

Universidad Nacional de Río Negro



Sede Andina

Maestría en Ciencia, Tecnología e Innovación

Orientación de la Maestría: Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación

**Aprendizaje significativo y comunicación
científica en el Laboratorio Subterráneo ANDES
Estrategias para el diseño de un
“Centro Experiencia ANDES”**

Prof. María Belén Lovino - mblovino@unrn.edu.ar

Directora: Dra. Sandra Murriello

Co-director: Dr. Xavier Bertou

Febrero 2024

Cómo citar este trabajo

Lovino, M.B. (2024) *Aprendizaje significativo y comunicación científica en el Laboratorio Subterráneo ANDES. Estrategias para el diseño de un “Centro Experiencia ANDES”* [Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Río Negro]. Repositorio Institucional, Universidad Nacional de Río Negro. Recuperado de <https://rid.unrn.edu.ar/>.

Resumen

ANDES, un acrónimo de “Agua Negra Deep Experiment Site”, representa la propuesta para la construcción de un laboratorio subterráneo dedicado a la investigación de astropartículas en la frontera entre Argentina y Chile ($30^{\circ}11'32''\text{S}$ $69^{\circ}49'06''\text{O}$, Provincia de San Juan en Argentina, Región de Coquimbo en Chile). Este trabajo de tesis surge con el propósito de iniciar la comunicación pública sobre la iniciativa y formula recomendaciones para la creación de un “Centro Experiencia ANDES” en la ciudad de San Juan, Provincia de San Juan, Argentina. Este centro, concebido de acuerdo con las nuevas perspectivas de los museos, tiene como objetivo fomentar el diálogo sobre la iniciativa ANDES con diversas comunidades, especialmente con el sector educativo. El documento presenta los resultados de un estudio exploratorio que aborda ideas, conocimientos previos e intereses vinculados a la materia oscura, neutrinos y laboratorios subterráneos. A través de una entrevista altamente estructurada presencial realizada a 28 estudiantes del último año del nivel secundario en dos escuelas de la ciudad de San Juan, se indagaron dimensiones representacionales, del sistema institucional, prácticas operacionales y evaluativas valorativas. Los datos recopilados fueron analizados y comparados con los resultados de encuestas nacionales y provinciales sobre percepción pública de la ciencia en Argentina, así como también con estudios preexistentes en el área. Las conclusiones de este estudio exploratorio orientaron la formulación de recomendaciones que buscan guiar el diseño de un espacio museológico único, el “Centro Experiencia ANDES”, con el objetivo de maximizar su impacto educativo y comunicacional.

Palabras clave: percepción pública, Iniciativa ANDES, astropartículas, comunicación, educación.

Abstract

ANDES, an acronym for “Agua Negra Deep Experiment Site”, represents the proposal for the construction of an underground laboratory dedicated to astroparticle

research on the border between Argentina and Chile ($30^{\circ}11'32''\text{S}$ $69^{\circ}49'06''\text{W}$, Province of San Juan in Argentina, Region of Coquimbo in Chile). This thesis work arises with the purpose of initiating public communication about the initiative and formulates recommendations for the creation of an “ANDES Experience Center” in the city of San Juan, Province of San Juan, Argentina. This center, conceived according to new museum perspectives, aims to foster dialogue about the ANDES initiative with diverse communities, especially with the educational sector. The paper presents the results of an exploratory research that addresses ideas, prior knowledge and interests related to dark matter, neutrinos and underground laboratories. Through a face-to-face highly structured interview conducted with 28 students in the last year of secondary school in two schools in the city of San Juan, representational dimensions, the institutional system, operational practices and evaluative assessments were investigated. The data collected were analyzed and compared with the results of national and provincial surveys on public perception of science in Argentina, as well as with pre-existing studies in the area. The conclusions of this exploratory research guided the formulation of recommendations that seek to guide the design of a unique museological space, the “ANDES Experience Center”, with the objective of maximizing its educational and communicational impact.

Keywords: public perception, ANDES Initiative, astroparticles, communication, education.

Índice general

1	Introducción	1
1.1	Física de frontera	3
1.2	Física en la frontera	9
1.3	Comunicación de frontera	13
1.4	Comunicación en la frontera	17
1.5	Problema de investigación	19
2	Marco teórico	23
2.1	Construcción de laboratorios... saberes y diálogos	24
2.2	Construcciones públicas, comprensiones públicas	27
2.3	Percepciones públicas y laboratorios subterráneos	31
2.4	“From heaven to underground” (o el estado actual de las cosas)	40
3	Metodología	43
3.1	Instrumento de recolección de datos	47
3.2	Participantes	51
4	Resultados y discusión	55
4.1	Asociaciones espontáneas	55
4.2	Consumo cultural: visitas y visitantes	60
4.3	Consumo de información y sus vías de acceso	61
4.4	Percepciones públicas sobre laboratorios subterráneos	64
4.5	Intereses y opiniones sobre temas de investigación	67
4.6	Valoraciones sobre la ciencia y la tecnología	68
4.7	Instituciones y funciones: opiniones y valoraciones.	71
4.8	Juicios y valores: otros riesgos y beneficios de la ciencia.	75
4.9	Otras dimensiones institucionales: diálogos y saberes en torno a laboratorios subterráneos.	76
5	Conclusiones	79
5.1	Sobre la materia oscura	79
5.2	Sobre los neutrinos	81
5.3	Sobre laboratorios subterráneos	83
5.4	Sobre ciencia, tecnología y su comunicación	85

5.5	Recomendaciones a la hora de pensar un espacio museológico como el Centro Experiencia ANDES en el contexto estudiado	89
5.6	Alcances y limitaciones de este estudio de caso	91
5.7	Reflexiones finales	93
6	Referencias Bibliográficas	95
7	Anexo I	105
8	Anexo II	121

Índice de figuras

1.1	Curva de rotación de la galaxia espiral Messier 33 (línea continua), y la curva predicha por la distribución de materia visible (línea punteada). La diferencia entre ambas curvas se puede compensar al incluir el halo de materia oscura que envuelve la galaxia. Autores: Corbelli y Salucci (2000).	6
1.2	Esta imagen muestra la lente gravitacional G2237, a veces denominada como la Cruz de Einstein. Se observan cuatro imágenes de un cuásar muy lejano que ha sido objeto de múltiples imágenes por una galaxia relativamente cercana que actúa como lente gravitatoria. Autores: NASA, ESA y STScI (1990).	7
1.3	Mapa de los laboratorios subterráneos de todo el mundo. Autor: Aldo Lanni en “Lanni, Aldo. (2021). Science in Underground Laboratories and DULIA-Bio. Frontiers in Physics”. En color naranja los laboratorios en funcionamiento. En color rojo los proyectados.	10
1.4	Corte lateral de la ubicación geográfica LSM. Fuente: Petits Secrets de l’Univers, LSM (2010).	10
1.5	Corte lateral de la ubicación geográfica LSC y sus laboratorios (indicados con las siglas “LAB”). Fuente: Elaboración propia (2023).	11
1.6	Corte longitudinal de la región de proyección de la iniciativa ANDES. Fuente: Adaptación de ANDESLab (2015).	12
1.7	Mapa del Túnel Gran Sasso, Italia (en línea punteada). Fuente: Traforo Gran Sasso Mappa, Idéfix (2006)	12
1.8	Vista superior del laboratorio de apoyo del laboratorio subterráneo de Gran Sasso, en Accergi, L’aquila, Italia. Fuente: GoogleMaps "Laboratori Nazionali del Gran Sasso - INFN"(2023)	13

2.1	Caracterización de riesgo por Slovic (1987) según diversos factores. Fuente: Adaptación de Slovic (1987, p. 3).	38
2.2	Bandera de la edición 2019 de la conferencia TAUP, en donde puede evidenciarse en las últimas líneas la leyenda “heaven underground” (el cielo bajo tierra), que inspira el nombre de esta sección.	42
4.1	Asociaciones espontáneas a la palabra “aula”. Mayor frecuencia de aparición <i>escuela</i> (8), <i>clases</i> (4) y <i>compañeros</i> (4).	55
4.2	Asociaciones espontáneas a la palabra “ciencia”, con mayor frecuencia de aparición, con <i>laboratorio</i> (3), <i>investigación</i> (3), <i>estudios</i> (3), <i>química</i> (2), <i>tubo de ensayo</i> (2).	56
4.3	Asociaciones espontáneas al término “ciencia” de EPCTISJ (2023, p. 22).	56
4.4	Asociaciones espontáneas a la palabra “física”. Mayor frecuencia de aparición <i>gravedad</i> (3) y <i>números</i> (2).	57
4.5	Asociaciones espontáneas a la palabra “Universo”. Mayor frecuencia de aparición <i>planeta</i> (7) y <i>galaxias</i> (3).	57
4.6	Asociaciones espontáneas a la palabra “partículas”. Mayor frecuencia de aparición <i>pequeño</i> (8), <i>átomo</i> (8).	58
4.7	Asociación espontánea al concepto de “materia oscura”, mayor frecuencia de aparición <i>negro</i> (6) y <i>Universo</i> (4).	58
4.8	Asociaciones espontáneas a la palabra “neutrinos”. Mayor frecuencia de aparición <i>no sé</i> (15), <i>nada</i> (3)	59
4.9	Asociaciones espontáneas a la mención de “Laboratorio Subterráneo ANDES”. Mayor frecuencia de aparición <i>no sé</i> (4).	60
4.10	Respuestas a la consulta: ¿Cuáles museos de ciencias, exposiciones de ciencia, centros de interpretación, o parques científicos visitaste?	61
4.11	Participación activa en actividades de la Pregunta 3. Las respuestas “siempre, a veces” se indican en color verde en cada gráfico circular. . . .	62
4.12	Instituciones conocidas de EPCTISJ (2023, p. 14).	64
4.13	Detalle de instituciones conocidas de EPCTISJ (2023, p. 15).	64
4.14	Respuestas a la pregunta 7: ¿Qué te imaginás que se pueda investigar en esos laboratorios subterráneos?.	66
4.15	Posibles grupos según temáticas, para las respuestas a la pregunta 7.	67
4.16	Posibles grupos de “percepciones emocionales”, para las respuestas a la pregunta 7. Emociones negativas (izquierda), emociones positivas (derecha).	67
4.17	Respuestas a la consulta ¿Dónde te informaste?, pregunta 11.	69
4.18	Respuestas a las consultas a y b de la pregunta 14, en porcentajes.	71
4.19	Respuestas a las consultas c y d de la pregunta 14, en porcentajes.	72
4.20	Respuestas sobre la contribución de la CTI a la calidad de vida en EPCTISJ (2023, p. 10).	73

4.21	Comparación con expresión en todo el país, con respecto a la contribución de la CTI a la calidad de vida, relevada en EPCTISJ (2023, p. 11).	74
4.22	Respuestas a las consultas e y f de la pregunta 14, en porcentajes. . . .	74
4.23	Respuestas a la consulta g de la pregunta 14, en porcentajes.	75
4.24	Valoración de beneficios y riesgos de CTI relevados en EPCTISJ (2023, p. 12).	76
7.1	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 1.	105
7.2	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 2.	106
7.3	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 3.	106
7.4	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 4.	107
7.5	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 5.	107
7.6	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 6.	108
7.7	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 7.	108
7.8	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 8.	109
7.9	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 9.	110
7.10	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 10.	110
7.11	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 11.	111
7.12	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 12.	111
7.13	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 13.	112
7.14	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 14.	113
7.15	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 15.	114
7.16	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 16.	114
7.17	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 17.	115
7.18	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 18.	115
7.19	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 19.	116
7.20	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 20.	116
7.21	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 21.	117
7.22	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 22.	117
7.23	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 23.	118
7.24	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 24.	118
7.25	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 25.	119
7.26	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 26.	119
7.27	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 27.	120
7.28	Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 28.	120

Introducción

-¿Es el año que debe poner fin a nuestro cautiverio o el año que verá continuar este extraño viaje?
-A fe mía, que no sé qué decirle al señor. Ciertamente es que estamos viendo cosas muy curiosas, y que, desde hace dos meses, no hemos tenido tiempo de aburrirnos.

