumnado expuso sus proyectos (show de química u obra de teatro científico). Esto podría ser un indicador del bajo interés en este tipo de actividades.

En cuanto a la evolución de la vocación científica, la búsqueda de información teórica en relación a cómo cuantificarla en el alumnado de enseñanza media no arrojó resultados en relación a instrumentos para valorar dicho progreso. La variable IMIF, desarrollada a los efectos de este estudio, permitió valorar ese aspecto al inicio y final de la intervención, lo cual resulta relevante para hacer seguimiento durante el año lectivo o, incluso, en etapas intermedias.

Por último, se reflexiona sobre la necesidad de contar con un programa integral de fomento de las vocaciones científicas entre las y los jóvenes en Uruguay y que no sea solamente un lema. Este programa podría financiar visitas didácticas a sitios de interés científico, formación específica para docentes y equipamiento para laboratorios liceales, entre otros.

7.2 Conclusión general

Luego del análisis y la discusión de los resultados de cada una de las etapas de esta investigación se concluye que, en primer lugar, se generó conocimiento en cuanto a actividades didácticas para el curso de química de 3ero. de C.B.U. que predisponen a las y los estudiantes hacia la elección de carreras científicas. Asimismo, ese conjunto de actividades, que se agrupan en el Paquete, cuenta con gran aceptación

por parte del alumnado (de acuerdo a la información recabada en las encuestas implementadas). Como cualidades destacan que facilita la comprensión de los contenidos de la asignatura química, promueve el trabajo en equipo y el aprender a trabajar en el laboratorio. Asimismo, las y los motiva a continuar estudiando y les facilita información para que sepan dónde pueden estudiar ciencia. Desde la perspectiva de las expertas y de los expertos las actividades cuentan con varias fortalezas, de importancia tanto para el fomento de las vocaciones científicas como para promover los aprendizajes significativos. Esto último quedó en evidencia a través de la caracterización de las actividades por parte de los paneles consultados.

En segundo lugar, el Paquete de actividades promueve buenos rendimientos en las asignaturas científicas ya que la media de la calificación de promoción del alumnado (que cursó en el año 2021) en las asignaturas biología, física y química fue de 8 (siendo la escala de calificación de 1 a 12 y el 6 = aceptable).

En tercer lugar, se transitó por las diferentes etapas de la confección de un instrumento para cuantificar las vocaciones científicas del alumnado de 3ero. de C.B.U., el Inventario VC_UY, disponible para docentes e investigadoras/es interesados en promover las vocaciones científicas del alumnado. El inventario consta de 9 módulos y permite cuantificar la vocación científica a través de un constructo de 8 dimensiones, que son las siguientes: El universo de los elementos educativos de la C y T, La imagen social de la C y T, la Autoeficacia, las Metas, el Interés, la Utilidad, las Experiencias extraescolares (individuales y colectivas) y el Apoyo del contexto. Asimismo, la variable IMIF permite cuantificar la evolución del perfil vocacional. En cuanto a la validez del Inventario se confirmó que el mismo encuentra cambios para las variables interés y metas.

Tanto el Paquete de actividades como el Inventario VC_UY son inéditos en Uruguay, por lo que se puede afirmar que este es el primer estudio del país que analiza las vocaciones científicas del alumnado a la luz de un compilado de actividades didácticas. En ese sentido se abre una línea de investigación en torno al constructo vocación científica sobre la que se podrá avanzar para generar nuevos conocimientos.

En cuarto lugar, a través del Modelo de regresión binaria logística diseñado se pudo verificar una de las vías del Modelo de intereses vocacionales de Lent et al. (1994).

El interés es la dimensión más importante que asocia la vocación científica en el contexto elegido para esta investigación.

En quinto y último lugar se concluye que es necesario considerar el tiempo de implementación de las actividades como una de las variables que incide en las vocaciones científicas. Cuando las actividades se pusieron en práctica a lo largo de todo un año lectivo (años 2012 y 2013) se evidenció un mayor porcentaje de alumnas y alumnos afín a elegir una carrera científica, en comparación con el año 2021 en el que solamente se contó con un semestre debido a la pandemia por COVID-19.

7.3 Proyecciones

Se resumen a continuación posibles proyecciones de esta investigación.

En cuanto a las fortalezas que las actividades de aula podrían promover sería útil, en futuros estudios, desarrollar una metodología para que el alumnado valore las mismas fortalezas que valoraron las y los expertos que realizaron la caracterización de las actividades. En ese sentido habría que seleccionar algunas de ellas para hacer el cuestionario accesible al público objetivo ya que, una de las recomendaciones de las y los expertos, es simplificar los cuestionarios para que resulten sencillos de completar por parte del alumnado.

Dentro de las actividades extraescolares que forman parte del Inventario VC_UY se encuentra Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con la balanza o jarra medidora) la que podría ser considerada una actividad femenina y por ende ser realizada con más frecuencia por parte de las alumnas. Vázquez y Manassero (2007) sospecharon, en sus estudios, de la influencia de estereotipos de género sociales, los que podrían resumirse en “chicos bricolaje”; “chicas cocina y cuidado de personas”. Aquí se presenta otra oportunidad para trabajar desde el aula en torno a este aspecto, fomentando la participación en celebraciones como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia o el Día Internacional de las Niñas en las TIC. De acuerdo al marco teórico de referencia (independientemente de la modalidad en que se participe de las mismas: individual o colectiva) conviene fomentar la participación en actividades extraescolares vinculadas con la ciencia y la tecnología desde los espacios formales de aprendizaje. La Semana de la Ciencia y la Tecnología o Ingeniería de Muestra, entre otros, son eventos de los

que las alumnas y los alumnos podrían participar para promover su disposición actitudinal hacia las carreras científicas.

En relación a los estereotipos en torno a las científicas y científicos es importante, desde el aula, trabajar en la divulgación de las diferentes facetas del trabajo científico para apoyar la construcción de una imagen real por parte del alumnado. Instancias como las Jornadas de Puertas Abiertas, que realizan la Facultad de Ciencias, el Institut Pasteur, el Laboratorio Tecnológico del Uruguay, entre otros, son muy buenos escenarios para trabajar esos temas. En ese sentido sería útil incluir en futuras investigaciones más actividades extra-liceales, como visitas a Jardines botánicos, a Ferias de ciencia y tecnología, entre otros y evaluar si esta acción fomenta la elección de carreras científicas.

En cuanto al apoyo del contexto, en particular de las madres/tutoras, padres/tutores una posible vía para valorizar el conocimiento por parte de ellas y ellos (dado los bajos niveles académicos que presentan) podría ser involucrarlas e involucrarlos en actividades liceales, como, por ejemplo, en presentaciones de proyectos, ferias de ciencias, entre otros, en donde puedan compartir junto con sus hijas, hijos y docentes de instancias de aprendizaje. De esa manera se podría favorecer el acercamiento al conocimiento y su valorización.

Respecto a la motivación, sería interesante incluirla como una de las variables a medir a través del inventario VC_UY y no considerarla solamente como variable mediadora. Sería útil, además, analizar su vínculo con el interés. La orientación temporal del alumnado es, asimismo, una dimensión que sería adecuado tener en cuenta en futuros estudios sobre vocaciones científicas, pero habría que incluir más ítems en el Inventario VC_UY y considerar como marco de referencia el Inventario de Perspectiva Temporal de Janeiro (2012).

A futuro, sería conveniente poner en práctica el modelo de enseñanza por indagación (que en esta investigación no se implementó porque las actividades se enmarcan en otro modelo) y analizar si en la elección final más alumnas y alumnos optan por carreras científicas. Ya otros autores estudiaron este vínculo a través del análisis de diferentes predictores de la vocación científica (Lupi3n-Cobos, 2019).

En próximas investigaciones sobre intereses vocaciones conviene tomar como referencia los aportes de la Tipología RIASEC ya que, de acuerdo al autor, todas las personas nos vamos a encontrar, en alg3n momento de nuestras vidas, en la posici3n

de orientadores, aún sin tener la preparación adecuada. Para el ámbito educativo formal es de utilidad contar con este sustento teórico pues con bastante frecuencia el alumnado indaga sobre las profesiones, qué tareas realizan, dónde se estudia, entre otros, haciendo evidente que hace falta apoyarlos para obtener respuestas frente a esas interrogantes.

El desafío que se presenta al cierre de esta investigación es la de confirmar si la vocación científica se perpetúa en el tiempo, es decir, si luego de finalizar la enseñanza media la alumna o el alumno finalmente se inscribe en una carrera científica y si termina los estudios. Eso implicaría hacer un seguimiento a largo plazo y sería necesario contar con información de varias fuentes, en diferentes momentos de la vida del alumnado. Una alternativa, de acuerdo al marco teórico de referencia, podría ser acompañar a las y los jóvenes en la construcción de su proyecto de vida (Lomelí-Parga et al., 2016). Eso implicaría profundizar en el aprendizaje de la ciencia en aquellas y aquellos estudiantes que han demostrado tener vocación científica al finalizar el C.B.U. Eso se podría lograr implementando, a lo largo de los diferentes trayectos educativos, actividades focalizadas en perpetuar dicho interés. En ese sentido el rol del Profesor Orientador Pedagógico (POP) resulta fundamental para acompañar al alumnado y ser el nexo entre éstos y sus docentes. Asimismo, Proyectos como ACE-TICs (UdelaR - ANEP) o Liceo Científico (ANEP-PEDECIBA) podrían ser aliados de las y los docentes para disponer de espacios y actividades que conduzcan a afianzar sus vocaciones científicas. Asimismo, resulta fundamental contar con el apoyo de las familias y de todo el centro educativo en el proceso.

En ese sentido una proyección de este trabajo podría implicar el continuar realizando intervenciones tendientes a estimular las vocaciones científicas en el curso siguiente. Asimismo, sería útil investigar qué actividades se podrían incorporar en edades tempranas.

Por último, se reivindica la necesidad de trabajar más en el acompañamiento de las y los jóvenes en su desarrollo vocacional.

Bibliografía

- Acosta-Amaya, M. (2018). Aplicación de un instrumento de evaluación de competencias para niños de transición en una escuela pública de Bogotá: Hallazgos y sugerencias. En: Magda Yolima Arias Cantor y Carlos Andrés Arango Lopera (Eds.). 2 Cuadernos de Ciencias Sociales. Investigación en Psicología (1ed., pp. 47-68). Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente.
- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4(2), 42-66.
- Agencia Nacional de Investigación e Innovación. (2009). Encuesta de Percepción de los Jóvenes sobre la Ciencia y la Profesión Científica Montevideo-2009. Informe de resultados.
- Aisenson, D., Aisenson, G., Legaspi, L., Valenzuela, V., Polastri, G. y Duro, L. El sentido del y el trabajo para los jóvenes para los jóvenes que finalizan la escuela de nivel medio: Un análisis desde la perspectiva de la psicología de la orientación. Anuario de Investigaciones, 15, 71-80.
- Alfaro, A. y Chavarría, G. (2003). Uso de las fichas didácticas en V grado de la educación primaria: visión de los educadores. En: San Ramón. Revista Educación, 27(2), 103-119.
- Alonso Tapia, J. (1992). Motivar en la adolescencia. Teoría, evaluación e intervención. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma.
- Ander-Egg, E. (1986). Diccionario de Trabajo Social. Bogotá: Colombia.
- ANEP (2007). Uruguay en PISA 2006. Primeros resultados de Ciencias, Matemática y Lectura del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes. Montevideo: CODICEN.
- ANEP (2022). Uruguay en PISA 2018. Informe de resultados. Montevideo: CODICEN.

- Andrade, R. y Hernández, S. (2010). El enfoque de competencias y el currículum del bachillerato en México Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 8(1), 481-508.
- Archer, L. (2013). Interim Research Summary, ASPIRES Project.
- Artavia, J. y Aguilar, M. (2022). Factores socioculturales, personales y acciones desde la enseñanza de las Ciencias en la promoción de la vocación científico-tecnológica de las estudiantes de Electrónica en dos colegios técnicos profesionales de la Regional de Heredia en el año 2018, Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/19408/Informe%20Final%202020%20Melany%20Aguilar%20y%20JeanCarlo%20Artavia%20%20%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Atkinson, J. (1964). An Introduction to Motivation. Nueva Jersey: Van Nostrand.
- Ausubel, D.; Novak, J., y Hanesian, N. (1968). Educational Psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. en S. Elam. (Comp.) La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum (211-239). Editorial El Ateneo.
- Ausubel, D. P. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.
- Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. 2ª edición, Barcelona: Paidós Ibérica.
- Bandura, A. (1977). Social learning theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. <https://doi.org/10.1177/105960117700200317>
- Bandura, A. (1984). Teoría del Aprendizaje Social. Madrid: Espasa Calpe.
- Bandura, A. (1986). Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice-Hall.

- Bandura, A. (1987) Pensamiento y Acción. Barcelona: Martínez Roca S.A.
- Bednar, A. y Levie, W. H. (1993). Attitude-change principles en M. Fleming y W. H. Levie (Eds). Instructional message design (2da. edición). Englewood Cliffs.
- Blanco, A. (2009). El modelo cognitivo social del desarrollo de la carrera: revisión de más de una década de investigación empírica. Revista de Educación, 350, 423-445.
- Blanco, M. y González, A. (2015). Formación del profesorado de educación inclusiva: reto docente de la educación especial. Opción, 31(3), pp. 582-604.
- Bohoslavsky, R. (1984). Orientación vocacional. La estrategia clínica. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Bonifacio, V.D.B. (2012). QR-coded audio periodic table of the elements: A mobile-learning tool. Journal of Chemical Education, 89(4), 552-554. <https://doi.org/10.1021/ed200541e>
- Caamaño, A. (1996). Naturaleza e historia de la ciencia. Barcelona: Graó.
- Cabero Almenara, J. y Llorente Cejudo, M. C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información (TIC). Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación, 7(2), 11-22.
- Call, C. (1997). El constructivismo en el aula. Barcelona: Graó <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>
- Carbonero, M.A. y Merino, E. (2004). Autoeficacia y madurez vocacional. Psicothema, 16(2), 229-234.
- Caro, I. (1987). Revisión crítica de la teoría de la autoeficacia de A. Bandura. Boletín de Psicología, 16, 61-89.
- Carrera, B. y Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. Educere, 5(13), 41-44.

Cheung, D. (2009). Students' attitudes towards chemistry lessons: The interaction effect between grade level and gender. *Research in Science Education*, 39(1), 75-91.

<https://doi.org/10.1007/s11165-007-9075-4>

Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. España: Mc Graw - Hill.

Consejería de Educación y Cultura del Gobierno del Principado de Asturias. Dirección General de Ordenación académica e innovación educativa. Servicio de Evaluación Educativa. 2017. Influencia de los estereotipos de género en el desarrollo de las vocaciones científico-tecnológicas (Informe Nº 8). Grupo ASOCED. Peña-Calvo, José-Vicente, Torío-López, Susana, Rodríguez-Menéndez, Carmen, Fernández-García, Carmen-María, Inda-Caro, Mercedes y García-Pérez, Omar. Universidad de Oviedo. D. Legal: AS 1763-2017.