Verne, 1870, p. 83

Durante mis años (2019-2022) como becaria en el Laboratorio de Detección de Partículas y Radiación del Centro Atómico Bariloche (CNEA) me encontré con el desafío de comenzar a construir la comunicación pública de la iniciativa ANDES. ANDES (por sus siglas en inglés “Agua Negra Deep Experiment Site”¹) es una propuesta única en América Latina para la construcción de un laboratorio subterráneo para investigaciones en el área de astropartículas², un área en fuerte crecimiento en los últimos 30 años. Esta iniciativa fue considerada por la comunidad latinoamericana de física de altas energías como prioritaria para la región (Latin American Strategy for HECAP, 2020, p. 10), siendo de gran relevancia a nivel internacional, prioritario tanto en Argentina (Ministerio de Ciencia y Tecnología³, Gobierno de San Juan, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y Comisión Nacional de Energía Atómica) como en Chile (Universidad Técnica Federico Santa María, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile, Universidad de Concepción, entre otras)⁴. Está previsto que ANDES funcione por 100

¹Puede visitarse la página oficial de la iniciativa ANDES mediante el siguiente enlace: <https://andeslab.org> Visitado por última vez diciembre 2023

²“La física de astropartículas o astrofísica de partículas es un campo relativamente reciente de investigación que se dedica al estudio de las partículas elementales de origen astrofísico. Está muy relacionado con los campos de la física de partículas, la astrofísica y la cosmología, además de campos como el de la relatividad, la física de detectores, la astronomía y la física del estado sólido. La aparición de este campo fue parcialmente promovida por el descubrimiento de la oscilación de los neutrinos, teniendo un rápido desarrollo tanto en la parte teórica como en la experimental desde principios de 2000.” Física de astropartículas - Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Física_de_astropartículas Visitado por última vez diciembre 2023.

³A la fecha, convertido en Secretaría de “Innovación, Ciencia y Tecnología”.

⁴Puede encontrarse más información de instituciones y países involucrados en la iniciativa ANDES en el siguiente enlace: <https://andeslab.org/support.php>. Visitado por última vez enero 2024

años desde su puesta en marcha y se ubicaría dentro de un mega-emprendimiento vial proyectado en el actual “Paso Agua Negra” en la provincia de San Juan. Este mega-emprendimiento se denomina “Túnel Agua Negra” y propone conectar la provincia de San Juan (Argentina) con la región de Coquimbo (Chile), atravesando la cordillera de los Andes⁵;

(...) Argentina y Chile han venido trabajando en la integración y facilitación de sus fronteras hace ya varios años, y en la actualidad enfrentan el desafío de continuar mejorando su conectividad física. Primero en el ámbito de la iniciativa para la integración de la infraestructura Regional de América del Sur (IIRSA) y, a partir de 2009, en el Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN) de la Unión de Naciones Suramericanas (Unasur). De esta forma, ambos países acordaron realizar la aplicación de la Metodología de Programas Territoriales de Integración (PTI), desarrollada en el marco de COSIPLAN-IIRSA, a un proyecto binacional: el Túnel Binacional Agua Negra. Esta obra se encuentra priorizada tanto en el ámbito bilateral en el “Plan Maestro de Pasos Priorizados”, como en el regional, incluido en la “Agenda de Proyectos Prioritarios de Integración” (Secretaría CCTT COSIPLAN-IIRSA, 2016, p. 7).

Atravesar la cordillera de los Andes en este túnel implica, entre otras cosas, ingresar por una ruta común, y en algunos minutos (10 si se entró por Argentina, 5 por Chile), circular cubiertos por 1750 metros de roca (la cobertura máxima se encuentra a unos 4 km de la entrada chilena del túnel). Una cobertura de 1750 metros de roca con acceso por una ruta es difícil de encontrar (esta profundidad usualmente solo se suele encontrar en minas, sin la facilidad de poder llegar allí por una ruta de acceso público), siendo por lo tanto una oportunidad única a nivel mundial para construir un laboratorio subterráneo de vanguardia. Las razones de esta situación especial las desarrollaré en el apartado de esta misma sección denominado “física de frontera”. Cabe aclarar que, similar a la iniciativa ANDES, solo existen una docena de laboratorios internacionales, subterráneos, que investigan astropartículas. Nos adentraremos a conocer estos temas en las siguientes secciones.

La idea de este trabajo de tesis surge del encuentro entre mi trabajo en relación a la iniciativa ANDES y la formación que adquirí durante mi tránsito por la Maestría. Ya tomando las últimas materias me encontré con los sondeos de percepción pública y los pensé como herramienta para conocer las posibilidades de construir un diálogo

⁵Más información sobre este proyecto y sus autores puede encontrarse en el documento oficial “Túnel Binacional Agua Negra - Programa Territorial de Integración”. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pti_-_tunel_binacional_agua_negra.pdf Visitado por última vez diciembre 2023

razonable entre ciencia y sociedad, que tienda a favorecer la circulación y apropiación social del conocimiento (Cortassa, 2012). Imaginé, también, que estos sondeos y diálogos deberían tener en cuenta las características especiales de la iniciativa ANDES: un lugar de trabajo bajo tierra, temas de investigación abstractos (como lo son usualmente los temas que se investigan en laboratorios subterráneos), una propuesta binacional e internacional y con dependencia de un megaproyecto vial que no está exento, por supuesto, de las discusiones políticas a diferentes niveles (desde la ciudadanía hasta presidentes del MERCOSUR).

El impulso motivador por la elección del tema de tesis llegó cuando me contacté con algunos laboratorios subterráneos ya existentes o en desarrollo en otros países, y encontré que los sondeos de percepción pública, y de trabajos preliminares para la construcción de la comunicación pública durante fases tempranas de desarrollo, son casi inexistentes. Esto me llevó a preguntarme qué aportes podría traer a la iniciativa ANDES, y a las futuras iniciativas de este tipo a nivel internacional, el considerar las percepciones y representaciones de la ciudadanía a la hora de establecer las bases para la comunicación pública de los laboratorios. Imaginé estos primeros pasos mediante el diseño de espacios de encuentro entre los distintos actores del proyecto: comunidad científica, política, sectores de la población cercana, escuelas, etc. Estas consideraciones son las que dan origen a la pregunta que motiva a este trabajo: ¿Qué recomendaciones podríamos hacer, en base a un estudio de percepciones y/o representaciones, para crear el primer espacio de encuentro y diálogo entre la ciudadanía local y la iniciativa ANDES?

Finalmente, y para presentar este trabajo, utilizaremos elementos de la ubicación, la investigación y la comunicación de esta iniciativa para titular y desarrollar las diferentes secciones: *física de frontera* (referido al campo de estudio, que se encuentra en los últimos en desarrollarse, al límite del conocimiento humano), *física en la frontera* (referido a la característica geográfica del laboratorio proyectado, en la frontera entre Argentina y Chile), *comunicación de frontera* (referido a la profesionalización de la comunicación de la ciencia, en el área de astropartículas, en desarrollo incipiente) y finalmente *comunicación en la frontera* (haciendo alusión a las características y particularidades de encarar este tipo de acciones en el contexto binacional, aunque nosotros nos abocaremos particularmente al estudio de caso en la provincia de San Juan, en Argentina).

1.1 Física de frontera

El estudio de las astropartículas es un área dentro de la física, de creciente desarrollo en las últimas tres décadas. Se dedica principalmente a estudiar partículas

elementales, de origen astrofísico. Es decir, partículas que llegan a la Tierra desde distintos sectores del Universo. Esta es un área que se encuentra a la vanguardia de la física moderna, y que se ha desarrollado en los últimos treinta años de manera acelerada, con el descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos (Kajita, 1998). Sirvámonos de una charla pública, de quien lideró su descubrimiento, para comprender un poco más sobre el área de astrofísica y de neutrinos. Esto será de vital importancia para acercarnos al desarrollo del área y la necesidad última de laboratorios subterráneos:

Los neutrinos son partículas elementales, como lo son los electrones o los quarks. Los neutrinos no tienen carga eléctrica. Existen tres tipos de neutrinos: los neutrinos electrónicos, los neutrinos muónicos y los neutrinos tauónicos. Los neutrinos se producen en varios lugares como la atmósfera de la Tierra, el centro del Sol, y otros sitios. Los neutrinos pueden penetrar fácilmente a través de la Tierra e incluso el Sol. Por ejemplo, los neutrinos producidos al otro lado de la Tierra pueden fácilmente penetrar la Tierra. Sin embargo, los neutrinos interactúan con la materia muy raras veces. Por ejemplo, un neutrino muónico produce un muón, y un neutrino electrónico produce un electrón. En el muy exitoso Modelo Estándar de las partículas, se asume que los neutrinos no tienen masa. Sin embargo, los físicos se han estado preguntando si realmente los neutrinos no tienen masa. (Kajita, 2006, p. 1)

Los neutrinos se producen en diferentes fenómenos de la naturaleza, y en 1998 el detector Super Kamiokande⁶ (construido por el Observatorio Subterráneo de Kamioka, Universidad de Tokio en la mina Kamioka, Japón, a 2.03 km de profundidad) infirió de sus mediciones que los neutrinos oscilaban, y por consecuencia de ese fenómeno, tenían masa. El hecho de que los neutrinos posean masas, aunque pequeñas, fue la puerta de entrada a nuevas posibilidades dentro de la física de partículas, a diferentes escalas. Si bien no exploraremos estas nuevas posibilidades, si será de nuestro interés desarrollar más sobre el Modelo Estándar.

La física de partículas se enmarca en el Modelo Estándar (Braibant et al., 2011, p1.), al cual se refiere (Kajita, 2016, p. 1) como el “muy exitoso”. Este modelo, desde hace 100 años, se desarrolló, describió y explicó todas las interacciones de todas las partículas que se conocen hasta la fecha (Majumdar, 2014, p. 21). Podemos decir, con alguna licencia poética, es aquel listado de los ingredientes mínimos mediante los cuales se puede crear lo que observamos aquí en la Tierra, en estrellas y en todo aquello que brilla en el Universo. Pero parece que todo aquello que brilla en el Universo no es todo aquello que existe en el Universo. En otras palabras: brillar

⁶Puede recuperarse más información sobre el tema en su página oficial (inglés): <https://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/en/sk/> Visitado por última vez diciembre 2023.

significa todo aquello que interactúa y emite en el espectro electromagnético y no brillar implica que es necesario pensar en un componente del Universo que, salvo por su interacción gravitatoria, se comporta completamente diferente a todo lo que podemos sensar: con nuestros ojos, con nuestros telescopios, con una radio, con una antena, con un microscopio para contar átomos... En este caso es necesario imaginar otras formas de materia y otras formas de interacción por fuera de las que ya conocemos (Profumo, 2017, p. 2).

Pero, ¿cómo llegamos a la conclusión de que no todo lo que existe en el Universo es lo que brilla? Aquí se abre otra área de investigación, dentro de la astrofísica, que refiere a la búsqueda de este (o estos) componentes que no interactúan con el espectro electromagnético, pero que aun así pensamos que tienen efectos sobre la conformación y evolución de nuestro Universo. Es que, estudiando esta conformación y evolución, se han acumulado suficientes anomalías (Majumdar, 2014, p. 89) como para considerar que existan nuevos elementos dentro de lo que se denomina el “*Modelo Estándar*”. Un nuevo ingrediente mínimo, que no puede ser construido con la “mezcla” de los listados actualmente en ese Modelo Estándar (Einasto, 2010, p. 1)

Cuando decimos anomalías nos referimos a diferencias entre las predicciones, realizadas en base a teorías científicas, y las observaciones de diversas características del Universo. Un ejemplo de estas diferencias son las velocidades de rotación de las galaxias según el modelo de Newton-Kepler (en donde la materia visible, mediante su atracción gravitatoria, es quien determina las velocidades de rotación de las estrellas, los planetas y demás cuerpos en el Universo) (Einasto, 2010, p. 4, Majumdar, 2014, p. 90) y las velocidades calculadas mediante observaciones directas con grandes telescopios (ver Figura 1.1).

Otra anomalía observada, en una escala diferente, es el fenómeno de lente gravitacional. Las lentes gravitacionales son fenómenos observados desde telescopios como deformaciones, por ejemplo, como en la Figura 1.2. Se sabe que los objetos muy masivos en el Universo, deforman las imágenes que recibimos en la Tierra de las galaxias y los cuásares más distantes (Bertone, 2013, p. 56, Einasto, 2010, p. 10). Cuando buscamos reconstruir la distribución de masa teorizada para obtener este tipo de deformaciones, encontramos que la materia conocida no es suficiente para explicarlas. El efecto de lente gravitacional también se hace presente en la fusión de cúmulos de galaxias: luego de una colisión entre estos gigantes, la mayor parte de la materia que observamos se cruza sin interactuar, salvo por el gas, que queda atrapado en la colisión. Este resultado tampoco puede explicarse con los efectos de la materia observable (Bertone, 2013, p. 68).

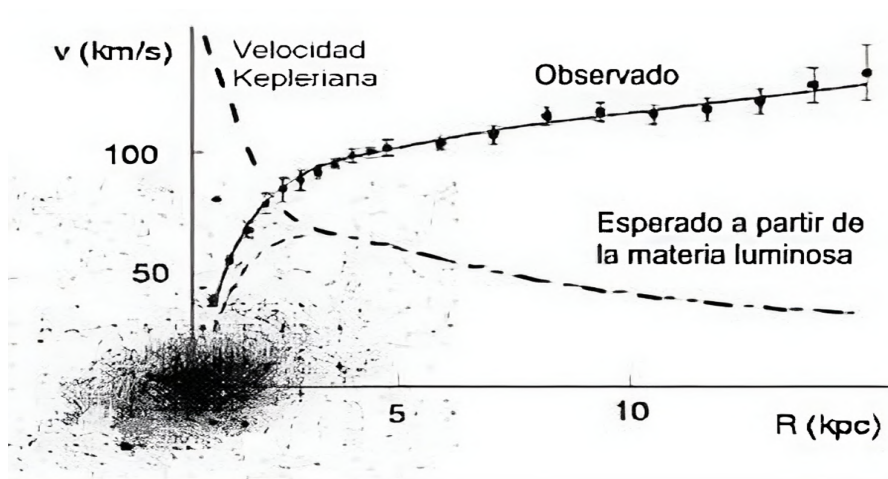


Fig. 1.1: Curva de rotación de la galaxia espiral Messier 33 (línea continua), y la curva predicha por la distribución de materia visible (línea punteada). La diferencia entre ambas curvas se puede compensar al incluir el halo de materia oscura que envuelve la galaxia. Autores: Corbelli y Salucci (2000).

Como último ejemplo de estas anomalías, vamos a presentar el caso de la radiación de fondo del Universo. Este tipo de radiación es un remanente del Big Bang (creación del Universo) y puede escucharse en todo el espacio: imaginemos un ruido, permanente y muy homogéneo, que todo lo permea. El detalle de “muy homogéneo” es la clave de la anomalía: existen algunas heterogeneidades mínimas, que evolucionan a lo largo de la historia del Universo, para formar todas las estructuras que vemos a mayores escalas. El problema radica en la cantidad de tiempo que sería necesaria para que estas heterogeneidades formaran al Universo, salvo que exista algún tipo de componente extra que tuviera los efectos gravitatorios suficientes para aglomerar la materia común (Bauer y Plehn, 2017, p. 18, Einasto, 2010, p. 12).

Para solucionar estas discrepancias entre las teorías científicas y la realidad observada existen, al menos, dos caminos. Uno de ellos consiste en pensar que cada modelo teórico, a sus diferentes escalas y para cada fenómeno en particular de los que presentamos, posee errores en su formulación. De esta propuesta se encargan quienes intentan desarrollar la “teoría de gravedad modificada”, de la cual no nos ocuparemos en este trabajo. Cabe aclarar que a la fecha resulta sumamente difícil encontrar modelos que expliquen las observaciones a todas las escalas, y si bien es una rama activa en la comunidad científica, no se considera como la más prometedora para solucionar las discrepancias observadas (Bertone, 2013, p. 78, Einasto, 2010, p. 13). La segunda opción para resolver estos misterios es proponer que existe algún tipo de materia, en cantidades seis veces mayor que la materia común que podemos observar. Si adicionamos esta cantidad de materia extraña, nueva, todos los fenómenos anteriores pueden explicarse. Este tipo de materia extraña, nueva, fue denominada “materia oscura”. La materia oscura, de detectarse directamente, pasaría a integrar un lugar en el denominado “Modelo Estándar de Partículas”.

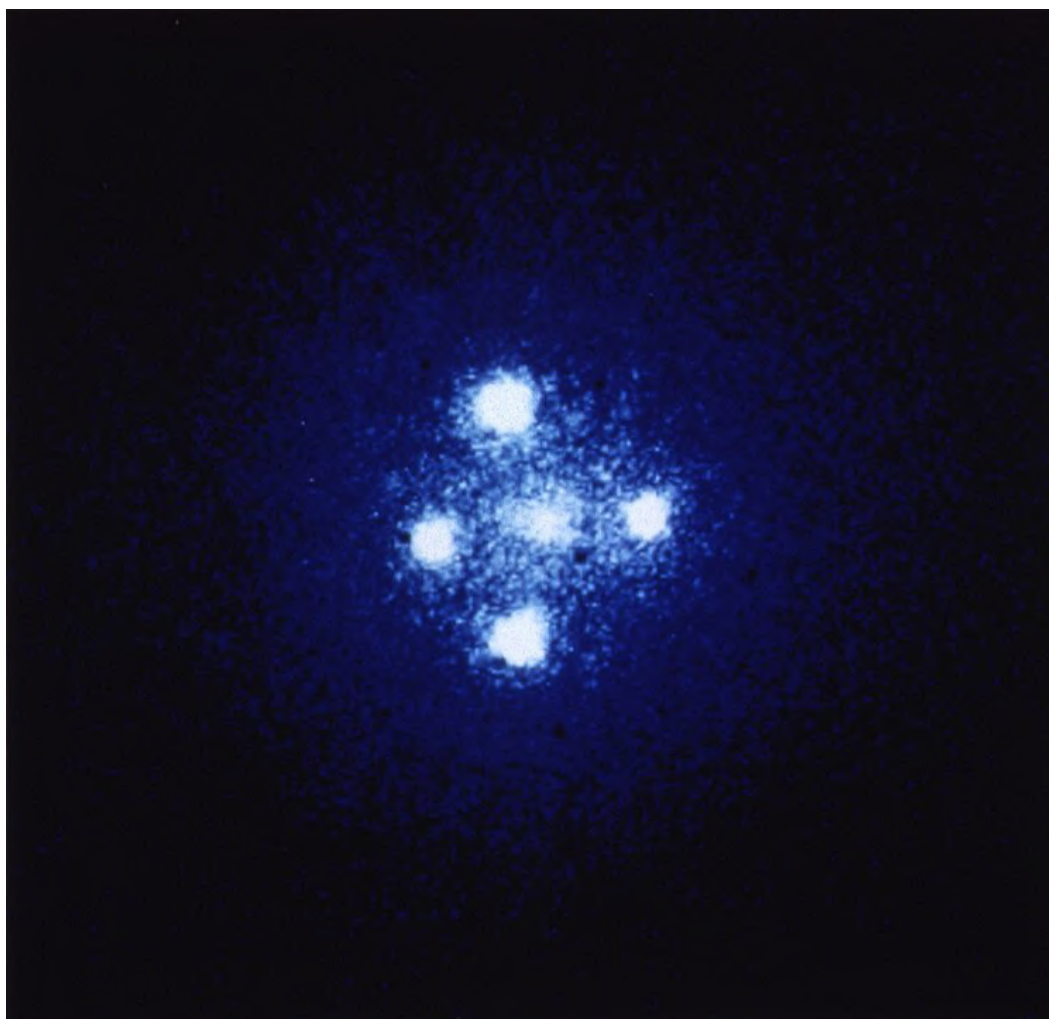


Fig. 1.2: Esta imagen muestra la lente gravitacional G2237, a veces denominada como la Cruz de Einstein. Se observan cuatro imágenes de un cuásar muy lejano que ha sido objeto de múltiples imágenes por una galaxia relativamente cercana que actúa como lente gravitatoria. Autores: NASA, ESA y STScI (1990).

La imposibilidad de utilizar (*a priori*), el espectro electromagnético como medio para aumentar nuestro conocimiento sobre la estructura, composición y evolución del Universo constituye un problema y un desafío: la comunidad científica ha desarrollado instrumental en torno a las cosas que se comprenden, como son las interacciones con el espectro electromagnético. Pero casi nada sabemos sobre la construcción de máquinas que se comuniquen con el Universo de otra manera. Explorando las únicas posibilidades que tenemos (dadas las tecnologías actuales disponibles) es que se construyen detectores ultrasensibles, que necesitan *condiciones especiales* para poder realizar mediciones que sean significativas a la resolución del problema de la materia oscura (probar o no su existencia de acuerdo a las predicciones teóricas de la ciencia).