Coll, J., Pozo, I., Sarabia, B., y Valls E. (1992). *Los contenidos en la reforma*. Madrid: Santillana.

Cornejo Chávez, R. y Redondo Rojo, J.M. (2007). Variables y factores asociados al aprendizaje escolar: una discusión desde la investigación actual. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 33(2), 155-175.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052007000200009>

Cupani, M. y Gnani, G. (2007). Un modelo social-cognitivo del rendimiento en Matemática: estudios de tres escalas. *Perspectivas en psicología*. 4(1), 19-27.

<https://doi.org/10.32348/1852.4206.v3.n2.5222>

Cupani, M., Azpilicueta, A., y Sialle, V. (2017). Evaluación de un modelo social-cognitivo de la elección de la carrera desde la tipología de Holland en estudiantes de la escuela secundaria. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 28(3), 8- 24.

<https://doi.org/10.5944/reop.vol.28.num.3.2017.21615>

de Pro Bueno, A. y Pérez Manzano, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3).

<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1015>

De la Mora, J. (1979). *Psicología del aprendizaje*. México: Editorial Progreso. S.A.

Dewitt, J., Archer, L., & Osborne, J. (2013). Science-related Aspirations Across the Primary-Secondary Divide: Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education*, 37(41), 1609-1629.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2013.871659>

Díaz - Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw Hill.

Díaz - Morales, J. (2006). Estructura factorial y fiabilidad del Inventario de Perspectiva Temporal de Zimbardo. *Psicothema*, 18(3), 565-571.

Doll, J., Prenzel M., & Duit, R. (2003). Improving math and science instruction-The *Program "Quality of Schools" (BiQua) sponsored by the German Science Foundation*. Trabajo presentado en 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education, Noordwijkerhout, Países Bajos.

<https://doi.org/10.35362/rie580480>

Domínguez, J., Pino-Juste, M. (2014). Motivación intrínseca y extrínseca: análisis en adolescentes gallegos. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1) 349-358.

Dopico, E. & Armstrong, C. (2017). Waking up scientific vocations. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 1, 34-40.

DOI: [10.18844/gjhss.v3i1.1727](https://doi.org/10.18844/gjhss.v3i1.1727)

- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. En J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motivation*, 75-146. San Francisco: W. H. Freeman
- Elizondo, A., Rodríguez, J., y Rodríguez I. (2017). Modelo didáctico para el fomento de vocaciones científico-tecnológicas entre los estudiantes. *Publicaciones didácticas.com*, 89, 134-140.
- Falk, J. & Storksdieck, M. (2005). Using the Contextual Model of Learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89(5), 744 - 778.
<https://doi.org/10.1002/sce.20078>
- Farje-Escobedo, J. y Chuquizuta, M. (2018). Correlación: vocación profesional – motivación por el estudio del alumno de educación superior universitaria, Amazonas, 2015. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Sociales y Humanidades*, 1(1): 76-82.
<http://dx.doi.org/10.25127/rcsh.20181.281>
- Feher, E. & Rennie, L., (2003). Guest editorial. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 105-107.
<https://doi.org/10.1002/tea.10065>
- Fensham, P. J. (2006). Beyond knowledge: other outcome qualities for science education. En R. M. Janiuk, & E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World. Dilemmas, Needs and Partnerships* (223 - 237). UMCS Press.
- Flavell, J. (1981). *La psicología evolutiva de Jean Piaget*. México: Paidós.
- Fouad, N. A., Smith, P. L., y Enoch, L. (1997). Reliability and validity evidence for the Middle School Self-Efficacy Scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 30(1), 17–31.

- Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. En Carmen, L. (Coord.) La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria, 47-71. Barcelona: Horsori.
- Furman, M. y de Podestá, M. (2021). La aventura de enseñar Ciencias Naturales. Buenos Aires: Aique.
- Gaeta, M., Cavazos, J., Sánchez, A., Rosario, P. y Höguemann, J. (2015). Propiedades psicométricas de la versión mexicana del Cuestionario para la Evaluación de Metas Académicas (CEMA). Revista Latinoamericana de Psicología, 47(1), 16-24.
[https://doi.org/10.1016/S0120-0534\(15\)30002-9](https://doi.org/10.1016/S0120-0534(15)30002-9)
- Galarraga, M. y Stover, J. (2016). Inventario de Perspectiva Temporal de Zimbardo: Adaptación en estudiantes de nivel medio de Buenos Aires. Psicodebate, 16(1), 109-128.
<https://doi.org/10.18682/pd.v16i1.540>
- García-Guerrero, M., Lewenstein, B., Michel Sandoval, B. y Esparza, V. (2020). Los talleres de ciencia recreativa y la retroalimentación acción-reflexión. JCOMAL 3(1).
<https://doi.org/10.22323/3.03010802>
- García, J. y Pérez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. Tecnología, Ciencia y Educación, 10, 37-63.
<https://doi.org/10.51302/tce.2018.194>
- George, D. & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Giddens, A. (2001). Sociology. Cambridge: Polity Press.
- Gil - Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/ aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 11(2), 197-212.

- Gil - Pérez, D., Furió-Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M., y Carvalho, A. (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*, 17(2), 311 - 320.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4094>
- Gil Pérez, D., Marcedo, B., Torregrosa, J. M., Sifredo, C., Valdés, P., y Vilches, A. (2005). *Cómo promover el interés por la cultura científica: Una propuesta didáctica fundamentada para la Educación Científica de Jóvenes de 15 a 18 años*. UNESCO.
- Gil, E., Castillo, F. J. y Montoro, A. B. (2019). La importancia de la utilidad y el interés para experimentar flujo con tareas matemáticas. En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano y Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática* (353-362).
- Gómez, A., Cerrada R., y Edgardo Rangel, R. (2018). Validez del material educativo de un programa de educación ambiental- sanitario no formal. *Educere*, 22(71), 131-152.
- González Herrera, K. C. (2022). Estrategias para el fomento de las vocaciones científicas a partir de la covid-19 en los jóvenes de educación superior en Yucatán, México. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 12(24).
<https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1215>
- González Cabanach, R., Valle Arias, A. Núñez Pérez, J., y González-Pienda García, J. (1996). Una aproximación teórica al concepto de metas académicas y su relación con la motivación escolar. *Psicothema*, 8(1), 45-61.
- González-Pienda, J. (2003). El rendimiento escolar. Un análisis de las variables que lo condicionan. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación* 7(8), 247-258.

GradeCraft (2015). A learning management system developed by a team based at the University of Michigan School of Information. Michigan, USA: <http://www.gradecraft.com/team.html>

Hackett, G. & Betz, N.E. (1981). A self-efficacy approach to career development of women. *Journal of Vocational Behavior*, 18, 326-339.
[https://doi.org/10.1016/0001-8791\(81\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0001-8791(81)90019-1)

Heilbronner, E. (1983). Bild einer Wissenschaft: Chemie. *Chemie in unserer Zeit*, 17(3), 69-76.
<https://doi.org/10.1002/ciuz.19830170302>

Henson, J., M., Carey, M. P., Carey, K., B. & Maisto, S. A. (2006). Associations among health behaviors and time perspective in young adults; model testing with bootstrapping replication. *Journal of Behavioral Medicine*, 29(2), 127-137.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

Hidalgo Rivas, R.F. (2005). Exploración de las contribuciones de las actividades científicas extraescolares en la elección de la vocación científica. [Presentación de paper]. XIV Congreso Nacional de divulgación de la Ciencia y la Técnica. México.
https://somedicyt.org.mx/images/divulgadores/congresos/12/memorias/Memorias/descargas_pdf/educacion_no_formal/cartel_hidalgo.pdf

Holman E. y Silver, R. (1998). Getting “stuck” in the past: temporal orientation and coping trauma. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(5), 1147-1163.

Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. En M. Sequeira, L. Dourado, M. T. Vilaca, J. L. Silva, A. S. Afonso y J. M. Baptista (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Huertas, J (1997). *Motivación. Querer aprender*. Buenos Aires: Aique.

Holland, J. (1973). Making Vocational Choices: A Theory of Careers. Englewood Cliffs (EE. UU.): Prentice Hall.

Holland, J. L. (1997). Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments. Odessa. FL, US: Psychological Assessment Resources.

Ibarra Murillo, J.; Arlegui de, J.; Wilhelm, M. La actividad experimental en educación primaria: restricciones y retos. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 2009, n.º Extra, 1181-1187.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence. New York: Basic Books.
<http://dx.doi.org/10.1037/10034-000>

Janeiro, I.N. (2010). Motivational dynamics in the development of careers attitudes among adolescents. Journal of Vocational Behavior, 76, 170-17.
<https://doi.org/10.1016/j.jvb.2009.12.003>

Janeiro, I.N. (2012). O Inventário de Perspectiva Temporal: Estudo de validação. Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación - e Avaliação Psicológica, 2(34), 117-132.

Kind, P., Jones, K. y Barmby, P. (2007). Desarrollar actitudes hacia las mediciones científicas. International Journal of Science Education. 29(7), 871-893.

Kohan, N. (1977). El profesor y la orientación vocacional. México: Trillas.

Krumboltz, J.D., Mitchell, A.M. y Jones, G.B. (1976). A social learning theory of career selection. The Counseling Psychologist, 6(1), 71-81.
<https://doi.org/10.1177/001100007600600117>

Landis, J.R. y Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 33, 159-174.
<https://doi.org/10.2307/2529310>

- Laudadio, J. (2008). Motivación y acción en J. Heckhausen & J. Kuhl, XV Jornadas de Investigación y Cuarto Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur. Facultad de Psicología-Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Lee, J., Lee, I., y Kwon, Y. (2011). Scan & learn! use of quick response codes & smartphones in a biology field study. *American Biology Teacher*, 73(8), 485-492.
<https://doi.org/10.1525/abt.2011.73.8.11>
- Lent, R. W., López, F. G., & Bieschke, K. J. (1991). Mathematics self-efficacy: sources and relation to science-based career choice. *Journal of Counselling Psychology*, 38 (4), 424-430.
- Lent, R. W., Lopez, F. G., & Bieschke, K. J. (1993). Predicting mathematics-related choice and success behaviors: test of an expanded social cognitive model. *Journal of Vocational Behavior*, 42, 223-236.
<https://doi.org/10.1006/jvbe.1993.1016>
- Lent, R.W.; Brown, D., & Hackett, G. (1994) Toward a Unifying Social Cognitive Theory of Career and Academic Interest, Choice, and Performance. *Journal of Vocational Behavior*. 45, 79-122.
<https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- León, F. y Mora, E. (2010). Género y vocación científica. Un estudio de casos basado en mecanismos. *Revista Internacional de Sociología*, 68(2), 399 – 428.
- López Cerezo, J. (1999). Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 20, 217-225.
<https://doi.org/10.35362/rie2001049>
- López Cerezo, J.A. y Cámara Hurtado, M. (2005). Apropiación social de la ciencia, en: *Percepción social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: FECYT.
- Lopez, F. G., Lent, R. W., Brown, S. D., & Gore, P. A. (1997). Role of social–cognitive expectations in high school students' mathematics-related interest and performance. *Journal of Counseling Psychology*, 44(1), 44–52

- López Rúa, A.M. y Tamayo Alzate, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(8), 145-166.
- Lupi3n-Cobos, T., Franco-Mariscal, A. J. y Gir3n Gambero, J. R. (2019). Predictores de vocaci3n en Ciencia y Tecnolog3a en j3venes: Estudio de casos sobre percepciones de alumnado de secundaria y la influencia de participar en experiencias educativas innovadoras. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgaci3n de las Ciencias*, 16(3), 3102-3121.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3102
- Magnusson, K. (2022). Interpreting Cohen's d effect size: An interactive visualization (Versi3n 2.6.0) [Web App]. R Psychologist.
- Marchesi, A. (2009). Las metas educativas 2021. Un proyecto iberoamericano para transformar la educaci3n en la d3cada de los bicentenarios. Documento B3sico. Buenos Aires: Santillana.
- Mart3n-Pena, D., Parejo, M. y Vivas, C. (2018). Radio educativa para fomentar vocaciones cient3ficas: el proyecto Ratones de Laboratorio. *Educaci3n medi3tica y factor relacional*, 8(2), 229-254.
- Marzano, R. y Picker3n, D. (2005). Dimensiones del aprendizaje. Manual para el maestro. M3xico: ITESO
- Massarani, L., Scalfi, G., Beck, J., Silveira, F., y Cambre, M. (2022). Adolescentes en Espacio Ciencia (Uruguay): un estudio sobre experiencias de aprendizaje. *Interfaces Cient3ficas – Educaç3o*, 10(3), 282–306.
<https://doi.org/10.17564/2316-3828.2022v11n2p282-306>
- Maya, A. (1996). El taller educativo: una alternativa. Bogot3: Cooperativa Editorial Magisterio.

- Mayer, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- Meece, J. y Courtney, D. (1992). *Gender differences in students' perceptions: consequences for achievement-related choices*. En D.H. Schunk y J. L. Meece (Eds.): *Student Perceptions in the Classroom*. Hillsdale, N.J: LEA.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., y Dávila, M. A., Cañada. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11–36.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Meredith, K., Blanchard, M., Osborne, J., & Albert, J. (2013). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44.
- Merino Tejedor, E. (2009). Aportaciones de la psicología cognitiva a la orientación vocacional. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 253-261.
- Miller, J.D.; Pardo, R. y Niwa, F. (1998). *Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología*. Bilbao: Fundación BBV.
- Millis, B. J., & Cottell, P. G. (1998). *Cooperative Learning for Higher Education Faculty*. Phoenix, AZ: Oryx Press.
- Morales, P. y Lanza, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145-157.
- Morentin, M. y Guisasola, J., (2013). Visitas escolares a centros de ciencias basadas en el aprendizaje. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 73, 61-68.
- Müller-Harbach, G., Wenck, H., & Bader, H. J. (1990). Die Einstellung von Realschülern zum Chemieunterricht, zu Umweltproblemen und zur Chemie. *Chim. did*, 16, 151.

- Muñoz, J., Hernández, M., y Serrate, S. (2019). El interés por el conocimiento científico de los estudiantes de España. *Educ. Soc., Campinas*, 40, 1-19.
<https://doi.org/10.1590/ES0101-73302019187204>
- Murphy, C., Neil, P., y Beggs, j. (2007). Primary science teacher condence revisited: Ten years on. *Educational Reserarch*, 49(4), 415-430.
<https://doi.org/10.1080/00131880701717289>
- Naranjo, M. L. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista Educación* 33(2), 153-170.
- Nuttin, J. y Lens, W. (1985). *Future Time Perspective and Motivation: theory and research method*. Hillsdale, NJ: Erlbau
- Obra Social “la Caixa”, FECYT, everis, (2015). ¿Cómo podemos estimular una mente científica? Estudio sobre vocaciones científicas.
<http://www.fecyt.es/es/node/2568/pdf-viewer>
- OEA (2015). *La indagación como estrategia para la educación STEAM: Guía práctica*. OAS. Documentos oficiales.
- Olaz, F. (2003). Modelo Social Cognitivo de Desarrollo de Carrera. *Evaluar*. Universidad Nacional de Córdoba, 3, 15-34.
<https://doi.org/10.35670/1667-4545.v3.n1.605>
- Omar, A., Delgado, H. U., de Souza, M. A. y Formiga, N. S. (2005). Perspectivas de futuro y búsqueda de sensaciones en jóvenes estudiantes. Un estudio entre Argentina y Brasil. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 35(1), 165-180.
- Ortegón, M. (2016). *Gamificación de las matemáticas en la enseñanza del valor posicional en cantidades* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Internacional de La Rioja.