Para explicitar cuáles son estas *condiciones especiales*, hagamos uso de una segunda licencia poética. La autora de este trabajo imaginó y propone el siguiente ejercicio: supongamos que, en lugar de partículas de materia oscura, busquemos encontrar un camaleón del género *Brookesia*, el más pequeño del mundo (aproximadamente 3 cm de largo). Por razones que desconocemos, nos indican que se ha escapado desde una isla en Australia y ahora se encuentra por todos los continentes y espacios de la Tierra. Queremos confirmar esta noticia.

Aunque el primer impulso es buscarlo con nuestros detectores naturales (los ojos), rápidamente notamos que los camaleones son extremadamente buenos para camuflarse con el entorno. Decidimos movernos a un lugar con menos estímulos visuales, donde el camaleón tenga menos posibilidad de distraernos y logremos percibir alguna de esas partes que no puede camuflar (por ejemplo, sus ojos). Digamos que nos encontramos ahora en una habitación (pintada de un solo color) y hemos dejado la puerta abierta para que entren los camaleones. Pasado un tiempo, seguimos sin poder distinguir el camaleón de las paredes de la habitación. Empezamos, también, a dudar de la presencia real de estos minúsculos animales. Decidimos cambiar el enfoque, buscar en aquellas cuestiones que el camaleón no es bueno camuflando, como, por ejemplo ruidos del cuerpo: su respiración, el parpadeo, sonidos digestivos. Para este nuevo experimento conseguimos un micrófono ultrasensible, que colocamos en la habitación y cerramos la puerta para mayor silencio. Allí escuchamos, todavía, ruidos que sabemos que no corresponden al camaleón: agua que fluye por los caños de la pared, alguien que camina en el piso superior y la madera de la puerta que cruje naturalmente. Pensamos en construir una habitación completamente blindada de estos interferentes, pero se nos ocurre una idea más económica: mover el experimento a un lugar que se encuentre aislado de estos problemas. Por ejemplo, en una caverna de una vieja mina o en un túnel profundo dentro de la montaña. Allí, y luego de poner el micrófono a correr, detectamos un ruido que se repite cada algunos segundos... ¿podrá ser esta la respiración del camaleón?... ¡Habrá que comprobarlo!

Volvamos ahora a la física de partículas, en particular a la búsqueda de materia oscura y las *condiciones especiales*. Si es que existe una nueva partícula dentro del Modelo Estándar, la partícula de materia oscura, y si es que existe alguna posibilidad de que ésta interactúe, al menos, de manera muy sutil con nuestros detectores, es necesario aislarnos de todo interferente para intentar la detección. Los interferentes aquí son todas las partículas que provienen del espacio, las astropartículas que continuamente bombardean la Tierra, las partículas propias de la naturaleza, por ejemplo, las que se emiten por radioactividad natural, y las partículas que se producen por actividad humana, por ejemplo, en un acelerador de partículas o una central nuclear. La mejor forma, a la fecha, de evitar todos estos problemas es construir experimentos bajo tierra, donde metros y metros de roca proporcionan una protección natural que la

mayor parte de estas partículas que no nos interesan no pueden atravesar (mientras que los neutrinos y la materia oscura si). Es por eso que la física de partículas busca minas profundas o túneles viales para poder desarrollar su actividad científica.

Ese es el caso que vincula a la iniciativa ANDES con la mega obra vial “Túnel Agua Negra”. Al existir la posibilidad de construcción de un túnel que atravesase la cordillera de los Andes, de acceso horizontal y con 1750 metros de roca que lo cubren, se convierte en una oportunidad para la comunidad científica y la exploración en los límites del conocimiento humano.

1.2 Física en la frontera

La puesta en operación de laboratorios subterráneos con el objetivo de estudiar algunos de los fenómenos más evasivos del Universo (materia oscura y neutrinos, entre otros), comienza a finales de la década de 1970 en Rusia, con la instalación del Observatorio de Neutrinos Baksan. Durante la siguiente década, y alrededor de todo el mundo (Figura 1.3), se construyen y ponen en funcionamiento centros de investigación con características similares: Soudan (1980, Estados Unidos), Modane (1982, Francia), Kamioka (1983, Japón) y Gran Sasso (1985, Italia). En 1990 se instala Boulby (Reino Unido) y durante los últimos 20 años se ponen en funcionamiento Y2L (2003, Corea), Canfranc (2006, España), Sanford (2007, Estados Unidos), CJPL (2010, China), CUPP (2011, Finlandia), SNOLAB (2011, Canadá) y SUPL (2019, Australia). En la actualidad se están proyectando nuevos laboratorios subterráneos en África e India, y Argentina tiene una propuesta similar: la construcción del Laboratorio Subterráneo ANDES en la próxima década. ANDES (por sus siglas en inglés “Agua Negra Deep Experiment Site”) se proyecta ubicado en el Túnel Agua Negra que conectará la provincia de San Juan (Argentina) con la región de Coquimbo (Chile), atravesando la cordillera de los Andes.

La propuesta de ubicar el laboratorio en un paso binacional también incluye la gestión del espacio entre Argentina y Chile. Un laboratorio binacional, desde el aspecto territorial, científico y de gestión. La idea de poder conectar a ambos países, también, en un emprendimiento científico de categoría mundial podría sumar a la integración social de ambos países, así como también a la comunidad científica internacional. Como antecedente a esta propuesta, existen dos laboratorios subterráneos en el área de física de partículas que se encuentran contruidos en túneles que se ubican en la frontera entre dos países. El primer caso es el laboratorio LSM (por sus siglas: “Laboratoire Souterrain de Modane”), ubicado en la frontera entre Francia e Italia. En la Figura 1.4 podemos observar el corte lateral de la ubicación geográfica del mismo. La elección de esta imagen no es casual: permite

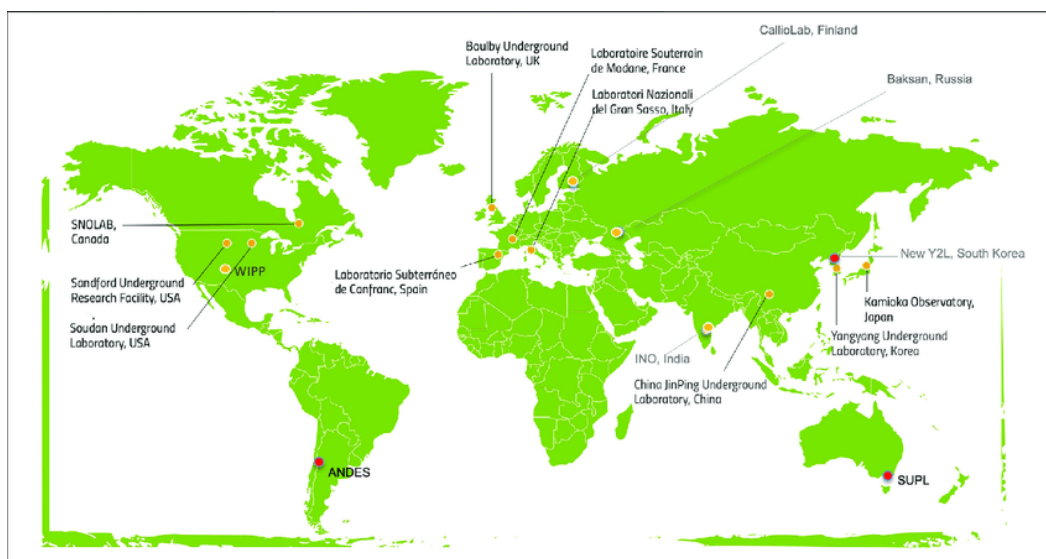


Fig. 1.3: Mapa de los laboratorios subterráneos de todo el mundo. Autor: Aldo Lanni en “Tanni, Aldo. (2021). Science in Underground Laboratories and DULIA-Bio. Frontiers in Physics”. En color naranja los laboratorios en funcionamiento. En color rojo los proyectados.

abrir el diálogo sobre la gestión del espacio. Como podrá notarse, el laboratorio se ubica exactamente antes de la línea de frontera con Italia, en el punto de mayor cobertura de roca de la montaña. Esto puede permitirnos suponer que el laboratorio

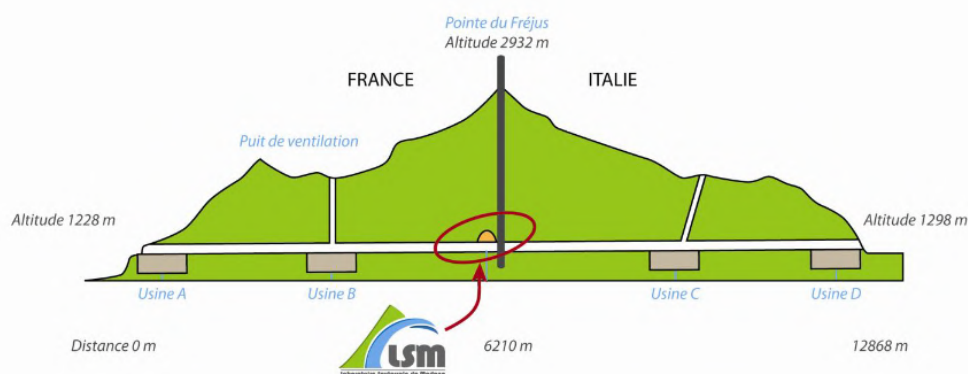


Fig. 1.4: Corte lateral de la ubicación geográfica LSM. Fuente: Petits Secrets de l’Univers, LSM (2010).

es efectivamente de gestión francesa y no binacional. O bien podría tratarse de una particularidad de la montaña que impidió la excavación en el sentido pretendido y, de todas formas, existe una gestión binacional. El caso es el primero, el laboratorio LSM es de gestión íntegra francesa, con colaboraciones internacionales que trabajan dentro y fuera del mismo: *el Laboratorio Subterráneo de Modane (LSM) es un laboratorio subterráneo de física de partículas situado en el túnel de la carretera*

de Fréjus, cerca de Modane (Francia). Está gestionado conjuntamente por el Centro Nacional de Investigación Científica y la Comisión de Energía Atómica y Energías Alternativas, en colaboración con la Universidad de Saboya (traducción propia, LSM, 2023). Las razones de esta decisión no se han podido encontrar dentro del ámbito de la información pública, pero podría ser un caso interesante de estudio para próximas investigaciones en el tema. Como se podrá deducir, el segundo caso de un laboratorio construido en un túnel binacional también tiene gestión únicamente nacional: la facilidad LSC (por sus siglas: “Laboratorio Subterráneo de CANFRANC”). LSC se encuentra aproximadamente a dos kilómetros de la frontera, en el Túnel de Somport, en territorio español. Aquí podríamos suponer que la máxima cobertura de roca se dio casualmente en un sector de la montaña que no es precisamente la línea de la frontera. En la Figura 1.5 se puede visualizar que la cobertura de roca disminuye conforme nos acercamos a la línea de frontera con Francia.