- Ortuño, V.E., Janeiro, I.N., Peixão, M.P., Esteves, C., y Cordeiro (2017). Um novo modelo multidimensional da Perspectiva Temporal. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*, 45(3), 71-84.
<https://doi.org/10.21865/RIDEP45.3.06>
- Osses, S., y Jaramillo, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*. 34(1), 187-197.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100011>
- Pacheco H, P., Villagrán R, S., y Guzmán A, C. (2015). Estudio del campo emocional en el aula y simulación de su evolución durante un proceso de enseñanza-aprendizaje para cursos de ciencias. *Estudios pedagógicos*, 41(1), 199-217.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052015000100012>
- Pantoja, C. (1992). En torno al concepto de vocación. *Revista Educación y Ciencia*. 2(6), 17-20.
- Parra L., Ortiz, N., Barriga, O., Henríquez, G., y Neira, M. (2006). Efecto de un taller vivencial de orientación humanista en la auto-actualización de adolescentes de nivel socioeconómico bajo. *Ciencia y enfermería*, 12(1), 61-72.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532006000100007>
- Patiño, M. coord., 2013. La divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: visiones, retos y oportunidades. México: SOMEDICYT.
- Pelcastre Villafuerte, L., Gómez Serrato, A. R., y Zavala, G. (2015). Actitudes hacia la ciencia de estudiantes de educación preuniversitaria del centro de México. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(3), 475 - 490.
- Peña Calvo, J.V., Inda Caro, M., y Rodríguez Menéndez, M.C. (2015). La teoría cognitivo social de desarrollo de la carrera: Evidencias al modelo con una muestra de estudiantes universitarios de la rama científica. *Sociedad Española de Pedagogía*, 67(30), 103-122.
<https://doi.org/10.13042/Bordon.2015.67306>

- Pérez-Cáceres, F.J. (2014). PIISA: Project to introduce research and innovation into secondary schools in Andalucía. The young science in search of the future or viceversa. En A. Romero, T. Ramiro y M.P. Bermúdez (coords.). Actas del II Congreso Internacional de Ciencias de la Educación y del Desarrollo, 468. Universidad de Granada.
- Pérez, E., Beltramino, C. y Cupani, M. (2003). Inventario de autoeficacia para inteligencias múltiples: Fundamentos teóricos y estudios psicométricos. *Evaluar*, 3, 35-60.
<https://doi.org/10.35670/1667-4545.v3.n1.606>
- Pérez, E. y Delgado, M. (2006). Inventario de autoeficacia para el estudio: desarrollo y validación inicial. *Avaliação Psicológica*, 5(2), 135-143.
- Pérez, E. y Medrano, L. (2007). Inventario de autoeficacia para inteligencias múltiples revisado: un estudio de validez de criterio. *Avances en Medición*, 5, 105 –114.
- Piaget, J. (1971). *Seis estudios de Psicología*. Barcelona: Barral Editores S.A.
- Pogré, P. y Lombardi, G. (2004). *Escuelas que enseñan a pensar*. Buenos Aires: Papers Editores.
- Polino, C. (2011). *Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Argentina: OEI.
- Polino, C. y Chiappe, D. (2011). *Enseñanza y elección de carreras científicas en las áreas de ciencias exactas, naturales e ingeniería. La perspectiva de los profesores de educación media*. Argentina: Papeles del Observatorio N°4. OEI.
- Polino, C. (2012). *Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas: un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel*

secundario en Iberoamérica. Revista Iberoamericana de educación, 58, 167-191.

Pool-Cibrián, W. y Martínez-Guerrero, J. (2013). Autoeficacia y uso de estrategias para el aprendizaje autorregulado en estudiantes universitarios. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 13(3), 21-37.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata.

Prieto, A., Díaz, D., y Santiago, R. (2015). Metodologías Inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos. Barcelona: Océano.

Pulido, F. y Herrera, F. (2017). La influencia de las emociones sobre el rendimiento académico. Ciencias Psicológicas, 11(1), 29-39.
<https://doi.org/10.22235/cp.v11i2.1344>.

Quintanilla, M. (compilador y autor) (2014). Las Competencias de Pensamiento *Científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Rascovan, S. (2005). Orientación vocacional. Una perspectiva crítica. Buenos Aires: Paidós.

Rascovan, S. (2012). Los jóvenes y el futuro. Programa de orientación para la transición al mundo adulto. Buenos Aires: Noveduc.

Rascovan, S. (2013). Orientación vocacional, las tensiones vigentes. Remo, 10(25), 47-54.

Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. Journal of Research in Science Teaching, 40, 112-120.
<https://doi.org/10.1002/tea.10067>

Rivas, F. (1995). Manual de asesoramiento y orientación vocacional. Madrid: Síntesis.

- Rivas, F. (2003). Conducta y asesoramiento vocacional en la adolescencia. *Papeles del Psicólogo*, 84, 18-34.
- Rivas, F. y Martínez, B. (2003). Cognición vocacional. En F. Rivas (ed.), *Asesoramiento vocacional. Teoría, práctica e instrumentación*, (313-351). Barcelona: Ariel Psicología.
- Robles, P. y Rojas, M. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada*, 18.
- Rodas, M. y Cubero, J. (2022). El diseño del artículo de investigación como generador de vocaciones científicas. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 25(1), 61–77.
<https://doi.org/10.6018/reifop.502731>
- Román, M., E. Diez (2000). *Aprendizaje y Curriculum*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Ruiz de Miguel, C. (2002). Factores familiares vinculados al bajo rendimiento. *Revista Complutense de Educación*, 12(1), 81-113.
- Ryan, R. y Cornell, J. (1989) Perceived locus of causality and internalization: Examining reasons for acting in two domains. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 749-761.
- Ryan, R. y Deci, E. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Sammons, P., Hillman, J. and Mortimore, P. (1995) *Key Characteristics of Effective Schools. A Review of School Effectiveness Research*. London: Institute of Education.
- Sanmartí, N. y Tarín, R. M. 1999. Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencias sin ellos? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 6(22), 55-65.

- Santillán-Aguirre, J., Jaramillo-Moyana, E., Santos-Poveda, R., y Cadena-Vaca, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Revista Polo de Conocimiento*, 5(8), 467-492.
- Sarabia, B. (1992). El aprendizaje y la evaluación de las actitudes. En C. Coll, J. I. Pozo, B. Sarabia y E. Valls. *Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana.
- Savickas, M. L., Porfeli, E. J., Hilton, T. L., & Savickas, S. (2018). The Student Career Construction Inventory. *Journal of Vocational Behavior*, 106, 138–152.
<https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.01.009>
- Savolainen, R. (2018). Self-determination and expectancy-value: comparison of cognitive psychological approaches to motivators for information seeking about job opportunities. *Aslib Journal of Information Management*, 70(1), 123-140.
<https://doi.org/10.1108/AJIM-10-2017-0242>
- Scheerens, J. (1999). School effectiveness in developed and developing countries; a review of the research evidence. University of Twente/ The World Bank
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). Sowing the Seeds of Rose, Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – *a comparative study of students' views of science and science education*, Acta didáctica 4.
- Seijo Echevarría, B., Iglesias Morel, N., Hernández González, M., e Hidalgo García, C. (2010). Métodos y formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sus potencialidades educativas. *Revista de Humanidades Médicas*, 10(2).
- Serna, H. y Díaz, A. (2013). *Metodologías activas del aprendizaje*. Colombia: Fondo Editorial Cátedra María Cano.
- Silveira, F; Queirolo, M; Rodríguez-Ayán, M; Torres, J. (2012-2013). Ensayos a la llama: Propuesta de trabajo experimental para el tema estructura atómica a

nivel de enseñanza secundaria. Anuario Latinoamericano de Educación Química. Año XXVI No XXVIII. Argentina.

Simpson, R. D., Kobala, T. R., Oliver, J. S. y Crawley, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En Gabel, D.L (Ed.), Handbook of Research on Science Teaching and Learning. N.Y.: McMillan Pub Co.

Siredits, R., Yates, S., Rodríguez, A., Lee, T., Rimmer, C. y Roche, M. (2011). Embedding QR codes in tumor board presentations, enhancing educational content for oncology information management. Journal of registry management, 38(4), 209-211

Smith, M. (2015). Studying teaching education. What we know and need to know. Journal of Teacher Education, 56(4), 301-306.
<https://doi.org/10.1177/0022487105280116>

Solbes, J., Montserrat, R., y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 21, 91-117.

Stekolschik, G., Gallardo, S. y Draghi, C. (2007). La comunicación pública de la ciencia y su rol en el estímulo de la vocación científica. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 12, 165-180.

Swanson, E., McCulley, L. V., Osman, D. J., Scammacca Lewis, N., & Solis, M. (2019). The effect of team-based learning on content knowledge: A meta-analysis. Active Learning in Higher Education, 20(1), 39–50.
<https://doi.org/10.1177/1469787417731201>

Taber, B. J. (2013). Time Perspective and Career Decision-Making Difficulties in Adults. Journal of Career Assessment, 21, 200-209.
<https://doi.org/10.1177/1069072712466722>

Talton, E. & Simpson, R. (1986). 1986. Relationships of Attitudes Toward Self, Family, and School with Attitude Toward Science Among Adolescents. Science Education, 70(4), 365 – 374.

- Tamayo, Ó. E. & Sanmartí, N. (2007). High-School Students' Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model. *International Journal of Science Education*, 29(2), 215-248.
<https://doi.org/10.1080/09500690600620854>
- Tamayo, Ó. E. (2009). *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Manizales: Editorial Universidad de Caldas.
- Tejada Zabaleta, A., (2005). Agenciación humana en la teoría cognitivo social: Definición y posibilidades de aplicación. *Pensamiento Psicológico*, 1(5), 117-123.
- The Royal Society. (2004). Taking a Leading Role – Literature Review, 1-17.
- Toma, R. (2021). Problemas de validez y fiabilidad en los cuestionarios ROSE: revisión sistemática de la producción española. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3).
DOI:[10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3102](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3102)
- Torío, S., Hernández, J. y Peña, J. (2007). Capital social familiar y expectativas académico-formativas y laborales en el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista de Educación*, 343, 559-586.
- Tovar, J., Ponce, C. y Salas-Blas, E. (2018). Análisis psicométrico del Inventario de Autoeficacia para las Inteligencias Múltiples-Revisado (IAMI-R) en estudiantes peruanos de nivel secundario. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 63-124.
- Tytler, R., Osborne, J. (2012) Student attitudes and aspirations towards science. En B. J. Fraser, K. G. Tobin, y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. Netherland: Springer.
- Universidad de la República Oriental del Uruguay (2015). Estadísticas Básicas 2015 de la Universidad de la República. <https://planeamiento.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/sites/33/2016/11/Estad%C3%ADsticas-Básicas-2015.pdf>

- Universidad de la República Oriental del Uruguay (2019). Estadísticas Básicas 2019 de la Universidad de la República. https://planeamiento.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/sites/33/2020/12/web_Estadisticas-basicas_2019.pdf
- Valles, M. (2000). Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional, Madrid: Síntesis.
- Vargas, J. (2008). Autoactualización gerencial, satisfacción laboral y productividad: un estudio correlacional en empresas del Bajío. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 1(1), 150-172.
- Vázquez, A.; Manassero, M. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(3), 337- 346.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4254>
- Vázquez, A. y Manassero, M. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 199-213.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4176>
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2007). La relevancia de la vocación científica. Palma de Mallorca: Servei de Publicacions de la Universitat de les Illes Balears.
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1), 1-34.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 274-292.
[DOI:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03)
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2009). La vocación científica y tecnológica: predictores actitudinales significativos. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica*, 6(2), 213-231.

- Vázquez, A. y Manassero, M. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33 - 48.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3661>
- Vázquez, Á., y Manassero, M. (2009). Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. *Revista electrónica de investigación educativa*, 11(1), 1-20.
- Ventura-León, J. y Caycho-Rodríguez, T. (2017). El coeficiente Omega: un método alternativo para la estimación de la confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(1), 625-627.
- Verduci, Marina (2019). Algunas perspectivas sobre aprendizaje, juego y experiencia en escuela media. XI Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXVI Jornadas de Investigación. XV Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. I Encuentro de Investigación de Terapia Ocupacional. I Encuentro de Musicoterapia. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Vilches, A.; Gil, D. (2008). ¿Qué puede estar contribuyendo al desinterés del alumnado hacia los estudios científicos? Algunas propuestas de solución fundamentadas en la investigación educativa.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1305.3681>
- Villacís, C., Zea, C., Campuzano, S., y Chiffla, M. (2022). Aprendizaje basado en proyectos y la gamificación para generar el aprendizaje activo en los estudiantes. *Revista Ciencia UNEMI*, 15(39), 35-43.
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Grijalbo.
- Weiner, B. (1990). History of motivational in education. *Journal of Psychology*, 82(4), 616-62
- Werstch, V. (1988). *Vigotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

- Wigfield, A. & Eccles, J. (2000). Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.
- Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science. En: S. Jasanoff y otros (eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*. London: Sage
- Zabala V., A. (2000). El aprendizaje de los contenidos según su tipología en La práctica educativa. *Cómo enseñar*. España: Graó.
- Zimbardo, P. G. & Boyd, J. N. (1999). Putting time in perspective: A valid, reliable individual-differences metric. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1271-1288.

Índice de anexos

1. Encuesta panel de expertos para caracterización del Paquete de actividades.....	1
2. Tablas de Correlaciones de Spearman.....	4
3. Encuestas inicial y final (años 2012 y 2013).....	12
4. Ficha Átomos (para alumnos).....	24
5. Ficha Visita a la Facultad de Ciencias (para alumnos).....	33
6. Ficha Visita a Espacio Ciencia (para alumnos).....	36
7. Encuestas panel de expertos para la validación del Inventario VC_UY.....	38
8. Inventario VC_UY (versión en extenso y reducida).....	62
9. Resolución del Consejo de Facultad de Química (Comisión de Ética en Seres Humanos).....	70
10. Ficha Aliento de dragón (para docentes).....	71
11. Ficha Arcoíris químico (para docentes).....	74
12. Ficha Únicos e irrepetibles (para docentes).....	77
13. Juego Ayuda al átomo de sodio a completar sus niveles de energía.....	80

Anexo 1: Caracterización de las actividades por un panel de expertos

En el marco de la tesis de doctorado “Aplicación de recursos alternativos en la enseñanza media de la asignatura química y su relación con el fomento de las vocaciones científicas”, se está realizando esta encuesta. Le agradecemos que participe de este relevamiento respondiendo el cuestionario que sigue.

En este caso estamos consultando su opinión sobre diferentes actividades que se han realizado con alumnos de 3ero de C.B.U. en la clase de química. Tenga en cuenta la descripción de las actividades que se adjunta.