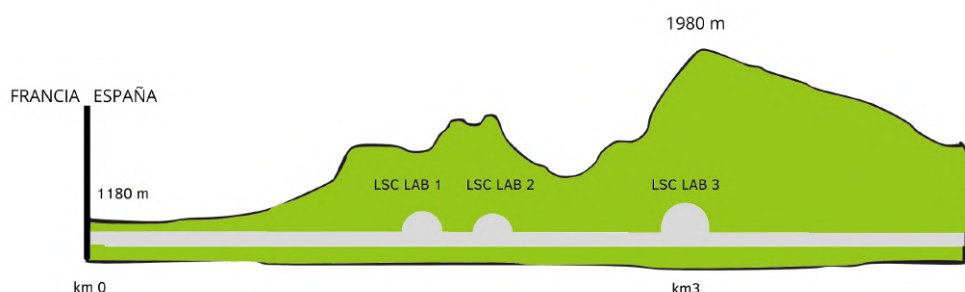


Fig. 1.5: Corte lateral de la ubicación geográfica LSC y sus laboratorios (indicados con las siglas “LAB”). Fuente: Elaboración propia (2023).

Sobre la gestión, *el LSC es un consorcio compuesto por el Ministerio de Ciencia e Innovación, el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza, que pertenece a la Red Nacional de las Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares* (LSC, 2023). En el caso de ANDES, si observamos un corte similar a los anteriores, vemos que la máxima cobertura de roca se alcanza en la línea de la frontera entre Argentina y Chile (Figura 1.6). Podríamos suponer que sería factible desde el punto de vista geográfico un laboratorio de gestión binacional. Lograr un laboratorio de funcionamiento entre ambos países probablemente sea un desafío.

Ahora volvamos nuestra atención hacia el caso del LNGS (por sus siglas “Laboratori Nazionali del Gran Sasso”) en Italia. Es, actualmente, el laboratorio más grande del mundo, ubicado en el Túnel homónimo “Gran Sasso”. Si bien no se encuentra en el límite entre dos países, si es importante mencionar que conecta la frontera entre las provincias italianas de Teramo y L’Aquila (Figura 1.7).

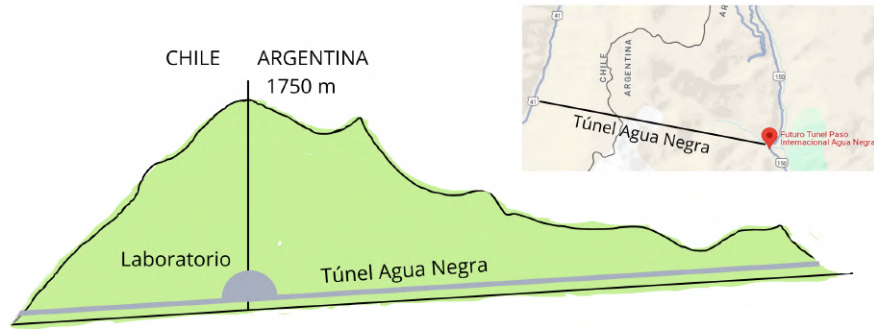


Fig. 1.6: Corte longitudinal de la región de proyección de la iniciativa ANDES. Fuente: Adaptación de ANDESLab (2015).



Fig. 1.7: Mapa del Túnel Gran Sasso, Italia (en línea punteada). Fuente: Traforo Gran Sasso Mappa, Idéfix (2006)

Este tipo de laboratorios subterráneos poseen, en general, laboratorios denominados “de apoyo”, que permiten localizar a los servicios que necesitan para funcionar, así como también a quienes hacen ciencia, en lugares de fácil acceso y generalmente se ubican en las cercanías. En el caso de Gran Sasso, el laboratorio de apoyo se ubica a pocos kilómetros de L’Aquila, en la ciudad de Accergi (marcada con un punto rojo a la salida de la línea punteada en la Figura 1.7). También podemos ver una vista superior de las instalaciones en la Figura 1.8.

Allí trabajan más de un centenar de personas y el impacto social de esta instalación de apoyo se traduce, entre otras cosas, en las opiniones de las personas ante propuestas o problemas que surgen allí. En este caso, y ahora desde el punto de vista de las ciencias de la comunicación, una instalación en la frontera representa una oportunidad de evaluar el impacto de un mismo proyecto bajo diferentes condiciones de contorno como son la cercanía, la inversión y la propia comunicación de la ciencia. Para abrir el debate sobre este aspecto, tomemos un extracto de una noticia titulada “Las aguas del Gran Sasso amenazadas por experimentos científicos y carreteras” (traducción



Fig. 1.8: Vista superior del laboratorio de apoyo del laboratorio subterráneo de Gran Sasso, en Accergi, L'Aquila, Italia. Fuente: GoogleMaps "Laboratori Nazionali del Gran Sasso - INFN" (2023)

propia, Gli Stati Generali, 2020), en referencia al cuidado de los acuíferos que atraviesan el laboratorio subterráneo;

“(…) No dudamos de la importancia de los laboratorios nacionales del Gran Sasso y no pedimos su cierre – explica Fraticelli del Observatorio [El Observatorio independiente del agua del Gran Sasso] – Queremos preservar el derecho al agua y a un medio ambiente seguro junto con la investigación científica.(…)” (….) Según el profesor Previtali, sin embargo, existen ventajas que van desde la formación hasta los proyectos de transferencia de tecnología y la participación de muchas empresas locales. «Sin embargo, hay un problema que no ignoro – admite Previtali [Ezio Previtali, investigador asociado del Infn y profesor de física nuclear y subnuclear en la Universidad Bicocca de Milán] – Los efectos son un poco diferentes entre L'Aquila y Teramo. En este último el impacto es menor porque los laboratorios externos están del lado de L'Aquila. Seguramente como LNFN tenemos la responsabilidad de integrarnos de mejor manera”.

Indaguemos más sobre este aspecto en las siguientes secciones: “comunicación de frontera” y “comunicación en la frontera”.

1.3 Comunicación de frontera

Los efectos, opiniones, percepciones e ideas en torno a la instalación y desarrollo de proyectos, en este caso científicos, se materializan, independientemente de si nos involucramos en su análisis o no, de si los construimos colectivamente o sólo observamos su desarrollo. En el caso de los laboratorios subterráneos, existe una

particularidad con respecto a las estrategias de comunicación que se entablan en las diferentes regiones en donde se establecen: la constitución de departamentos de educación y comunicación científica y centros de visitantes es una práctica común. Son espacios donde presentar los avances en la construcción del conocimiento que resultan de las investigaciones científicas y vincularse con las comunidades.

La mayor parte de estas acciones se realizan en la etapa donde los laboratorios ya se encuentran funcionando y desarrollando actividad científica⁷. Sin embargo, los nuevos paradigmas en materia de comunicación pública de la ciencia (entre otros, Cortassa, 2023; Bengtsson, 2017; Bauer y Jensen, 2011) plantean la necesidad de construir vínculos entre las esferas de la ciencia y la sociedad ajena a su quehacer, para aumentar el conocimiento entre la comprensión pública de la ciencia y la comprensión del público por parte de las personas que hacen ciencia, desde las etapas más tempranas de su desarrollo. Este tipo de vinculación, en su complejidad, puede continuar pensándose desde perspectivas teóricas que invitan solo a transmisión de las acciones ya finalizadas. Pero, ¿qué sucedería si pudiéramos iniciar las conversaciones con la sociedad desde antes de la instalación y puesta en funcionamiento de un laboratorio subterráneo? ¿Cambiaría esto la percepción o representaciones sociales del mismo? ¿Tendría incidencia en los procesos de investigación?

Es aquí donde el título de esta sección cobra sentido: física de frontera requiere comunicación de frontera, comunicación que se encuentre en los últimos estadios de desarrollo teórico, dentro de las ciencias de la comunicación. La construcción de instalaciones científicas subterráneas para el estudio de la física de partículas continuará sucediendo en las próximas décadas. Seguir postergando el inicio de la comunicación pública de estos centros de investigación hacia los momentos donde ya se encuentran constituidos podría ser un facilitador para la concreción de controversias científico-tecnológicas (entre otros, Bauer, 2012; Torres González y López Echagüe, 2022) mediante el aumento de incertidumbres en torno a la temática (entre otros, Torres González y López Echagüe, 2022) que pudieran llevar a la concreción de oposiciones (entre otros, Slovic, 1987) o sesgos a la hora de tomar decisiones (entre otros, Slovic, 2002). Todos estos efectos directos se reconocen como muy difíciles de revertir, ya que se rigen por el plano emocional de las personas (entre otros, Loewenstein et al., 2009), aún cuando se incluyan las valoraciones cognitivas en las evaluaciones o discusiones. Aún más, y pensando en remediar, hay que tener en cuenta que los cambios conceptuales sobre representaciones, percepciones, conceptos e ideas existentes son procesos difíciles de concretar (entre otros, Pozo,

⁷En conversaciones informales, mediante correo electrónico con diversos laboratorios subterráneos de todo el mundo, no se encontraron acciones que apunten a construir la comunicación pública de laboratorios subterráneos, sino hasta que estos ya se encuentran constituidos y en pleno funcionamiento.

1999). A veces, incluso, esta tarea es imposible, resultando la convivencia de lo antiguo con lo nuevo. Para conocer sobre representaciones, percepciones, ideas y emociones en torno a la iniciativa no es posible guiarse por aquellos temas que la comunidad científica considera como áreas sensibles, ya que las percepciones de las personas que hacen ciencia pueden diferir notablemente de las percepciones de quienes no se encuentran en ejercicio de tareas científicas. (entre otros, Kraus et al., 1992; Morgan et al., 2002).