Le pedimos que emplee la escala Likert de 5 puntos para valorar, siendo 1 totalmente en desacuerdo, 5 totalmente de acuerdo.

De acuerdo a la ética de la investigación con seres humanos, las respuestas son confidenciales y en ningún caso se revelará la identidad de los participantes. Una vez procesada esta información, si lo desea, le enviaremos una copia de los resultados. Muchas gracias por participar.

Actividad	Fomenta las vocaciones científicas	Estimula la apropiación de la cultura científica ¹	Desarrolla competencias ²	Promueve el pensamiento científico ³	Fomenta la motivación intrínseca ⁴ hacia la ciencia	Será valorada positivamente ⁵	Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico	Estimula el aprendizaje significativo de contenidos ⁶	Otra fortaleza que puede promover (especifique):
Ejercicios experimentales										
Show de química										
Taller de ciencias										
Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología										
Obra de teatro científico										
Ficha de trabajo										
Juego de química										
Conversatorio con científicos										
Visita a laboratorios										
Visita a facultades										
Visita a ferias de ciencias e ingeniería										
Otra (puede sugerir)										

Marco teórico de referencia

¹En una concepción amplia, la cultura científica hace referencia al grado de implantación de la ciencia en la cultura. Es el conocimiento de las potencialidades de la ciencia y de sus incertidumbres, de sus riesgos y de las interrogantes éticas que plantea (Cerezo, 2005).

²Una competencia es la capacidad que tiene un estudiante para afrontar con garantías situaciones problemáticas en un contexto académico (De Miguel, 2005).

³La competencia de pensamiento científico involucra la formulación y la contrastación de hipótesis; la explicación y la argumentación científica; el uso del pensamiento analógico (a través de modelos analógicos, análogos concretos, epítomes, símiles y metáforas); los diferentes modos de inferencia; y la narrativa (Quintanilla, 2014).

⁴La motivación intrínseca o autorregulada supone hacer algo por el propio interés en la actividad, que es un fin en sí misma. El interés se centra en lo novedoso o revelador de la tarea. Son actividades que se llevan a cabo en ausencia de contingencia externa aparente, sin ninguna recompensa que la regule claramente (Deci y Ryan 1985).

⁵El valor que los alumnos atribuyen a las actividades que realizan se compone de cuatro dimensiones interrelacionadas: el interés genuino que representa la actividad; el valor utilitario que se le atribuye; la necesidad o el gusto por el logro o rendimiento; el costo personal, que es el sufrimiento asociado a la realización de la actividad. Cuanto mayor es el interés, el valor utilitario y la necesidad de logro, y menor el costo asociado, mayor será el valor global atribuido a la actividad. (Wigfield y Eccles, 2000).

⁶El aprendizaje significativo es aquel en el que el nuevo material de aprendizaje se relaciona de forma substantiva con lo que el estudiante ya sabe y es asimilado a su estructura cognoscitiva (Call, 1997).

Descripción de las actividades

Ejercicios experimentales: los alumnos observan y colaboran en la realización de actividades prácticas que ilustran principios o comprueban leyes.

Show de química: los alumnos ponen a punto experimentos o replican experimentos realizados en clase y los presentan a otros alumnos o a sus tutores en actividades especiales como, por ejemplo, la fiesta de fin de cursos.

Taller de ciencias: los alumnos trabajan colaborativamente con una consigna acerca de un cierto fenómeno observado.

Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología: los alumnos realizan un recorrido guiado o libre por el Moleculario (Facultad de Química), Ciencia Viva o Espacio Ciencia (LATU) en el marco de una salida didáctica.

Obra de teatro científico: los alumnos crean y representan una obra de teatro centrada en la vida de Marie Curie.

Ficha de trabajo: los alumnos trabajan la unidad didáctica Estructura atómica con una ficha interactiva que contiene códigos QR que conducen a material audiovisual sobre este tema.

Juego de química: los alumnos juegan, en equipos, con la nomenclatura y formulación de óxidos.

Conversatorio con científicos: los alumnos preparan, junto al docente, una entrevista a un científico en base a su área de investigación.

Visita a laboratorios: los alumnos recorren el área técnica de laboratorios industriales y de investigación.

Visita a facultades: los alumnos recorren la facultad de ciencias, de química o de ingeniería y reciben información sobre la oferta académica y la perspectiva laboral en las diferentes carreras **Visita a ferias de ciencias e ingeniería:** los alumnos asisten a Ingeniería de muestra o a Latitud Ciencias donde los stands dan a conocer la ciencia y la tecnología que se desarrolla en el país.

Otra actividad que desee sugerir: _____

Anexo 2: Tablas de Correlaciones de Spearman

Correlación de Spearman para la variable principal y las variables secundarias, de cada una de las actividades para los paneles de expertos 1 y 2.

Panel de expertos 1

Tabla 1

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Ejercicios experimentales. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,40
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,31
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,39
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,65
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,24
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,00
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,31

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 2

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Show de química. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,51
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,19
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,75
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,64
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,01
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,03
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,67

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 3

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Taller de ciencias. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,51
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,21
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,58
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,33
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,33
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,42
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,25

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 4

Correlación de Spearman Pearson para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,03
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,33
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,07
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,98
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,68
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,11
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,03

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 5

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Obra de teatro científico. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,69
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,53
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,36
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,28
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,62
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,80
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,53

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 6

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Ficha de trabajo. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,11
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,26
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,63
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,00
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,35
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,17
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,13

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 7

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Juego de química. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,09
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,31
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,50
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,45
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,24
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,21
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,00

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 8

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Conservatorio con científicos. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,05
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,44
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,33
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,06
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,52
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,21
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,65

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 9

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a laboratorios. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,28
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,50
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,46
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,06
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,46
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,17
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,30

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 10

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a facultades. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,02
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,37
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,37
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,15
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,67
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,15
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,07

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 11

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a ferias de ciencias e ingeniería. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,66
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,48
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,68
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,64
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,77
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,25
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,06

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Panel de expertos 2

Tabla 12

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Ejercicios experimentales. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,60
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,48
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,61
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,83
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,61
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,16
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,20

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 13

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Show de química. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,65
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,41
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,33
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,71
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,15
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,22
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,13

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 14

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Taller de ciencias. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,91
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,67
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,80
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,91
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,64
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,60
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,70

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 15

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a centros y salas interactivas de ciencia y tecnología. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,34
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,14
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,00
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,04
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,27
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,24
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,12

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 16

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Obra de teatro científico. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,67
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,21
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,77
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,90
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,71
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,52
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,30

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 17

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Ficha de trabajo. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,13
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,23
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,07
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,36
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,56
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,02
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,04

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 18

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Juego de química. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,07
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,62
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,72
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,86
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,49
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,23
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,11

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 19

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Conservatorio con científicos. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,21
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,12
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,37
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,41
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,00
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,21
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,21

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 20

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a laboratorios. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,01
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,04
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,73
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,16
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,25
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,01
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,31

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 21

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a facultades. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,59
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,23
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,18
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,37
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,00
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,06
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,06

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Tabla 22

Correlación de Spearman para la variable principal y cada una de las variables secundarias para la actividad Visita a ferias de ciencias e ingeniería. No se tiene en cuenta la variable Mejora el rendimiento a través del aprendizaje memorístico.

Variable principal y variable:	Estadístico	Valor
Estimula la apropiación de la cultura científica	Coeficiente de correlación de Spearman	0,58
Desarrolla competencias	Coeficiente de correlación de Spearman	0,36
Promueve el pensamiento científico	Coeficiente de correlación de Spearman	0,60
Fomenta la motivación intrínseca hacia la ciencia	Coeficiente de correlación de Spearman	0,31
Será valorada positivamente	Coeficiente de correlación de Spearman	0,51
Potencia el desempeño exitoso en ciencias	Coeficiente de correlación de Spearman	-0,07
Estimula el aprendizaje significativo de contenidos	Coeficiente de correlación de Spearman	0,55

Nota. Variable principal = Fomenta las vocaciones científicas.

Anexo 3: Encuesta inicial y final (años 2012 y 2013)

Encuesta inicial

Edad: _____

Sexo Femenino ☐ Masculino ☐

1) Indica del 1 al 5 cuánto te gusta cada una de las asignaturas:

	1= No me gusta nada	2	3	4	5= Me gusta mucho
Historia					
Ciencias Físicas					
ECA					
ESM					
EVP					
Geografía					
Biología					
Inglés					
Idioma Español					
Informática					
Educación Física					
Matemática					

2) Si en la pregunta 1 pusiste 1 en alguna de las materias ¿por qué no te gustan nada esas asignaturas?

Nombre asignatura	¿Por qué no te gusta nada?
1.	
2.	
3.	

3) Si pusiste 5 en alguna de las materias ¿por qué te gustan mucho esas asignaturas?

Nombre asignatura	¿Por qué te gusta mucho?
1.	
2.	
3.	

4) ¿Qué tipo de estudios te gustaría hacer luego de finalizada la Enseñanza Media? Marca la opción que más se ajuste a tus expectativas actuales.

- a) Carrera universitaria
- b) Oficio (por ejemplo, electricista, carpintero/a, etc.)
- c) Otro tipo de estudios (indicar cuál)
- d) Ningún estudio adicional

5) En caso de que hayas seleccionado la opción a), ¿cuál elegirías? _____

6) ¿Qué carrera **no** elegirías? _____

¿Por qué? _____

7) Explica con tus palabras qué hace un:

-Médico: _____

-Científico: _____

-Abogado: _____

-Artista: _____

-Ingeniero: _____

8) Marca con una cruz cuáles de las siguientes carreras te gustaría estudiar:

Abogacía	
Medicina	
Odontología	
Física	
Arquitectura	
Ingeniería	
Docencia	
Biología	
Sociología	
Economía	
Veterinaria	
Química	
Agronomía	
Sicología	
Filosofía	
Informática	
Otra carrera: _____	

9) Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos:

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico/a	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

10) Describe cómo te imaginas a un científico:

11) ¿Cuántos de tus compañeros te parece que querrán ser científicos?

Menos de 5 ____ Entre 5 y 10 ____ Entre 11 y 15 ____ Entre 15 y 20 ____ Más de 20 ____

12) ¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos de tus compañeros?

13) ¿Conoces a algún científico famoso? En caso afirmativo menciona sus nombres.

14) Si quisieras ser científico, ¿en cuál institución de Uruguay te parece que tendrías que estudiar?

15) Marca con una cruz cuál es el nivel educativo de tus padres:

	Padre	Madre
Primaria incompleta		
Primaria completa		
Secundaria incompleta		
Secundaria completa		
Educación técnica (UTU/CETP) incompleta		
Educación técnica (UTU/CETP) completa		
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio incompleta		
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio completa		
Otra educación terciaria no universitaria incompleta		
Otra educación terciaria no universitaria completa		
Universidad incompleta		
Universidad completa		

Encuesta final grupo control (año 2012)

Edad: _____

Sexo ☐ Femenino ☐ Masculino

1. Con relación a las actividades realizadas en la clase de química durante el corriente año lectivo, indica del 1 al 5 cuánto te gustaron las siguientes actividades:

Actividad	1 = No me gustó nada	2	3	4	5 = Me gustó mucho
Charla y recorrido en la Facultad de Ciencias					
Actividades experimentales					
Visita a la planta industrial de COUSA					
Ejercicios y problemas propuestos					
Carpeta final					

2. ¿Para cuál o cuáles de los siguientes aspectos las actividades desarrolladas te sirvieron? Marca con una cruz las que eliges.

Comprender cómo trabajan los científicos	
Informarme sobre dónde puedo estudiar ciencias	
Conocer la oferta educativa del país	
Aprender a trabajar en el laboratorio	
Comprender mejor la asignatura	
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	
Trabajar en equipo	
Conocer el mercado laboral del país	
Buscar información en la web	
Motivarme a continuar estudiando	

3. ¿Qué actividad te gustó más?

¿Por qué?

4. ¿Qué actividad te gustó menos?

¿Por qué?

5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes carreras te gustaría estudiar.

Abogacía		Agronomía	
Medicina		Sicología	
Odontología		Filosofía	
Física		Informática	
Arquitectura			
Ingeniería			
Docencia			
Biología			
Sociología			
Economía			
Veterinaria			
Química			

Otra carrera: _____

6. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

Encuesta final grupos experimentales (año 2012)

Edad: _____

Sexo

Femenino

☐

Masculino

☐

1. Con relación a las actividades realizadas en la clase de química durante el corriente año lectivo, indica del 1 al 5 cuánto te gustaron las siguientes actividades:

Actividad	1 = No me gustó nada	2	3	4	5 = Me gustó mucho
Charla y recorrido en la Facultad de Ciencias					
Ficha de preparación e interpretación de la salida didáctica					
Actividades experimentales					
Visita a la planta industrial de COUSA					
Ejercicios y problemas propuestos					
Fichas de trabajo Átomos					
Proyecto final					
Juegos de química					

2. ¿Para cuál o cuáles de los siguientes aspectos las actividades desarrolladas te sirvieron? Marca con una cruz las que eliges.

Comprender cómo trabajan los científicos	
Informarme sobre dónde puedo estudiar ciencias	
Conocer la oferta educativa del país	
Aprender a trabajar en el laboratorio	
Comprender mejor la asignatura	
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	
Trabajar en equipo	
Conocer el mercado laboral del país	
Buscar información en la web	
Motivarme a continuar estudiando	

3. ¿Qué actividad te gustó más?

¿Por qué?

4. ¿Qué actividad te gustó menos?

¿Por qué?

5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes carreras te gustaría estudiar.

Abogacía		Agronomía	
Medicina		Sicología	
Odontología		Filosofía	
Física		Informática	
Arquitectura			
Ingeniería			
Docencia			
Biología			
Sociología			
Economía			
Veterinaria			
Química			

Otra carrera: _____

6. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

Encuesta final grupo control (año 2013)

Edad: _____

Sexo Femenino ☐ Masculino ☐

1. Con relación a las actividades realizadas en la clase de química durante el corriente año lectivo, indica del 1 al 5 cuánto te gustaron las siguientes actividades:

Actividad	1 = No me gustó nada	2	3	4	5 = Me gustó mucho
Visita didáctica a Espacio Ciencia					
Actividades experimentales					
Ejercicios y problemas propuestos					

2. ¿Para cuál o cuáles de los siguientes aspectos las actividades desarrolladas te sirvieron? Marca con una cruz las que eliges.

Comprender cómo trabajan los científicos	
Darme cuenta qué quiero continuar estudiando	
Aprender a trabajar en el laboratorio	
Comprender mejor la asignatura	
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	
Trabajar en equipo	
Motivarme a continuar estudiando	

3. ¿Qué actividad te gustó más?

¿Por qué?

4. ¿Qué actividad te gustó menos?

¿Por qué?

5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes carreras te gustaría estudiar.