Con todas estas consideraciones, podemos concluir que los costos sociales, educativos, emocionales y económicos de una oposición justifican los estudios previos a la concreción de estos centros de investigación. Aún más, estos costos se multiplicarán si consideramos también sus efectos indirectos: la amplificación social de los riesgos, la desconfianza y la imposibilidad de construir un verdadero diálogo en torno a los temas de ciencia y tecnología relativos al laboratorio proyectado. Si bien es cierto que hasta la fecha no se han podido relevar tales problemas en torno a la instalación de los laboratorios subterráneos, es importante reconocer que existen casos testigos en otras áreas de la ciencia que han desarrollado todos los efectos directos e indirectos que hemos mencionado. Estos se relacionan, por ejemplo, con los desarrollos nucleares, de tecnología de la información y biotecnología (entre otros, Bauer, 2012; Slovic, 2002). También podríamos mencionar el caso del telescopio TMT⁸ de Maunakea (Hawai), donde las controversias en torno al espacio y su uso llegaron al punto, por ejemplo, de paralizar las obras (entre otros, Witze, 2020; Muñoz Molina, 2021; Drake, 2022);

Es importante notar que a lo largo de todo el desarrollo de la controversia parece haber una gestión de la comunicación del proyecto TMT centrada en los objetivos científicos y desacoplada de los intereses locales. Una vez iniciado el conflicto, posiblemente dando por hecho la superioridad de los argumentos científicos para su construcción, no se establecieron estrategias comunicacionales participativas que involucren tanto a los responsables del TMT y a la comunidad local (u otras que pudieran contemplar también a los futuros usuarios del telescopio). En la gestión de la comunicación que se llevó adelante por parte de los responsables del TMT primó el modelo de déficit con su consecuente dificultad para establecer instancias de diálogo. (Rodríguez, 2021)

Al llegar a estas etapas y materializar tanto los efectos directos como los indirectos, se fomentan emociones negativas, obstaculizando el cambio de percepciones y afectando la participación pública en discusiones debidamente informadas. Esto

⁸Las siglas corresponden a “Telescopio de Treinta Metros”. Puede recuperarse más información del siguiente enlace: <http://tmtlapalma.org/es/>. Visitado por última vez Diciembre 2023.

puede llegar, por ejemplo, a un punto en el que se imposibilita la implementación de soluciones racionales respaldadas por evidencia.

Es por esto que este trabajo de tesis pretende realizar una exploración para considerar las posibilidades de vinculación con la comunidad en las primeras etapas de desarrollo de la iniciativa ANDES, mediante la concreción del Centro Experiencia ANDES. Este será un espacio previo a lo que podrían ser los centros de visitantes del Laboratorio, donde pudieran construirse colectivamente la discusión sobre sus características, abriendo el diálogo a las inquietudes, temores y percepciones de las personas interesadas en involucrarse.

La comunicación científica y la educación (formal o no formal) sobre temas tan abstractos como neutrinos, materia oscura o tan alejados de la vida cotidiana como un laboratorio subterráneo, puede considerarse un desafío. Estos tópicos no solo se ubican lejos de la órbita del conocimiento cotidiano de gran parte de la sociedad sino que desde el punto de vista escolar, están fuera de las propuestas que usualmente se presentan en los diseños curriculares provinciales o nacionales. Aún en el nivel superior de educación, y con contadas excepciones en algunas carreras de Licenciatura en Física, estos tópicos no forman parte de los planes de estudios.

La física de partículas, en general, entra en la vida cotidiana a partir de los medios de comunicación (con algún descubrimiento que llega al ámbito público) o por medio de experiencias en espacios como museos o muestras. Estas experiencias son generalmente producciones propias de centros de investigación en física de partículas (p. ej. el Centro de Visitantes CERN en Suiza) o bien por una interacción directa entre centros de investigaciones en el área e instituciones educativas o museos (p. ej. la exhibición “Extremo. En búsqueda de partículas” en Italia por el Instituto Nacional de Física Nuclear de Italia⁹).

En este contexto, es posible pensar el abordaje, la planificación y montaje de estos espacios dialógicos desde distintas disciplinas. Por ejemplo, desde la comunicación de la ciencia, la educación, los estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología y los estudios museológicos. Estos últimos, tal como lo plantean Murriello et al., (2019), han demostrado la utilidad de sostener procesos de evaluación sistemática y continua, a la hora de pensar en el desarrollo de exhibiciones, desde sus etapas más tempranas. Este tipo de evaluaciones permiten tomar decisiones sobre los diseños y rediseños de estos espacios.

⁹Puede recuperarse más información, en italiano, en el siguiente enlace: <https://home.infn.it/it/comunicati-stampa/comunicati-stampa-2016/1920-apre-extreme-alla-ricerca-delle-particelle>. Visitado por última vez Diciembre 2023.

Este trabajo pretende ser el disparador de nuevas formas de pensar la integración de las esferas ciencia-sociedad con respecto a este tipo de iniciativas, mediante una exploración que permita poner en evidencia saberes, vivencias, sentimientos, percepciones y concepciones en torno a la temática de un laboratorio subterráneo en la provincia de San Juan. Estos resultados nos ayudarán a pensar estrategias para el diseño de un centro de experiencia en la ciudad, que funcione como primer espacio para abrir el diálogo sobre ANDES con las diferentes comunidades que integran la sociedad. De concretarse la iniciativa ANDES, será necesario pensar en términos binacionales e incluir a la ciudadanía de la región de Coquimbo, en Chile.

1.4 Comunicación en la frontera

La comunicación de la ciencia, entendida como una nueva área dentro de los estudios sociales de la ciencia y tecnología, día a día propone nuevas formas de desarrollar las acciones comunicativas con los diferentes públicos que integran la sociedad, en los más diversos temas científicos. Como presentamos en la sección anterior, la idea de comunicar ciencia no es nueva, pero sí existen nuevas perspectivas sobre cómo comunicar ciencia. Poder caracterizar los públicos, y sus maneras de interactuar con el conocimiento científico, puede ayudar a construir la base para mejorar nuestro entendimiento sobre las actividades científicas y sus impactos sociales. Esta tesis trabajará en la frontera entre las teorías de la comunicación y de la educación, para comenzar esta construcción de la comunicación pública de ANDES.

Comencemos por presentar los marcos teóricos que nos ofrece la comunicación, para luego movernos hacia las perspectivas teóricas en educación, que nos ayudarán a construir esta sección. Para esto, definamos a la comunicación como parte de una acción comunicativa, que también puede ser entendida como una interacción, en donde dos o más sujetos intentan comprenderse, establecen acciones que se encaminan en el reconocimiento del otro, con quien se interactúa a partir de la propia cosmovisión y cada sujeto reconoce el carácter de persona similar a una misma (entre otros, Tolosa, 2015; University of Minnesota (UM), 2016; Rizo García, 2019). Todo esto sucede dentro del mundo, el sistema, y está mediado por la existencia de intersubjetividades. Estas acciones comunicativas se construyen a partir de los conocimientos que cada persona trae consigo, producto de sus experiencias anteriores. En principio, estos conocimientos están compuestos de supuestos culturales propios, que crean formas de ver y comprender el mundo.

En el otro lado de la frontera, pero sin límites rígidos entre ambos territorios, en ciencias de la educación decimos que las formas de comprender y ver la realidad que nos rodea es producto de las experiencias con el mundo cotidiano. Existen

varias denominaciones para estos conocimientos cotidianos y una de ellas es la de *ideas previas* (entre otros, Pozo, 1996; Mazzitell y Aparicio, 2010). En estas ideas o conocimientos cotidianos podemos reconocer tres fuentes fundamentales por las cuales se generan: origen sensorial (espontáneo), cultural (social) y escolar (analógico). El aceptar, identificar y caracterizar estas ideas previas permite no solo fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje (entendiendo a la educación como un área específica dentro de los procesos de comunicación sociales) sino también diferenciar e integrar diversos sistemas de conocimiento que permitan nuevos niveles de análisis a la hora de comprender el mundo (entre otros, Pozo, 1996 y 2002; Castorina et al., 2005).

Los neutrinos, la materia oscura y los laboratorios subterráneos pueden pensarse como alejados de las reglas y situaciones del conocimiento de lo cotidiano y el desafío para encarnar la comunicación pública de esta iniciativa será, y a partir de este trabajo de tesis, la caracterización y análisis de los conocimientos que las personas traen consigo para intentar delimitar estrategias que nos lleven en la dirección de la integración de los saberes cotidianos o intuitivos con los científicos.

En ciencias sociales, los estudios psicológicos y sociológicos sobre la percepción de riesgos (entre otros, Vallejo Romero, 2012; Slovic, 2000; Pidgeon et al., 2003) constituyen una herramienta que utilizaremos para ayudarnos a reflexionar sobre estas posibles interacciones. En la teoría, la construcción de modelos mentales mediante entrevistas permite representar no solo los conocimientos e ideas previas de las personas, sino también avanzar en el reconocimiento de actitudes, creencias, valores, percepciones y mecanismos de interacción en relación al entendimiento de los neutrinos, la materia oscura y los laboratorios subterráneos. En la práctica, intentaremos develar esos modelos con nuestro trabajo de entrevistas altamente estructuradas personales con estudiantes seleccionados al azar en instituciones educativas de nivel secundario.

Los estudios que aquí se desarrollarán pretenden servir como base para pensar en estrategias para el diseño de un Centro Experiencia ANDES. Este Centro está pensado como un espacio para comenzar a dialogar con las diferentes comunidades de San Juan sobre la iniciativa científica. Ese diálogo aspira a construirse desde las perspectivas que se presentan en el área de la Comprensión Pública de la Ciencia que intentan incorporar la participación del público en las fases iniciales de desarrollo de iniciativas científicas (entre otros, Delicado et al., 2022; Community Research and Development Information Service (CORDIS), 2020). Esta incorporación tiene como objetivo el poder construir la confianza mutua entre todos los actores, abordando percepciones e ideas con respecto al proceso y no simplemente reacciones o resistencias a procesos ya finalizados o hechos ya constituidos.

Por último, podemos mencionar que todas estas perspectivas van en línea con las recomendaciones de la UNESCO (2021) sobre la *Ciencia Abierta* como posibilidad de mejorar la participación de nuevos agentes en los procesos científicos, para contribuir a la democratización del conocimiento, para luchar contra la desinformación y promover la inclusión y el intercambio de conocimientos.

1.5 Problema de investigación

Tal como fue presentado en secciones anteriores, desde el año 2010 la comunidad científica latinoamericana del área de la física de partículas se encuentra planificando la instalación de un centro de investigaciones bajo la cordillera de los Andes. Este centro científico se denomina “Laboratorio Subterráneo ANDES” y se ubicará en el sector de mayor profundidad de la obra vial “Túnel Agua Negra”, que conectará las regiones de San Juan (Argentina) y Coquimbo (Chile).

El Laboratorio Subterráneo ANDES albergará experimentos de frontera en las áreas de física de partículas, ciencias de la Tierra, ciencias biológicas, entre otras, y estará protegido de la radiación cósmica que llega a la superficie de la Tierra por más de 1700 metros de roca. Esta protección permitirá concretar mediciones que serían imposibles de realizar en laboratorios ubicados en la superficie terrestre. La construcción del Laboratorio presupone la instalación de dos centros de visitantes (uno en Argentina, y otro en Chile), a la par del respectivo centro de investigación.

Los plazos estimados para el inicio de obra y puesta en funcionamiento del Laboratorio y sus centros de visitantes (2030), permiten pensar el diseño de un “Centro Experiencia ANDES” en la ciudad de San Juan (Argentina). Este Centro tiene como objetivo preparar y orientar los esfuerzos futuros en materia de comunicación, educación y percepción pública del proyecto, así como también sobre las actividades científicas del Laboratorio. Las principales líneas de investigación propuestas en ANDES abordan conceptos abstractos tales como la materia oscura y los neutrinos. Ambos constituyen temas desconocidos para la mayor parte de la población. Este desconocimiento podría dificultar la construcción del diálogo y la confianza sobre los experimentos que se llevarán a cabo en ANDES. La construcción de un laboratorio subterráneo podría presentar las mismas dificultades.