Abogacía		Agronomía	
Medicina		Sicología	
Odontología		Filosofía	
Física		Informática	
Arquitectura			
Ingeniería			
Docencia			
Biología			
Sociología			
Economía			
Veterinaria			
Química			

Otra carrera: _____

6. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

Encuesta final grupos experimentales (año 2013)

Edad: _____

Sexo Femenino ☐ Masculino ☐

1. Con relación a las actividades realizadas en la clase de química durante el corriente año lectivo, indica del 1 al 5 cuánto te gustaron las siguientes actividades:

Actividad	1 = No me gustó nada	2	3	4	5 = Me gustó mucho
Visita didáctica a Espacio Ciencia					
Ficha de preparación e interpretación de la salida didáctica					
Actividades experimentales					
Ejercicios y problemas propuestos					
Fichas de trabajo Átomos					
Obra de teatro					
Juegos de química					

2. ¿Para cuál o cuáles de los siguientes aspectos las actividades desarrolladas te sirvieron? Marca con una cruz las que eliges.

Comprender cómo trabajan los científicos	
Conocer algunos aspectos de la historia de la ciencia	
Darme cuenta qué quiero continuar estudiando	
Aprender a trabajar en el laboratorio	
Comprender mejor la asignatura	
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	
Trabajar en equipo	
Motivarme a continuar estudiando	

3. ¿Qué actividad te gustó más?

¿Por qué?

4. ¿Qué actividad te gustó menos?

¿Por qué?

5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes carreras te gustaría estudiar.

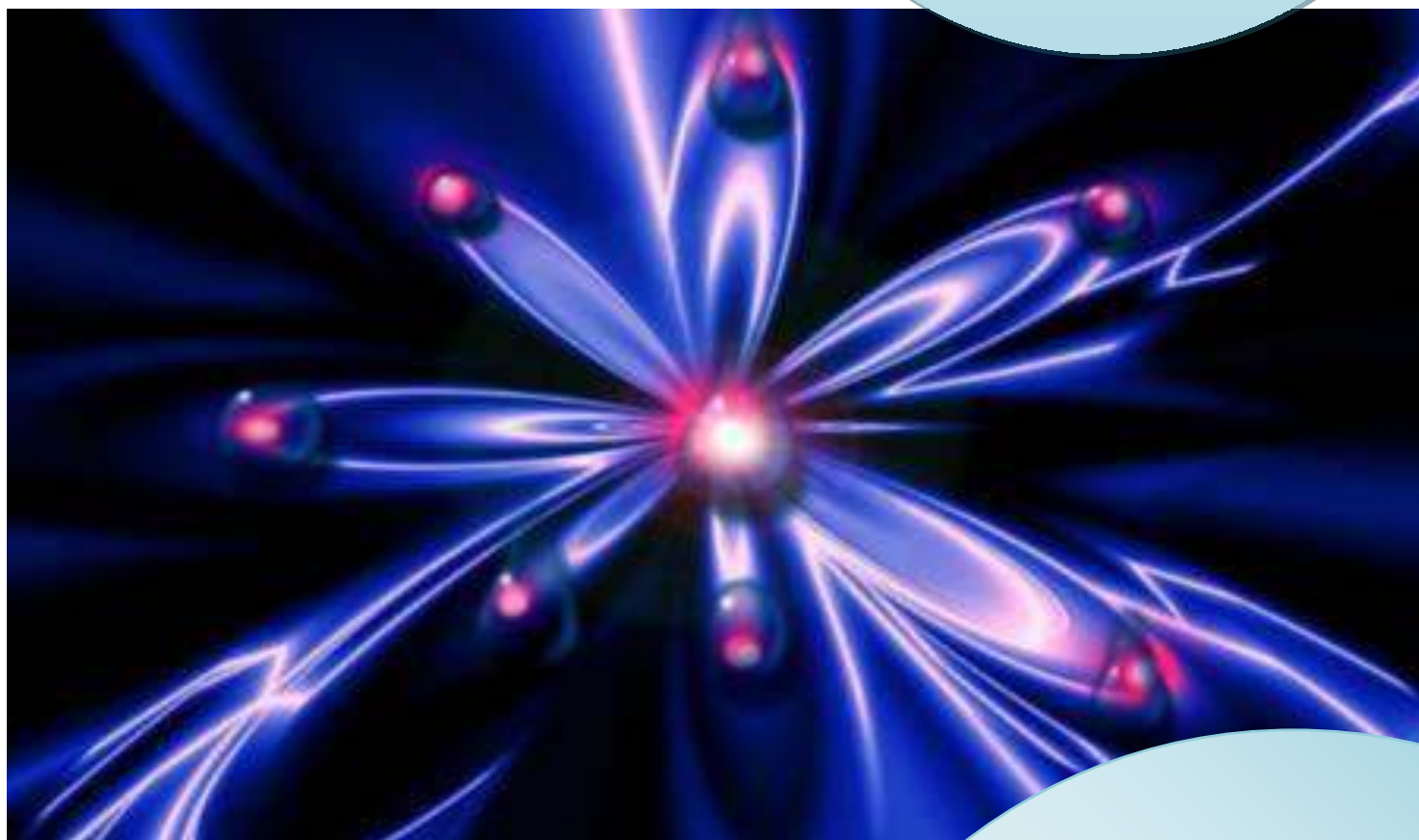
Abogacía		Agronomía	
Medicina		Sicología	
Odontología		Filosofía	
Física		Informática	
Arquitectura			
Ingeniería			
Docencia			
Biología			
Sociología			
Economía			
Veterinaria			
Química			

Otra carrera: _____

6. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

Ficha de trabajo:
Átomos



Química, Tercer año

Actividad experimental: ¿Qué hay dentro de los átomos?

En la siguiente actividad te enfrentarás a un problema igual como le ocurre a los científicos!

Toma la esfera de plastilina e introduce en ella un escarbadiente muy lentamente.

Repite el procedimiento hasta introducir una docena.

1

Intenta determinar qué hay dentro de la plastilina.



Luego de realizar la actividad experimental te habrás dado cuenta que es muy difícil describir a los átomos ya que los éstos tampoco pueden verse directamente. Todo lo que sabemos de los átomos lo basamos en evidencias indirectas (como las que usaste para resolver el problema de la plastilina). Después de muchísimos años de estudio, los científicos se han puesto de acuerdo en afirmar que los átomos no tienen forma determinada ni color y que están formados en un 99,99 % (casi todo) de espacio vacío... ¡de nada! Sin embargo podremos explicar y observar mediante experimentos algunas de sus propiedades.

¿Qué hay dentro de los átomos?

**Esta historia comenzó hace mucho tiempo...**

Los siguientes apellidos corresponden a personas (filósofos, científicos) que se han interesado por saber qué son los átomos y los han estudiado a lo largo de la historia. Busca información de cada uno y ordénalos cronológicamente.

Leucipo	-	Bohr	-	Demócrito	-
Rutherford	-	Epicuro	-	Dalton	-
		Thomson	-	Chadwick	



Una anécdota: los antiguos griegos llamaron a Demócrito "el filósofo de la risa".

Según lo que cuentan, todo le causaba risa.

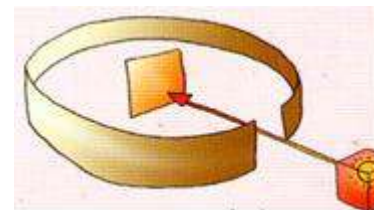
El modelo atómico de Rutherford

Nadie supo qué había dentro de los átomos hasta 1909, cuando el científico neozelandés Ernest Rutherford realizó este experimento. (Figura 1)

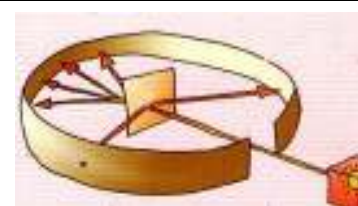
2

Las partículas que se disparaban tenían carga positiva. Como algunas (muy pocas) rebotaban, se concluyó que la mayor parte del espacio del átomo debía estar vacío. Pero las que rebotaban debían hacerlo contra algo que tuviera masa y fuera positivo para causar la repulsión (recuerda que las cargas de igual signo se repelen). Se concluyó entonces que los átomos debían tener un centro muy denso, llamado núcleo, rodeado en gran parte de espacio vacío en el que se ubicarían los electrones. Así, los átomos son neutros, están formados por un núcleo positivo y electrones negativos alrededor.

Utiliza flechas para ubicar a los electrones, el núcleo y el espacio vacío.



Se disparaban partículas hacia una lámina muy fina de oro.



La mayoría traspasaba la lámina, pero algunas rebotaban.

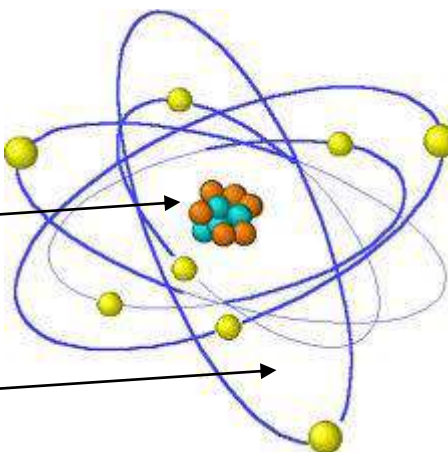
Figura 1

Unas partículas llamadas electrones

Giran alrededor del núcleo

Núcleo

Espacio vacío



Los electrones, las partículas subatómicas más pequeñas

Busca información acerca de las propiedades de estas partículas y quién las descubrió.

¿Se mueven los electrones?

Si! Los electrones se mueven a muchísima velocidad y no es siempre posible saber y con exactitud dónde se encuentran.

Para tratar de describir cómo se distribuyen los electrones alrededor del núcleo de un átomo, se trabaja con zonas de probabilidad de encontrar a los electrones, a cada zona de probabilidad se le llama orbital.

Expliquemos qué implica que exista una zona de probabilidad... Seguro sales los fines de semana y supongamos que los lugares que frecuentas pueden ser alguno de los siguientes con igual probabilidad:



Si quisiera encontrarte un fin de semana cualquiera sólo con esta información, ¿es posible saber con certeza donde estarás? No, pero puedo saber que estarás en uno de los tres lugares con igual probabilidad. Por lo tanto, puedo saber que la probabilidad de que te encuentres en el cine es de $1/3$ (es decir una de tres posibilidades).

Con los electrones ocurre lo mismo, podemos conocer la probabilidad de encontrarlos en las distintas zonas del átomo, aunque determinar dónde realmente se encuentran en un instante dado es una **incertidumbre**.

¿Cuál es el modelo atómico actualmente aceptado?

Los niveles de energía

Dijimos que no es posible saber con exactitud en dónde se encuentran los electrones pero lo que si sabemos es que se ubican en niveles de energía.

Los niveles de energía posibles para cada electrón son infinitos, el nivel 1 es el que se encuentra más próximo al núcleo y es el de menor energía. Piensa en un átomo con un único electrón como el hidrógeno. En realidad el electrón puede ubicarse en el nivel 1, 2, 3, etc (hasta infinito). Si no le damos energía al átomo, el electrón se encontrará en el nivel de menor energía, es decir el nivel 1. Si le damos energía, ese electrón

podrá pasar a niveles de más energía, por ejemplo el 2, el 3, el 4, el 5, etc. Pero no podrá ocupar posiciones intermedias de energía.

Decimos por eso que la energía en el átomo está cuantizada. Un cuanto es una cantidad de energía fija. La cuantización de la energía implica que el electrón solo puede tener ciertos valores de energía cuando está en el átomo. Puedes pensarlo como una escalera muy muy alta. (Figura 2)

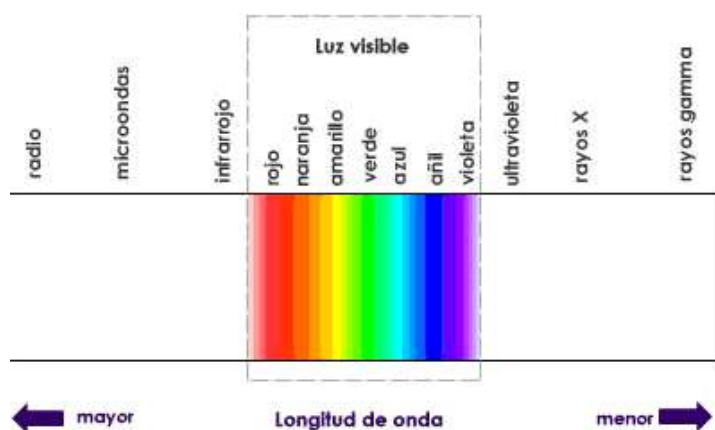
4



En una escalera te puedes parar en el primer, segundo, tercer, etc. escalón pero no entremedio de un escalón y otro.

Figura 2

Espectro electromagnético



Busca información y explica el espectro electromagnético.

Actividad experimental: Aliento de dragón

Objetivo: observar la coloración que algunas soluciones le imparten a la llama

Materiales y sustancias: vela, encendedor, soluciones, atomizadores

Procedimiento:

- Coloca una punta de espátula de una de las sales en un atomizador
- Agrega 5 mL de etanol y agita hasta disolver completamente la sal. En caso que la sal no se disuelva totalmente agrega agua gota a gota hasta disolución total
- Agrega alcohol hasta completar 20 mL de solución y tapa el frasco con la válvula atomizadora
- Con la ayuda de tu profesor presiona la válvula cerca de la llama del mechero
- Observa la coloración de la llama y regístralo en el cuadro
- Repite el procedimiento empleando el resto de las sales

Observaciones:

Solución de:	Color de la sal	Color de la solución	Color de la llama
Nitrato de estroncio			
Cloruro de calcio			
Cloruro de litio			
Ioduro de potasio			
Óxido de selenio			
Cloruro de sodio			
Cloruro de bario			
Cloruro cúprico			
Borato de sodio			
Nitrato cobaltoso			

Responde a las siguientes preguntas:

¿De qué color es la llama de la vela?

¿Es igual el color de la sal que el color de la llama?

¿Por qué crees que las sustancias le imparten color a la llama?