Por lo tanto, es necesario indagar qué ideas o conocimientos previos existen y se generan ante la posibilidad de la construcción y puesta en funcionamiento del Laboratorio Subterráneo ANDES. Las preguntas que motivaron esta exploración son: ¿Qué ideas, conocimientos previos o intereses emergen en la discusión pública sobre materia oscura y neutrinos al interior de una instalación subterránea en

Argentina? ¿Cómo utilizar estas ideas o conocimientos previos para optimizar el impacto educativo y comunicacional del Centro?

Teniendo en cuenta que en las indagaciones preliminares, tal como señalado, no se han podido recuperar estudios en el área de las ideas previas con respecto a la instalación de laboratorios subterráneos en otros países como Australia, Canadá, China, España, Estados Unidos o Inglaterra, esta se presenta como un área de vacancia.

Más de diez años nos separan de la finalización de obra para el Laboratorio Subterráneo ANDES. Esta brecha temporal constituye una oportunidad para comenzar a construir la comunicación pública y la propuesta educativa del laboratorio mediante el Centro Experiencia ANDES. En este trabajo se intentará identificar las pautas de diseño para el Centro, partiendo de marcos o perspectivas que reconocen y utilizan a las ideas previas como bases para la construcción de espacios facilitadores del aprendizaje significativo y el diálogo sobre el proyecto ANDES y sus principales líneas de investigación. Este Centro tendrá como destinatario a distintos públicos, incluyendo dentro de ellos a dos grupos sociales: estudiantes de escuelas provinciales y personas mayores de edad, en pleno ejercicio de su ciudadanía democrática. Es por eso que en este trabajo se decide comenzar la exploración con estudiantes de nivel secundario, ya que constituyen un público objetivo actual, y para la futura concreción de la iniciativa ANDES, serán parte de los ciudadanos capaces de tomar decisiones relacionadas a la ciencia, la tecnología y la educación.

Se espera que la presente investigación pueda ser un aporte para la comunidad internacional de comunicadores y educadores vinculados a proyectos científicos en la delimitación de las características de las ideas previas, para diseñar y concretar mejores estrategias de comunicación que permitan un aprendizaje significativo en los centros de visitantes de las instituciones.

1.5.1 Objetivo General

Analizar el conjunto de ideas o conocimientos previos que existen o emergen en torno a la construcción del Laboratorio Subterráneo ANDES, así como también de sus principales líneas de investigación (neutrinos y materia oscura), para identificar las bases conceptuales sobre las cuales diseñar el “Centro Experiencia ANDES”.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Indagar sobre las representaciones e ideas que emergen en estudiantes de nivel secundario de la ciudad de San Juan ante la posibilidad de la instalación del Laboratorio Subterráneo ANDES y las temáticas “materia oscura” y “neutrinos”, mediante una evaluación inicial o *front-end evaluation*.
- Definir estrategias que favorezcan un aprendizaje significativo en estudiantes de nivel secundario de la ciudad de San Juan, e inviten a pensar el “Centro de Experiencia ANDES” como un espacio dialógico.
- Definir pautas de diseño conceptual del “Centro de Experiencia ANDES” en base a las estrategias mencionadas en el punto anterior. Estas pautas de diseño se entienden como focos de interés, áreas de vacancia y concepciones que pudieran ser consideradas a la hora de concretarlo.

Marco teórico

This is my song in defence of the
fence, a little sing-along, an anthem
to ambivalence, the more you know,
the harder you will find it, to make
up your mind...

Minchin, 2010

Hasta aquí hemos recorrido algunos aspectos posibles que giran en torno a la iniciativa ANDES: la del laboratorio de física fundamental, la de una facilidad con posibles características binacionales enmarcada en una megaobra vial y la de un espacio que puede comenzar a construir su comunicación desde un punto de vista dialógico con las sociedades argentinas y chilenas. Ahora bien, presentaremos el sustento teórico que da marco a este trabajo de investigación. Aquí oscilamos permanentemente en la frontera entre las ciencias de la educación y las ciencias de la comunicación. Este trabajo de tesis representa una iniciativa que se encuentra entre estas dos áreas del conocimiento humano e intentaremos construir desde allí, en la frontera. También, trabajar en esta frontera entre disciplinas implica comprender que probablemente existan cuestiones que no estén unánimemente y admitan diferentes miradas.

Con este trabajo de tesis pretendemos sentar algunas recomendaciones para pensar en un Centro Experiencia ANDES en la provincia de San Juan, Argentina. La construcción de un espacio de estas características resulta relevante si pensamos en abordar la comunicación pública de la iniciativa desde perspectivas innovadoras, en la frontera de las nuevas teorías en comunicación de la ciencia. De la misma forma, un espacio de diálogo que apunte a la construcción de conocimientos y no a su mera transmisión, debe inevitablemente comprender qué saberes, sensaciones e ideas giran en torno a las temáticas que pretenden ser centrales: laboratorios subterráneos, materia oscura y neutrinos. El uso de la palabra pretenden, en la oración anterior, es intencional: los estudios podrían revelar que existen otros focos de interés en torno al proyecto que podrían ser centrales, y esos deberán ser considerados a la hora de encontrar sugerencias para planificar el Centro.

2.1 Construcción de laboratorios... saberes y diálogos

La construcción de un laboratorio subterráneo implica la realización de estudios geológicos y ambientales para determinar su factibilidad. Cada caso es particular. Cuando se trata de utilizar minas, o sectores de minas, inactivas, la composición de la roca que rodea los túneles es mayormente conocida. Además, podemos suponer que existen caminos predeterminados, que sirven como guía para las nuevas rutas y salas que implica un centro de investigación subterráneo. En el caso de los laboratorios subterráneos que se construyen en nuevos túneles viales, la cuestión es un poco diferente.

Si bien existen estimaciones de las distintas composiciones de rocas que pueden encontrarse en las distintas montañas del mundo, los estudios *in situ* son necesarios para confirmar qué tipo de materiales existen y cómo podrán ser utilizados, o no, para el cometido final. Parece lógico, no se puede construir sobre un terreno que se desconoce. O más bien, es posible construir sobre un terreno que se desconoce, pero existen más probabilidades de encontrar dificultades y problemas mientras intentamos completar la tarea.

En el área de las ciencias de la educación, existe una perspectiva que comparte la misma idea y se denomina constructivismo. Esta forma de ver el proceso de enseñanza-aprendizaje lleva más de 40 años desde su nacimiento, en la década de 1970. De manera general;

Básicamente puede decirse que [el constructivismo] es la idea que mantiene que el individuo — tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos — no es un mero reproductor del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos una persona realiza dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea. (Carretero, 1997)

El constructivismo es un paradigma, y sus teorías son las distintas formas de entender los procesos psicológicos mediante los cuales se construye conocimiento. Estas teorías difieren en sus concepciones epistemológicas, referidas a su definición del objeto

(qué se construye), la vía (cómo se construye) y el sujeto (quién construye). Si bien no entraremos en mayores detalles, podemos decir que estas diferencias oscilan entre *el carácter más o menos externo de la construcción del conocimiento, el carácter social o solitario de dicha construcción, o el grado de disociación entre el sujeto y el mundo* (Serrano González-Tejero y Pons Parra, 2011). Sin embargo, aunque existan estas diferencias entre las teorías, también encuentran ejes comunes. Por último, diremos que las aplicaciones de estos constructos teóricos, ligados a la enseñanza situada en las escuelas, se denominan *enfoques constructivistas* en el área de la educación. En estos enfoques, entender cómo las personas construyen conocimiento es el primer paso para comprender cómo mediante el proceso de enseñanza se promueve el aprendizaje.

Como indicamos en el párrafo anterior, aunque las teorías constructivistas poseen diferencias epistemológicas, también encuentran ejes comunes. Uno de estos ejes comunes es aquel que trata de dar entender cómo se sucede la construcción de significados y sentidos a los aprendizajes en las aulas. *Una de las claves en este proceso es el impacto que las experiencias educativas formales [tienen] sobre el desarrollo del alumno depende de su nivel de desarrollo socio-cognitivo, de sus conocimientos previos pertinentes y de los intereses, motivaciones, actitudes y expectativas con que participa en esas experiencias* (Serrano González-Tejero y Pons Parra, 2011). Para este estudio de caso utilizaremos enfoques de dos teorías. La primera, aquella relacionada a los aportes de Piaget (1896-1980) en relación a un constructivismo cognitivo,

(...) para Piaget, efectivamente, el proceso de construcción de los conocimientos es un proceso individual que tiene lugar en la mente de las personas que es donde se encuentran almacenadas sus representaciones del mundo. El aprendizaje es, por tanto, un proceso interno que consiste en relacionar la nueva información con las representaciones preexistentes, lo que da lugar a la revisión, modificación, reorganización y diferenciación de esas representaciones. (Serrano González-Tejero y Pons Parra, 2011)

Y la segunda, orientada a un constructivismo socio-cultural,

(...) [que tiene] su origen en los trabajos de Lev S. Vygotsky y postula que el conocimiento se adquiere, según la ley de doble formación, primero a nivel intermental y posteriormente a nivel intrapsicológico, de esta manera el factor social juega un papel determinante en la construcción del conocimiento, (...) la construcción de los conocimientos supone una internalización orientada por los “otros sociales” en un entorno estructurado. De esta manera el constructivismo socio-cultural propone a una persona que construye significados actuando en un

entorno estructurado e interactuando con otras personas de forma intencional. (...) (Serrano González-Tejero y Pons Parra, 2011)

La idea del aprendizaje como un proceso interno que relaciona lo nuevo con lo que ya existe, con aquello que se encuentra en la estructura cognitiva del aprendiz, es la base del denominado *aprendizaje significativo* (entre otros, Ausubel 1979, 2002; Novak y Gowin 1988, Moreira, 2005). El aprendizaje significativo es contrario a las ideas del aprendizaje memorístico y de *educación bancaria*, término acuñado por el pedagogo Paulo Freire (2005) para criticar los procesos de educación de corte tradicional que solo buscan depositar conocimientos en las personas que aprenden como si estos fueran meramente receptores de información.