Aprendiendo a nombrar sustancias químicas

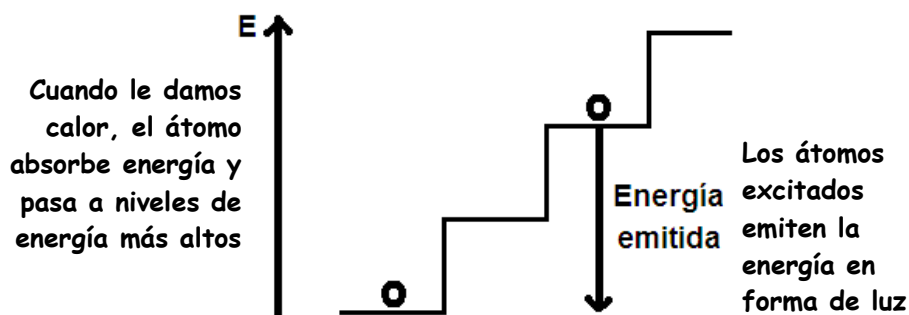
Une la fórmula química de la sal con su nombre

6

Nitrato de estroncio	KI
Cloruro de calcio	NaCl
Cloruro de litio	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
Ioduro de potasio	LiCl
Óxido de selenio	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$
Cloruro de sodio	SeO_2
Cloruro de bario	CuCl_2
Cloruro cúprico	CaCl_2
Borato de sodio	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$
Nitrato cobaltoso	BaCl_2

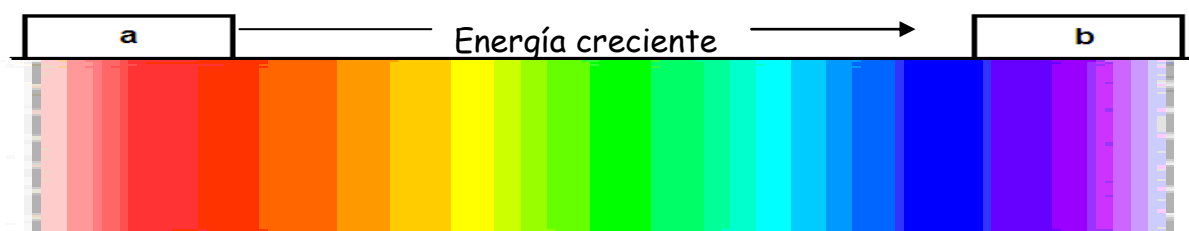
Excitando a los electrones

Cuando acercamos a la llama del mechero las diferentes sales, los átomos absorben energía y los electrones se excitan, es decir que pueden saltar desde el nivel en el que estaban a otros de mayor energía. Al volver al nivel de energía en el que estaban emiten la energía absorbida en forma de luz. Puedes verlo en el siguiente esquema:



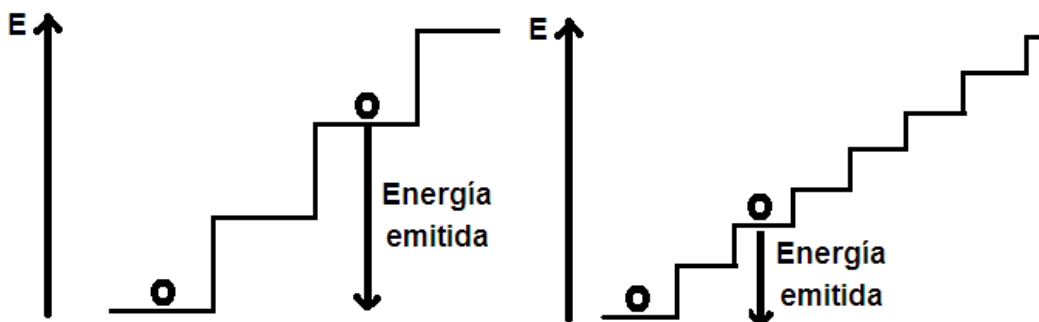
Cada escalón representa un nivel energético. A cada nivel energético le corresponde un valor fijo de energía

La luz que vemos es la que corresponde a la energía emitida por el átomo y de acuerdo al valor de energía que tiene, la veremos de diferente color:



Si la energía emitida tiene un valor tal que cae en la zona "a" del espectro electromagnético, lo veremos de color rojo, por ejemplo.

Ahora, observa el siguiente esquema en el que se representan 2 átomos diferentes a los que se les ha hecho el ensayo a la llama:



¿Por qué piensas que los colores de la llama son diferentes?

Observa que la energía emitida al regresar al nivel original tiene valores diferentes para estos dos tipos de átomos, porque cada tipo de átomo tiene diferentes niveles de energía que son característicos. Los electrones de esos átomos solo pueden estar en esos escalones y no en otros. Es decir, la energía está

Busca información para responder a las siguientes preguntas

¿Por qué la luz del sol nos broncea pero no la luz de una lamparita?

8

¿Cómo funciona el dispositivo que detecta billetes falsos?

¿Qué es el código de barras?

¿Cómo captan las imágenes las cámaras de seguridad?

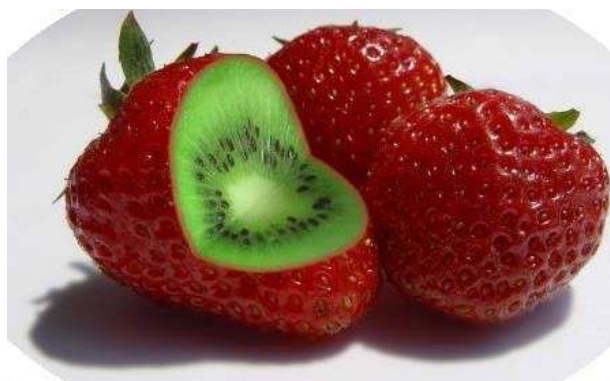
¿Cómo funciona el dispositivo que mantiene abierta la puerta del ascensor cuando alguien pasa?

Ficha de preparación de la salida didáctica

Actividades para realizar antes de la visita

- 1) Realiza las siguientes actividades referidas al capítulo ¿Qué es el ADN?, de la Serie ¿Qué es? de PEDECIBA. <http://www.pedeciba.edu.uy/QueEs/adn.html>
 - a) ¿Cómo es la estructura del ADN?
 - b) ¿Cuáles son las secuencias de las bases nitrogenadas?
 - c) ¿Qué es el genotipo?
 - d) ¿Qué estudios se pueden realizar a partir del análisis del ADN?
 - e) Menciona algunas características de esta molécula
 - f) ¿Qué es un transgénico?
 - g) ¿Para qué se utiliza el nitrógeno líquido en esta actividad?
 - h) ¿Por qué no se deben utilizar guantes al analizar transgénicos?
 - i) ¿Cuáles son las características de la técnica empleada?
 - j) ¿Qué es la electroforesis?
- 2) Menciona los objetos que observas en el laboratorio del investigador.
- 3) Para profundizar...

Interpreta la siguiente imagen



Actividades para realizar en casa

- 1) ¿En dónde se encuentra el ADN?
- 2) ¿Qué representan los siguientes pictogramas?



- 3) ¿Se utilizan en nuestro país?

Actividad sugerida: mirar el video "Dos tomates y dos destinos"

<http://www.youtube.com/watch?v=JWwkiaY1yVg>

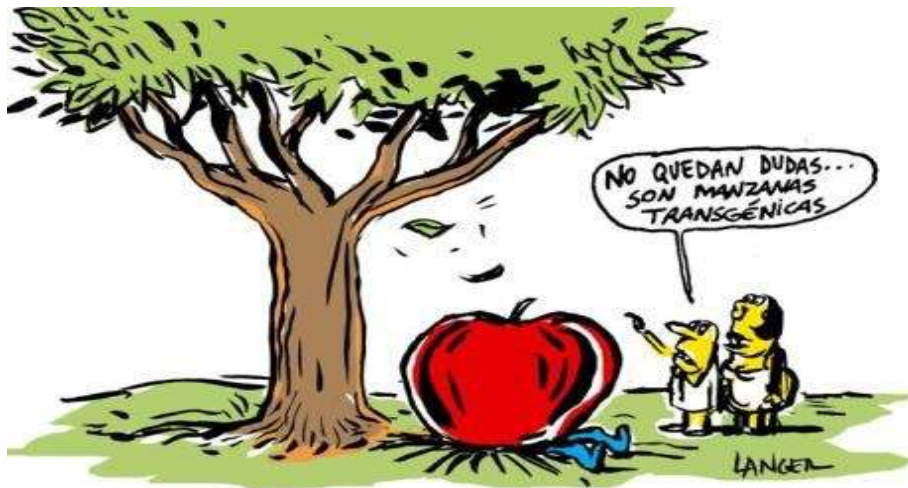
Actividades para realizar durante la salida

- 1) Contesta a las siguientes preguntas:
 - a) ¿En qué barrio se encuentra la Facultad de Ciencias?
 - b) ¿En qué año se construyó el edificio actual?
 - c) ¿Cuántos alumnos ingresan anualmente a las diferentes carreras?
 - d) ¿Qué bachillerato debes seguir si quieres estudiar ciencias?
 - e) ¿Qué carreras se pueden estudiar en la Facultad de Ciencias?
 - f) ¿Qué hace un físico? ¿Y un paleontólogo?
 - g) ¿Cuál es la duración de las carreras?

- 2) Realiza un resumen de la charla de transgénicos
- 3) Menciona lo que más te impactó con relación a este tema
- 4) Cuenta lo que aprendiste

Actividad para realizar después de la salida

Realiza un producto de divulgación con tu postura respecto a este tema.



Ciencia de Visita

1) Investiga y realiza las siguientes actividades

- a) ¿Cuál es el rol de los centros interactivos de ciencia y tecnología?
- b) Además de Espacio Ciencia, ¿qué otros centros/museos de cyt conoces?
- c) Busca información acerca de 3 centros/museos de cyt que se encuentran en diferentes partes del mundo y comparte los links de sus páginas web.



2) En Espacio Ciencia

- a) Elige un objeto con el que hayas interactuado y describe lo que experimentaste.
- b) ¿Cuántos clavos hay en la cama?, ¿cuántos kilogramos puede cargar el avión que viaja a la Antártida?
- c) Si quisieras profundizar los conocimientos adquiridos durante la visita, ¿en dónde buscarías información?



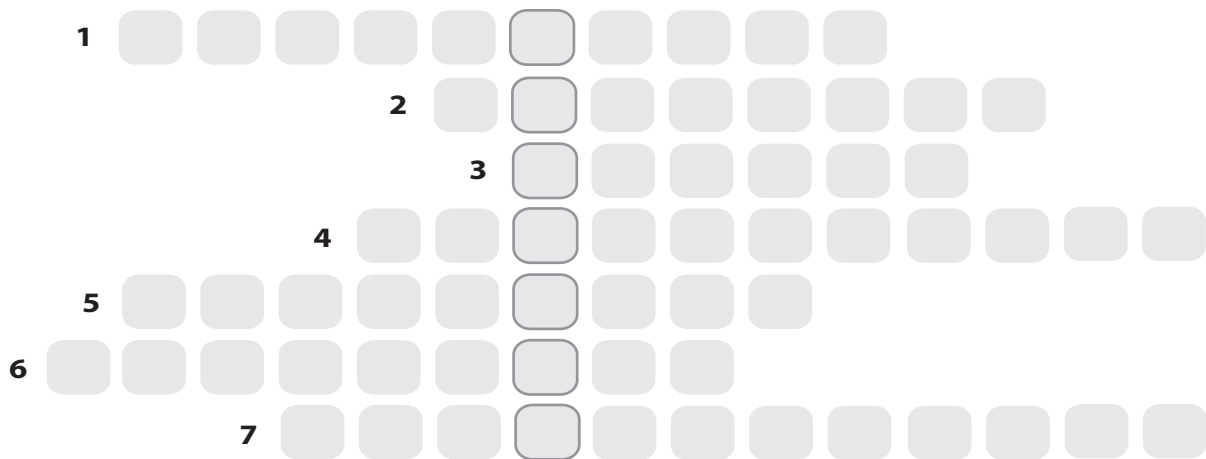
3) Guía por un día

Imagina que eres un guía de un centro/museo de cyt. Selecciona un objeto que te gustaría exponer y explica su funcionamiento.



Ciencia de Visita

4) Completa la siguiente grilla



1. Se utiliza en los submarinos. | 2. Forman parte de la flora antártica. | 3. Tipo de energía alternativa.
4. Te deja los pelos de punta. | 5. Vivirás una experiencia espacial. | 6. Continente más frío.
7. Contiene el 4to estado de agregación de la materia.

¿Qué me llevo para casa?

Comenta lo que te dejó la visita a Espacio Ciencia.

Relevamiento... ¿Visitan las personas los museos?

Desarrolla una encuesta que te permita evidenciar si las personas concurren habitualmente a museos.

Presenta los resultados del relevamiento.

Anexo 7: Encuestas panel de expertos para la validación del Inventario VC_UY

Estimado experto

Le agradezco que dedique su tiempo y su experticia en evaluar el instrumento que desarrollé en el marco de mi tesis de posgrado titulada “Aplicación de recursos alternativos en la enseñanza media de la asignatura química y su relación con el fomento de las vocaciones científicas”.

A continuación haré una breve presentación del instrumento y le facilitaré las instrucciones de trabajo. Si desea formular sugerencias las mismas serán bienvenidas.

Completar la evaluación le llevará aproximadamente 30 minutos. Toda la información recabada será usada estrictamente con fines estadísticos protegiendo la identidad de las personas que participaron en esta evaluación.

Muchas gracias por su tiempo.

Presentación del instrumento

El problema a abordar en la tesis que da origen a este trabajo es la baja matrícula de estudiantes en carreras de ciencia y tecnología (biología, física, química e ingeniería). En este marco, el concepto a evaluar es la vocación científica. En particular, estudiaré si poniendo en práctica un paquete de actividades en el curso de química de 3º de C.B.U. se incrementan o no las vocaciones científicas. El paquete de actividades a implementar fue especialmente diseñado para tal fin y caracterizado a través de dos paneles de expertos.

Para la evaluación de las vocaciones científicas elaboré un instrumento de medida, cuya versión preliminar aquí se presenta, y, que será mejorada en base a los insumos que se recojan.

De acuerdo a León y Mora (2010) la vocación científica es un ordenamiento rígido de preferencias vitales y profesionales en el que la dedicación a la actividad científica se ha situado en primer lugar, a distancia considerable de sus alternativas. A los efectos de este estudio, la vocación científica se concibe como un constructo de 12 dimensiones, las que se definen más adelante.

El instrumento se confeccionó tomando como base un cuestionario desarrollado e implementado en la primera etapa del desarrollo de la tesis, al que se agregaron nuevas preguntas basadas en la revisión bibliográfica que se detalla más abajo.

Instrucciones para la evaluación del instrumento

A continuación se describen las 12 dimensiones que pretendo evaluar mediante el instrumento. Se le pide que:

Indique para cada pregunta del instrumento qué dimensión considera usted que le corresponde, pudiendo indicar más de una si así lo entiende necesario.

- 1) Evalúe el grado en el que cada pregunta evalúa la vocación científica empleando la escala de Likert de 5 puntos (1= totalmente en desacuerdo; 2= en desacuerdo; 3= ni acuerdo ni desacuerdo; 4= de acuerdo; 5= totalmente de acuerdo).
- 2) Conteste algunas preguntas adicionales abiertas.

Definición de las dimensiones seleccionadas para el instrumento

Con el objetivo de facilitar la lectura, las dimensiones se agruparon en 3 categorías.

Las siguientes dimensiones comprenden las actitudes de los alumnos hacia:

1. *el universo de los elementos educativos de C y T.* Es la percepción que los alumnos tienen sobre el contexto educativo formal a través de los elementos curriculares (objetivos, contenidos, evaluación, asignaturas), los procesos educativos, las personas intervinientes (profesores, compañeros, etc.). Estas actitudes se encuentran muy mediatizadas por las variables situacionales de la institución educativa, de modo que la actitud no es hacia la C y T en si misma, sino hacia el tipo de C y T ofrecido por una institución educativa o un profesor específico; su trascendencia, sin embargo, es muy grande porque para muchos ciudadanos es su único contacto con la C y T. (Vázquez y Manassero, 1995)
2. *los productos del aprendizaje de C y T.* Es la percepción que los alumnos tienen sobre los saberes alcanzados como consecuencia de la intervención educativa formal, tales como la alfabetización científica de los ciudadanos, la opción por estudios y materias científicos y tecnológicos, las interacciones entre las dos culturas (científicos y no científicos), la utilidad y funcionalidad de la C y T aprendida para la vida diaria (educación para el consumo, la salud, medio ambiente, etc.). (Vázquez y Manassero, 1995)
3. *la imagen social de C y T.* Es la percepción que los alumnos tienen sobre los aspectos sociológicos de la C y T, como sistema, en interacción con la sociedad y viceversa; por tanto, aquí se podrían encuadrar los temas de control de la C y T por la sociedad, las relaciones de la C y T con la industria civil y militar, la responsabilidad social de la C y T, la toma de decisiones en asuntos científicos que afectan a la sociedad, las consecuencias positivas y negativas de las aplicaciones científicas, contribuciones de la C y T al bienestar social, al pensamiento, a la cultura, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)
4. *temas específicos de C y T con incidencia social.* Es la percepción que los alumnos tienen hacia temas concretos y específicos de C y T cuya importancia radica en su trascendencia social: preservación del medio ambiente (lluvia ácida, vertidos industriales...), proliferación nuclear, atmósfera y polución (decrecimiento de la capa de ozono, efecto invernadero...), crecimiento demográfico, recursos alimenticios y hambre, tecnología de guerra, agua, escasez energética,

sustancias peligrosas, salud y enfermedades, uso de la tierra, reactores nucleares, extinción de animales y plantas y recursos minerales, fuentes y recursos energéticos, ingeniería genética, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

5. *las personas que hacen ciencia*. Es la percepción que los alumnos tienen sobre las características personales de los que se dedican a la ciencia, como la motivación en su trabajo, los valores del trabajo científico (honradez, objetividad, escepticismo apertura...), su ideología, las cualidades personales, los efectos de género en la C y T, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

6. *la construcción colectiva del conocimiento científico*. Es la percepción que los alumnos tienen en relación a la toma de decisiones en la construcción del conocimiento científico, la competencia entre científicos, la comunicación profesional, el consenso y el desacuerdo entre los científicos, la lealtad al grupo de investigación, la C y T pública y privada, la influencia de los individuos en el conocimiento, la influencia de la sociedad sobre los científicos, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

7. *la naturaleza del conocimiento científico*. Es la percepción que los alumnos tienen sobre los procesos y productos propios del conocimiento científico, tales como la naturaleza de las observaciones, los esquemas de clasificación, las hipótesis, las teorías, las leyes, los modelos, la precisión y la incertidumbre, la naturaleza tentativa y provisional, el razonamiento lógico, el estatus epistemológico, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

Las siguientes dimensiones comprenden las relaciones de los alumnos con las experiencias informales:

8. *experiencias extraescolares*. Es la disposición que tienen los alumnos para participar en actividades informales de la vida diaria, que pueden realizarse fuera de la institución educativa y que tienen algún tipo de relación con la CyT. (Vázquez y Manassero, 2007).

9. *apoyo del contexto*. Es la valoración sobre los posibles logros y metas en relación a C y T, así como las valoraciones generales sobre C y T que realizan actores del contexto del alumno no pertenecientes al ámbito educativo (Talton y Simpson, 1986). Estas variables contextuales (apoyo familiar, opiniones de pares, por ejemplo) influyen sobre las creencias de autoeficacia, metas y expectativas de resultados (Cupani y Gnavi, 2007).

Las siguientes dimensiones están relacionadas con variables del ámbito afectivo personal de los alumnos:

10. *autoeficacia*. Se refiere a la confianza que poseen las personas en sus habilidades para realizar exitosamente una tarea, es percibida como una variable que ayuda a explicar si un individuo tendrá iniciativa, perseverará y obtendrá éxito en un determinado curso de acción. (Bandura, 1987)

11. *expectativas de resultados*. Aluden a las creencias personales acerca de qué ocurrirá como

consecuencia de los esfuerzos comportamentales. (Bandura, 1987)

12. *metas*. Se refiere a la determinación personal para comprometerse en una actividad concreta o para alcanzar un resultado futuro, tales como finalizar una materia difícil del liceo o recibirse. (Cupani y Gnani, 2007).

Marque con una cruz la dimensión que corresponda a cada pregunta. Si considera que ninguna lo hace marque “ninguna”. Si considera que la pregunta se refiere a una dimensión no considerada por favor marque la casilla “Otra” y especifique debajo la dimensión, describiendo a continuación la dimensión para cada pregunta que corresponda.

Pregunta	Dimensión													
	Elementos educativos	Productos de aprendizaje	Imagen social	Temas c/ incidencia social	Personas que hacen ciencia	Construcción colectiva	Naturaleza conocimiento científico	Experiencia extraescolar	Apoyo contexto	Autoeficacia	Expectativas resultados	Metas	Ninguna	Otra (especificar)
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9a														
9b														
9c														
9d														
9e														
9f														
9g														
9h														
9i														
9j														
9k														
9l														
10a														
10b														
10c														
10d														
10e														

Pregunta	Elementos educativos	Productos de aprendizaje	Imagen social	Temas c/ incidencia social	Personas que hacen ciencia	Construcción colectiva	Naturaleza conocimiento científico	Experiencia extraescolar	Apoyo contexto	Autoeficacia	Expectativas resultados	Metas	Ninguna	Otra (especificar)
10f														
10g														
10h														
10i														
10j														
10k														
11														
12														
13														

Indique qué tan buen indicador de la vocación científica es cada pregunta. Marque con una cruz su elección.

Pregunta	Muy mal indicador	Mal indicador	Ni malo ni bueno	Buen indicador	Muy buen indicador
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9a					
9b					
9c					
9d					
9e					
9f					
9g					
9h					
9i					
9j					
9k					
9l					
10a					
10b					
10c					
10d					
10e					
10f					
10g					
10h					
10i					
10j					
10k					
11					
12					
13					

Instrumento

Datos personales (a completar por parte de los alumnos que participen de este estudio)

Nombre y apellido: _____

Género (marca la opción elegida con una cruz):

Femenino _____ Masculino _____ Otro _____

Edad: _____

1) Indica cuánto te gusta cada una de las asignaturas (marca con una cruz la opción elegida).

	1 = No me gusta nada	2 = Me gusta poco	3 = Ni me disgusta ni me gusta	4 = Me gusta bastante	5 = Me gusta mucho
Historia					
Ciencias Físicas					
Educación sonora y musical					
Expresión visual y plástica					
Geografía					
Biología					
Inglés					
Idioma Español					
Informática					
Educación Física					
Matemática					

2) ¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una.

Abogacía	
Medicina	
Odontología	
Física	
Arquitectura	
Ingeniería	
Docencia	
Biología	
Sociología	
Economía	
Veterinaria	
Química	
Agronomía	
Sicología	
Filosofía	
Informática	
Otra carrera: _____	

3) ¿Qué carrera **no** elegirías? _____

¿Por qué? _____

4) Explica con tus palabras qué hace un:

-Médico:

-Científico:

-Abogado:

-Artista:

-Ingeniero:

5) Si quisieras ser científica/o, ¿en cuál institución de Uruguay te parece que tendrías que estudiar?

6) Describe cómo te imaginas a un/a científico/a.

7) ¿Conoces a algún/a científico/a famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres.

8) Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos. Puedes marcar más de una.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

9) Expresa tu opinión sobre cada una de las siguientes afirmaciones (marca con una cruz la opción elegida).

	1 = Totalmente en desacuerdo	2 = En desacuerdo	3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 = De acuerdo	5 = Totalmente de acuerdo
a) Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.					
b) Soy capaz de entender un texto de ciencia.					
c) Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.					
d) Me gustaría participar en actividades extracurriculares que estén relacionadas con la ciencia (por ejemplo, clubes de ciencia).					
e) Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos, mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.)					
f) Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.)					

g) Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente.					
h) Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.					
i) Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.					
j) Si me va bien en las clases de las asignaturas científicas, eso me ayudará en la carrera que decida estudiar.					
k) A mis padres les gustaría que elija una carrera científica.					
l) Tengo un/a científico/a en mi familia o entre mis conocidos.					

10) Indica con qué frecuencia realizas las siguientes actividades fuera del liceo (marca con una cruz la opción elegida).

	Nunca	1 a 5 veces en mi vida	1 a 5 veces por mes	1 a 5 veces por semana	Todos o casi todos los días
a) Intentar encontrar constelaciones en el cielo.					
b) Visitar un centro o museo de ciencia.					
c) Leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia.					
d) Colaborar en el reciclaje de la basura.					
e) Jugar juegos de caja o kits de ciencia.					
f) Colaborar en el cuidado de la salud de pacientes o mascotas (cruz roja, refugios de animales).					
g) Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con balanza o jarra medidora).					
h) Jugar con juegos de computadora.					
i) Crear y revisar un documento de texto en la computadora.					
j) Preparar alimentos que utilicen microorganismos (por ejemplo, hacer yogur, masa para pizza, cerveza).					
k) Abrir un aparato para averiguar cómo funciona.					

11) ¿Cuántos de tus compañeros te parece que querrán ser científicas/os? (marca la opción elegida con una cruz).

Menos de 5 ____ Entre 5 y 10 ____ Entre 11 y 15 ____ Entre 16 y 20 ____ Más de 20 ____

12) ¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos/as de tus compañeros/as?

13) Marca con una cruz cuál es el nivel educativo de tu padre, madre o tutor.

	Padre	Madre	Tutor o adulto responsable
Primaria incompleta			
Primaria completa			
Secundaria incompleta			
Secundaria completa			
Educación técnica (UTU/CETP) incompleta			
Educación técnica (UTU/CETP) completa			
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio incompleta			
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio completa			
Otra educación terciaria no universitaria incompleta			
Otra educación terciaria no universitaria completa			
Universidad incompleta			
Universidad completa			

Preguntas adicionales

1) ¿Considera que las dimensiones definidas son pertinentes para los objetivos de este estudio?

Fundamente su respuesta, por favor.

2) ¿Quitaría alguna/s dimensión/es? En caso afirmativo indique por qué.

3) ¿Agregaría alguna/s dimensión/es? En caso afirmativo indique por qué y mencione la/s dimensión/es a agregar.

4) ¿Considera que el cuestionario es adecuado para el público objetivo? Fundamente su respuesta, por favor.

5) ¿Quitaría alguna/s pregunta/s? En caso afirmativo indique por qué.

6) ¿Agregaría alguna/s pregunta/s? En caso afirmativo indique por qué y mencione la/s pregunta/s a agregar.

7) Le dejamos un espacio para que agregue comentarios, si así lo entiende.

Estimado experto

Le agradezco nuevamente que dedique su tiempo y su experticia para realizar una segunda y última evaluación del instrumento. Su opinión fue muy valiosa y gracias a ella puede elaborar esta segunda versión, que contempla los aportes del grupo de expertos que participaron de la evaluación.

Completar la evaluación complementaria le llevará aproximadamente 10 minutos. Toda la información recabada será usada estrictamente con fines estadísticos protegiendo la identidad de las personas que participaron en esta evaluación.

Muchas gracias por su tiempo.

Resumen de la revisión

Luego de un análisis exhaustivo de las valoraciones de los expertos, se realizaron los siguientes cambios:

- 1) Quita de ítems. Se quitaron ítems que, de acuerdo a la evaluación de los expertos, no eran buenos indicadores de la vocación científica.
- 2) Quita de dimensiones. Se quitaron las dimensiones “La construcción colectiva del conocimiento científico” y “La naturaleza del conocimiento científico”.
- 3) Agregado de ítems. Se agregaron los ítems 6k, 6m, 6n y 6o.
- 4) Agregado de dimensiones. Se agregó la dimensión *autoconcepto vocacional*.
- 5) Redefinición de la escala Likert.

Instrucciones para la evaluación complementaria del instrumento

Las instrucciones son básicamente las mismas, pero en esta ocasión le solicito que:

- 1) Indique para cada uno de los 4 ítems incorporados (actuales 6k, 6m, 6n y 6o) qué dimensión considera usted que le corresponde, pudiendo indicar más de una si así lo entiende necesario. Los casilleros que tienen una cruz ya fueron evaluados anteriormente por usted.
- 2) Indique si considera que a los ítems que forman parte de esta versión les corresponde la nueva dimensión (11. autoconcepto vocacional).
- 3) Evalúe el grado en que cada uno de los 4 ítems incorporados evalúa la vocación científica empleando la escala de Likert de 5 puntos (1= totalmente en desacuerdo; 2= en desacuerdo; 3= ni acuerdo ni desacuerdo; 4= de acuerdo; 5= totalmente de acuerdo).
- 4) Conteste la pregunta adicional abierta.

Definición de las dimensiones seleccionadas para el instrumento (se eliminaron las dimensiones 6 y 7 y se agregó la 11).

Con el objetivo de facilitar la lectura, las dimensiones se agruparon en 3 categorías.

Las siguientes dimensiones comprenden las actitudes de los alumnos hacia:

1. *el universo de los elementos educativos de C y T.* Es la percepción que los alumnos tienen sobre el contexto educativo formal a través de los elementos curriculares (objetivos, contenidos, evaluación, asignaturas), los procesos educativos, las personas intervinientes (profesores, compañeros, etc.). Estas actitudes se encuentran muy mediatizadas por las variables situacionales de la institución educativa, de modo que la actitud no es hacia la C y T en sí misma, sino hacia el tipo de C y T ofrecido por una institución educativa o un profesor específico; su trascendencia, sin embargo, es muy grande porque para muchos ciudadanos es su único contacto con la C y T. (Vázquez y Manassero, 1995)
2. *los productos del aprendizaje de C y T.* Es la percepción que los alumnos tienen sobre los saberes alcanzados como consecuencia de la intervención educativa formal, tales como la alfabetización científica de los ciudadanos, la opción por estudios y materias científicos y tecnológicos, las interacciones entre las dos culturas (científicos y no científicos), la utilidad y funcionalidad de la C y T aprendida para la vida diaria (educación para el consumo, la salud, medio ambiente, etc.). (Vázquez y Manassero, 1995)
3. *la imagen social de C y T.* Es la percepción que los alumnos tienen sobre los aspectos sociológicos de la C y T, como sistema, en interacción con la sociedad y viceversa; por tanto, aquí se podrían encuadrar los temas de control de la C y T por la sociedad, las relaciones de la C y T con la industria civil y militar, la responsabilidad social de la C y T, la toma de decisiones en asuntos científicos que afectan a la sociedad, las consecuencias positivas y negativas de las aplicaciones científicas, contribuciones de la C y T al bienestar social, al pensamiento, a la cultura, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)
4. *temas específicos de C y T con incidencia social.* Es la percepción que los alumnos tienen hacia temas concretos y específicos de C y T cuya importancia radica en su trascendencia social: preservación del medio ambiente (lluvia ácida, vertidos industriales...), proliferación nuclear, atmósfera y polución (decrecimiento de la capa de ozono, efecto invernadero...), crecimiento demográfico, recursos alimenticios y hambre, tecnología de guerra, agua, escasez energética, sustancias peligrosas, salud y enfermedades, uso de la tierra, reactores nucleares, extinción de animales y plantas y recursos minerales, fuentes y recursos energéticos, ingeniería genética, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)
5. *las personas que hacen ciencia.* Es la percepción que los alumnos tienen sobre las características personales de los que se dedican a la ciencia, como la motivación en su trabajo, los valores del trabajo científico (honradez, objetividad, escepticismo apertura...), su ideología, las cualidades personales, los efectos de género en la C y T, etc. (Vázquez y Manassero, 1995)

Las siguientes dimensiones comprenden las relaciones de los alumnos con las experiencias informales:

6. *experiencias extraescolares*. Es la disposición que tienen los alumnos para participar en actividades informales de la vida diaria, que pueden realizarse fuera de la institución educativa y que tienen algún tipo de relación con la CyT. (Vázquez y Manassero, 2007).

7. *apoyo del contexto*. Es la valoración sobre los posibles logros y metas en relación a C y T, así como las valoraciones generales sobre C y T que realizan actores del contexto del alumno no pertenecientes al ámbito educativo (Talton y Simpson, 1986). Estas variables contextuales (apoyo familiar, opiniones de pares, por ejemplo) influyen sobre las creencias de autoeficacia, metas y expectativas de resultados (Cupani y Gnavi, 2007).

Las siguientes dimensiones están relacionadas con variables del ámbito afectivo personal de los alumnos:

8. *autoeficacia*. Se refiere a la confianza que poseen las personas en sus habilidades para realizar exitosamente una tarea, es percibida como una variable que ayuda a explicar si un individuo tendrá iniciativa, perseverará y obtendrá éxito en un determinado curso de acción. (Bandura, 1987)

9. *expectativas de resultados*. Aluden a las creencias personales acerca de qué ocurrirá como consecuencia de los esfuerzos comportamentales. (Bandura, 1987)

10. *metas*. Se refiere a la determinación personal para comprometerse en una actividad concreta o para alcanzar un resultado futuro, tales como finalizar una materia difícil del liceo o recibirse. (Cupani y Gnavi, 2007).

11. *autoconcepto vocacional*. Es el concepto multidimensional o autoimagen que cada uno tiene de sí mismo, vertiente cognitiva de la personalidad individual del sujeto que se conoce en relación a su conducta vocacional (Rivas, 1995). La conducta vocacional es el conjunto de procesos psicológicos que una persona concreta moviliza en relación al mundo laboral en el que pretende instalarse. (Rivas, 2003) En la explicación del pensamiento autorreferente se han empleado constructos como el de autoconcepto y el de autoeficacia. Entre ambos constructos existen diferencias: 1) el autoconcepto es una valoración global, mientras que la autoeficacia se refiere al juicio de las personas sobre sus capacidades para realizar con éxito tareas concretas; 2) el autoconcepto incorpora todas las formas de autoconocimiento y de autoevaluación; la autoeficacia se centra en el sentimiento de logro de una tarea particular. (Bandura, 1987)

Marque con una cruz la dimensión que corresponda a cada pregunta. Si considera que ninguna lo hace marque “ninguna”. Si considera que la pregunta se refiere a una dimensión no considerada por favor marque la casilla “Otra” y especifique debajo la dimensión, describiendo a continuación la dimensión para cada pregunta que corresponda.

Pregunta	Elementos educativos	Productos de aprendizaje	Imagen social	Temas c/ incidencia social	Personas que hacen ciencia	Experiencia extraescolar	Apoyo contexto	Autoeficacia	Expectativas resultados	Metas	Autoconcepto vocacional	Ninguna	Otra (especificar)
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6b	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6c	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6d	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6e	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6f	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6g	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6i	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6j	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6k	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
6l													
6m													
6n													
6o													
7a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
7b	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
7c	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
7d	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
7e	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X

Pregunta	Elementos educativos	Productos de aprendizaje	Imagen social	Temas c/ incidencia social	Personas que hacen ciencia	Experiencia extraescolar	Apoyo contexto	Autoeficacia	Expectativas resultados	Metas	Autoconcepto vocacional	Ninguna	Otra (especificar)
7f	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X

Indique qué tan buen indicador de la vocación científica es cada ítem. Marque con una cruz su elección.

Pregunta	Muy mal indicador	Mal indicador	Ni malo ni bueno	Buen indicador	Muy buen indicador
6l					
6m					
6n					
6o					

Le dejamos un espacio para que agregue comentarios, si así lo entiende necesario.

Instrumento

Datos personales (a completar por parte de los alumnos que participen de este estudio)

Nombre y apellido: _____

Género (marca la opción elegida con una cruz):

Femenino _____ Masculino _____ Otro _____

Edad: _____

1) Indica cuánto te gusta cada una de las asignaturas (marca con una cruz la opción elegida).

	1 = No me gusta nada	2 = Me gusta poco	3 = Ni me disgusta ni me gusta	4 = Me gusta bastante	5 = Me gusta mucho
Historia					
Ciencias Físicas					
Educación sonora y musical					
Expresión visual y plástica					
Geografía					
Biología					
Inglés					
Idioma Español					
Informática					
Educación Física					
Matemática					

2) ¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una.

Abogacía	
Medicina	
Odontología	
Física	
Arquitectura	
Ingeniería	
Docencia	
Biología	
Sociología	
Economía	
Veterinaria	
Química	
Agronomía	
Sicología	
Filosofía	
Informática	
Otra carrera: _____	

3) Describe cómo te imaginas a un/a científico/a.

4) ¿Conoces a algún/a científico/a famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres.

5) Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos. Puedes marcar más de una.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

6) Indica tu grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones.

	1 = Totalmente en desacuerdo	2 = En desacuerdo	3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 = De acuerdo	5 = Totalmente de acuerdo
a) Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.					
b) Soy capaz de entender un texto de ciencia.					
c) Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.					

d) Me gustaría participar en actividades extracurriculares que estén relacionadas con la ciencia (por ejemplo, clubes de ciencia).					
e) Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos, mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.)					
f) Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.)					
g) Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente.					
h) Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.					
i) Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.					
j) Si me va bien en las clases de las asignaturas científicas, eso me ayudará en la carrera que decida estudiar.					
k) A mis padres les gustaría que elija una carrera científica.					
l) Cuando quiero conseguir algo, me fijo unas metas y considero los medios para poder conseguirlas.					
m) Preparar el trabajo para el día siguiente y cumplir con los plazos se antepone a la diversión de hoy en la noche.					
n) Cumplir con las obligaciones para con mis amigos y profesores a tiempo.					
o) Me molesta mucho llegar tarde a mis citas o compromisos.					

7) Indica con qué frecuencia realizas las siguientes actividades fuera del liceo (marca con una cruz la opción elegida).

	Nunca o casi nunca	Rara vez	A veces	A menudo	Siempre o casi siempre
a) Intentar encontrar constelaciones en el cielo.					
b) Visitar un centro o museo de ciencia.					
c) Leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia.					
d) Colaborar en el reciclaje de la basura.					
e) Jugar juegos de caja o kits de ciencia.					
f) Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con balanza o jarra medidora).					

8) ¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos/as de tus compañeros/as?

9) Marca con una cruz cuál es el nivel educativo de tu padre, madre o tutor.

	Padre	Madre	Tutor o adulto responsable
Primaria incompleta			
Primaria completa			
Secundaria incompleta			
Secundaria completa			
Educación técnica (UTU/CETP) incompleta			
Educación técnica (UTU/CETP) completa			
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio incompleta			
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio completa			
Otra educación terciaria no universitaria incompleta			
Otra educación terciaria no universitaria completa			
Universidad incompleta			
Universidad completa			

Anexo 8: Inventario VC_UY (versión en extenso y reducido)

Inventario en extenso

Datos personales

Nombre y apellido: _____

Género (marca la opción elegida con una cruz):

Femenino _____ Masculino _____ Otro _____

Edad: _____

1) Indica cuánto te gusta cada una de las asignaturas (marca con una cruz la opción elegida).

	1 = No me gusta nada	2 = Me gusta poco	3 = Ni me disgusta ni me gusta	4 = Me gusta bastante	5 = Me gusta mucho
Historia					
Ciencias Físicas					
Educación sonora y musical					
Expresión visual y plástica					
Geografía					
Biología					
Inglés					
Idioma Español					
Informática					
Educación Física					
Matemática					

2) ¿Qué carrera te gustaría estudiar luego de finalizada la Enseñanza Media? Puedes marcar más de una.

Abogacía	
Medicina	
Odontología	
Física	
Arquitectura	
Ingeniería	
Docencia	
Biología	
Sociología	
Economía	
Veterinaria	
Química	
Agronomía	
Sicología	
Filosofía	
Informática	
Otra carrera: _____	

3) Describe cómo te imaginas a un/a científico/a.

4) ¿Conoces a algún/a científico/a famoso/a? En caso afirmativo menciona sus nombres.

5) Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos. Puedes marcar más de una.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

6) Indica tu grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones.

	1 = Totalmente en desacuerdo	2 = En desacuerdo	3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 = De acuerdo	5 = Totalmente de acuerdo
a) Si me esfuerzo, soy capaz de obtener buenas notas en las asignaturas científicas.					
b) Soy capaz de entender un texto de ciencia.					
c) Me gustaría aprender tanta ciencia como pueda en el liceo.					
d) Me gustaría participar en actividades extracurriculares que estén relacionadas con la ciencia (por ejemplo, clubes de ciencia).					
e) Me gustaría hacer en el liceo actividades relacionadas con la ciencia (observar insectos, mezclar sustancias, construir circuitos eléctricos, etc.)					
f) Lo que aprendo de ciencia en el liceo me resulta útil para mi vida cotidiana (como por ejemplo cocinar, reparar cosas, prevenir accidentes domésticos, etc.)					
g) Si aprendo ciencia podré ser más responsable con el medioambiente.					
h) Voy a trabajar duro en las clases de las asignaturas científicas.					
i) Voy a usar ciencia en la carrera que decida estudiar.					
j) Si me va bien en las clases de las asignaturas científicas, eso me ayudará en la carrera que decida estudiar.					
k) A mis padres les gustaría que elija una carrera científica.					
l) Cuando quiero conseguir algo, me fijounas metas y considero los medios para poder conseguirlas.					

7) Indica con qué frecuencia realizas las siguientes actividades fuera del liceo (marca con una cruz la opción elegida).

	Nunca o casi nunca	Rara vez	A veces	A menudo	Siempre o casi siempre
a) Intentar encontrar constelaciones en el cielo.					
b) Visitar un centro o museo de ciencia.					
c) Leer libros o revistas sobre naturaleza o ciencia.					
d) Colaborar en el reciclaje de la basura.					
e) Jugar juegos de caja o kits de ciencia.					
f) Medir empleando instrumentos (la temperatura con un termómetro, ingredientes con balanza o jarra medidora).					

8) ¿Por qué te parece que una carrera científica no es atractiva para algunos/as de tus compañeros/as?

9) Marca con una cruz cuál es el nivel educativo de tu padre, madre o tutor.

	Padre	Madre	Tutor o adulto responsable
Primaria incompleta			
Primaria completa			
Secundaria incompleta			
Secundaria completa			
Educación técnica (UTU/CETP) incompleta			
Educación técnica (UTU/CETP) completa			
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio incompleta			
Profesorado (IPA/CERP/IFD) o Magisterio completa			
Otra educación terciaria no universitaria incompleta			
Otra educación terciaria no universitaria completa			
Universidad incompleta			
Universidad completa			

Inventario reducido grupo control

Grupo: _____ (indicar 3°2, 3°3 o 3°4)

N° de lista: _____

1. Con relación a las actividades realizadas en la clase de química durante el corriente año lectivo, indica del 1 al 5 cuánto te gustaron las siguientes actividades:

Actividad	1 = No me gustó nada	2	3	4	5 = Me gustó mucho
Ejercicios y problemas propuestos					
Actividades experimentales					
Visita a Espacio Ciencia					
Prueba final					

2. ¿Para cuál o cuáles de los siguientes aspectos las actividades desarrolladas te sirvieron? Marca con una cruz las que eliges.

Aprender a trabajar en el laboratorio	
Comprender mejor la asignatura	
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	
Trabajar en equipo	
Motivarme a continuar estudiando	

3. ¿Qué actividad te gustó más?

¿Por qué?

4. ¿Qué actividad te gustó menos?

¿Por qué?

5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes carreras te gustaría estudiar.

Abogacía	
Medicina	
Odontología	
Física	
Arquitectura	
Ingeniería	
Docencia	
Biología	
Sociología	
Economía	
Veterinaria	
Química	
Agronomía	
Sicología	
Filosofía	
Informática	
Otra carrera: _____	

6. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos.

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

Inventario reducido grupos experimentales

Grupo: _____ (indicar 3°2, 3°3 o 3°4)

N° de lista: _____

1. Con relación a las actividades realizadas en la clase de química durante el corriente año lectivo, indica del 1 al 5 cuánto te gustaron las siguientes actividades:

Actividad	1 = No me gustó nada	2	3	4	5 = Me gustó mucho
Ejercicios y problemas propuestos					
Actividades experimentales					
Ficha "Átomos"					
Juego "Ayuda al átomo de sodio a completar sus niveles de energía"					
Visita al Planetario					
Ficha para la visita al Planetario					
Visita a Espacio Ciencia					
Ficha para la visita a Espacio Ciencia					
Conversatorio con una científica					
Trabajo final					

2. ¿Para cuál o cuáles de los siguientes aspectos las actividades desarrolladas te sirvieron? Marca con una cruz las que eliges.

Comprender cómo trabajan los científicos	
Informarme sobre dónde puedo estudiar ciencias	
Conocer la oferta educativa del país	
Aprender a trabajar en el laboratorio	
Comprender mejor la asignatura	
Desarrollar procedimientos para resolver problemas	
Trabajar en equipo	
Motivarme a continuar estudiando	

3. ¿Qué actividad te gustó más?

¿Por qué?

4. ¿Qué actividad te gustó menos?

¿Por qué?

5. Marca con una cruz cuáles de las siguientes carreras te gustaría estudiar.

Abogacía	
Medicina	
Odontología	
Física	
Arquitectura	
Ingeniería	
Docencia	
Biología	
Sociología	
Economía	
Veterinaria	
Química	
Agronomía	
Sicología	
Filosofía	
Informática	
Otra carrera: _____	

6. Marca con una cruz cuáles de las siguientes personas consideras que son científicos

Abogado	
Agrónomo	
Biólogo	
Economista	
Filósofo	
Físico	
Historiador	
Informático	
Ingeniero	
Matemático	
Médico	
Químico	
Sicólogo	
Sociólogo	
Veterinario	

Anexo 9: Resolución del Consejo de Facultad de Química (Comisión de Ética en Seres Humanos)



Fecha de emisión 25/06/2021

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA EN SESIÓN ORDINARIA DE FECHA 24 DE JUNIO DE 2021, ADOPTO LA SIGUIENTE RESOLUCIÓN:

103.

(Exp. N° 101900-500133-21) - 1.- Tomar conocimiento de la presentación del Proyecto *"Aplicación de recursos alternativos en la enseñanza media de la asignatura Química y su relación con el fomento de las vocaciones científicas"*, que eleva su responsable, estudiante de Posgrado Fiorella Silveira.

2.- Señalar que el mencionado Proyecto cuenta con el aval de la Comisión de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Química.(9 en 9)

Pase a SECCION COMISIONES Y CLAUSTRO

Ana Morquio
Directora de División – Secretaria
Facultad de Química