La *educación bancaria* viene de la mano de las teorías conductistas, que tienen sus bases epistemológicas en el positivismo. Aquí, el tipo de aprendizaje es memorístico. No solo no existe un diálogo real entre quienes forman parte del proceso, sino que el aprendizaje se reduce a la acumulación de hechos, datos y variables. Este tipo de enseñanza también muestra una versión ingenua de la ciencia, donde se limita a una descripción y comprobación de los fenómenos de la realidad, despojándose (además) de todo carácter de proceso dentro de un marco social. La pérdida de este carácter de proceso crea, entre otras, una visión de ciencia como incuestionable, buena y objetiva. Algunos autores denominan a estas visiones como “visiones deformadas de la ciencia” (entre otros, Fernández, Gil et al., 2002; Stekolschik, 2008; Martín-García, 2021). Desde el punto de vista psicológico, y volviendo a las bases del conductismo, es inevitable mencionar que desde hace más de cuarenta años se sabe que existen variables psicológicas involucradas en el proceso de aprendizaje. Tal como para imaginar un laboratorio subterráneo que deleve los misterios del Universo, en enseñanza es necesario trascender lo que se observa;

La principal desventaja que presentó el conductismo fue la simpleza de sus explicaciones ante la magnitud de los fenómenos observados. Es decir, para poder apreciar la complejidad de ciertos procesos psicológicos era necesario trascender lo directamente observable y crear un nuevo esquema comprensivo. (Castellaro, 2011)

Si nuestra intención es generar un aprendizaje con sentido, con significado, en torno a la idea de la construcción de un laboratorio subterráneo, sería deseable considerar la perspectiva constructivista, y descartar la conductista. Es decir, no queremos que las personas que se acerquen a la posibilidad de la iniciativa ANDES se enfrenten a diálogos monológicos, de transmisión o de divulgación (del latín *divulgare* y significa “extender, poner al alcance de la gente común”). Queremos que nuestras decisiones educativas en torno al Centro Experiencia ANDES sean

decisiones debidamente justificadas por los últimos desarrollos en ciencias de la educación y que estas acciones nos permitan entablar diálogos con la ciudadanía.

Ahora bien, y pensando en la frontera entre distintas disciplinas como parte del desafío de este trabajo de tesis: ¿Qué aportes podemos recuperar, en esta dirección y sobre el proceso de apropiación de las ideas científicas, desde el punto de vista de las teorías de la comunicación pública de la ciencia? Exploramos la respuesta a esta pregunta en la siguiente sección.

2.2 Construcciones públicas, comprensiones públicas

Los laboratorios subterráneos suelen ser emprendimientos de carácter público que, en general, investigan en temas de ciencia fundamental. Los temas de ciencia fundamental, básica, son aquellos que son motivados por la curiosidad y su objetivo primario es aumentar el conocimiento humano sobre el tema que se elige investigar. Por ejemplo, la materia oscura, los neutrinos y su papel en la composición del Universo. Si bien las aplicaciones de las investigaciones en ciencia fundamental son potencialmente (y, en realidad, la historia lo demuestra desde la penicilina hasta el internet) infinitas, y nadie puede decir por adelantado y con seguridad cuáles son las áreas de impacto de la aplicación de esta ciencia, no es la justificación que motiva a hacerlas. Es cierto que las investigaciones en ciencia fundamental pueden justificarse por la potencialidad de las aplicaciones futuras, como por ejemplo, generar nuevas tecnologías, dispositivos o innovaciones. Sin embargo, algunos autores proponen que no es necesario justificar con posibles aplicaciones a este tipo de investigaciones (entre otros, Llewellyn Smith, 1998; Lerch, 2017). Para este tipo de justificaciones existe lo que se denomina “aplicaciones de la ciencia”, o a veces ciencia aplicada. La ciencia fundamental, no requiere las mismas justificaciones que las aplicaciones de la ciencia, son entes (aunque relacionados), diferentes;

Sócrates: ¿Incluimos la astronomía entre las materias de estudio?
Glaucón: Creo que sí, saber algo sobre las estaciones, los meses y los años es útil para fines militares, así como para la agricultura y la navegación.
Sócrates: Me divierte ver el miedo que tienes a que el pueblo te acuse de recomendar estudios inútiles.

Considero que los científicos deberían presentar argumentos culturales con más audacia. En particular, el gasto público en física de partículas puede y debe justificarse en gran medida por motivos culturales. La globalización de la física de partículas ayuda, y es relativamente

fácil convencer a la mayoría de la gente de que la humanidad en su conjunto debe seguir explorando esta frontera del conocimiento, y puede permitírsele. A la hora de justificar la física de partículas, resulta tentador invocar los spin-offs¹, como la World Wide Web que se inventó en el CERN (...), pero en mi opinión aportan un argumento secundario y la contribución al conocimiento debería ponerse en primer lugar. En mi experiencia, el público en general considera que el argumento cultural es al menos, si no más, convincente que los spin-offs, y es peligroso basar los argumentos en ejemplos de spin-off que pueden no resistir un análisis cuidadoso. (traducción propia, Llewellyn Smith, 1998)

Ahora bien, los estudios en comunicación pública de la ciencia pueden justificarse por varias razones. Pueden ser, según la propuesta de Weingart y Joubert (2019), del tipo educativo/dialógico o bien promocional/persuasivo. Si bien el espíritu de este trabajo es converger en el primero, no podemos negar que existirá siempre una componente del segundo tipo. Como lo plantean Cohen y Piovani (2014) sobre la importancia de reconocer que no existen actos de investigación puros, y que todo acto de investigación social contiene un mix de aportes de los planos cualitativos y cuantitativos, podemos agregar que no existen actos de comunicación puros, sino que serán un mix de ambas intencionalidades (educativo/dialógico o bien promocional/persuasivo). Para la autora de este trabajo, profesora de formación de grado, tanto la comunicación como la educación (entendida como parte de los procesos de comunicación social) deben buscar ser emancipadoras, en relación a dotar de habilidad a la ciudadanía para tomar decisiones debidamente informadas y razonadas. Es decir, esto requiere que la componente mayoritaria sea educativa/dialógica. Esta habilidad requiere, sin lugar a dudas, de una apropiación de los saberes científicos en relación a los saberes cotidianos que las personas poseen. Según (Cortassa et al., 2020), las prácticas en comunicación de la ciencia pueden tener, entre tantas, un propósito cívico-cultural. Estas prácticas;

Engloban el conjunto de estrategias, acciones y productos destinadas a impulsar la asct [apropiación social de la ciencia y la tecnología] y la expansión de la cultura científica mediante la comunicación. La concepción «cívica» de la cultura científica (Miller, 1998) implica que los sujetos no solo pueden integrar ciertos saberes a sus bagajes cognitivos y prácticos, sino que, a partir de ellos, se hacen más responsables de sus derechos y obligaciones como ciudadanos respecto de las cuestiones científicas y tecnológicas. (Cortassa et al., 2020)

¹Spin-off: término que refiere a algo que se crea en el seno de otra cosa ya existente

Aquí, en la cita de Cortassa et al., aparece el carácter integrativo de los saberes científicos con los saberes ya existentes en lo cognitivo y lo práctico. Volvemos a traer el enfoque constructivista en educación, que hemos desarrollado al principio de esta sección, y que nos lleva a convencernos de la necesidad de estudiar, conocer y reconocer los bagajes previos de las personas antes de iniciar acciones comunicativas o educativas en torno a la concreción de un espacio dialógico sobre la iniciativa ANDES.

En primera medida, para un espacio dialógico, se necesita un lugar donde poder dialogar. Y, dentro de las nuevas concepciones sobre museos, un espacio museológico es un espacio para dialogar. Este tipo de espacios contienen, al igual que para la idea de un laboratorio subterráneo, la necesidad de integrar múltiples disciplinas para llegar al fin deseado. La educación y la comunicación son parte de estas disciplinas. Las experiencias humanas en torno de museos pueden encuadrarse dentro del aprendizaje no formal. Así como en el aprendizaje escolar, el denominado formal, es de vital importancia fundamentar las decisiones que se toman en los diseños de las instalaciones mediante la recopilación y el análisis sistemáticos de información o datos que proveen quienes visitan los espacios (The Visitor Studies Association, 2021).

Ya sea en el campo de la educación formal o no formal, el modo de construir nuevos saberes se ancla en el mundo de las ideas, los saberes y las sensaciones que las personas ya poseen previamente. Si bien no entraremos en discusiones sobre cómo se construyen estos saberes previos, sí nos interesa decir que la construcción de significado en los aprendizajes, o el proceso de *aprendizaje significativo*, es un área de trabajo en la cual se ponen en juego aspectos cognitivos y psicológicos de las personas que aprenden. Según Ausubel (1976, p.1), *el proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (...). La gran eficacia de este tipo de aprendizaje se debe, en parte, a una de sus principales características: la intencionalidad. Esta permite utilizar las ideas previas como sustento para lograr internalizar y hacer inteligibles grandes cantidades de nuevos significados de palabras, conceptos y proposiciones, con relativamente pocos esfuerzos y repeticiones* (Ausubel, 1976, p. 8).

El marco que permite el estudio de este aprendizaje proviene de la intersección entre los estudios sociales de la psicología y la educación: la psicología educativa. Desde hace más de 50 años, los estudios en materia de psicología educativa se desarrollan dentro del paradigma denominado *cognitivismo*. Este brinda un lugar central a los *estados cognitivos y estrategias de procesamiento de la información, como determinante primario del aprendizaje con comprensión y memoria a largo plazo* (traducción propia,

Wittrock, 1974). Uno de los modelos cognitivos es el llamado *generativo*. Su premisa fundamental, tal como lo plantea Wittrock (1974) es que las personas tienden a generar percepciones y significados que son coherentes con su aprendizaje previo. Conocer estos aprendizajes previos, en términos educativos las denominadas “ideas previas”, y reconocer su importancia es, desde el punto de vista cognitivista, crucial para poder comprender y predecir los aprendizajes. *El aprendizaje puede predecirse y comprenderse en función de lo que los alumnos aportan a la situación de aprendizaje, de cómo remiten los estímulos a su memoria y de lo que generan a partir de sus experiencias previas.* (traducción propia, Wittrock, 1974)

Los resultados de estas investigaciones pueden extenderse no solo al campo de la educación, sino también a todas aquellas actividades que involucran el proceso de aprendizaje en seres humanos. Dentro del marco de la comunicación y la comprensión pública de la ciencia, nuevos paradigmas discuten lo que el modelo cognitivista ubica como central en el proceso de aprendizaje: la importancia de reconocer a las personas como dotadas de conocimientos, habilidades, valores y criterios que les permiten reflexionar sobre distintos aspectos de la ciencia, así como también de las personas que hacen ciencia (Cortassa, 2010). Este enfoque se denomina ‘etnográfico-contextual’ y se presenta en como superador al modelo del déficit cognitivo (Lewenstein, 2013);

(...)[entre otros, las] anécdotas comunes entre la comunidad científica sobre la incapacidad del público para comprender incluso las ideas básicas de probabilidad, escepticismo y evidencia, han dado lugar a clamores sobre la falta de conocimientos y, a continuación, a nuevos programas para proporcionar información que llene el vacío de conocimientos. Este planteamiento se conoce como el modelo del “déficit”, ya que describe un déficit de conocimientos que hay que subsanar, con la presunción de que, una vez subsanado el déficit, todo será ‘mejor’ (signifique esto lo que signifique).

Es decir, el modelo del déficit propone más bien una comunicación unidireccional y enfocada en causar un efecto.

Para finalizar, en trabajo sostendremos un diálogo entre ambos marcos referenciales (el de la educación y el de la comunicación), en donde podamos reconocer al proceso de comunicación de la ciencia que se pretende en el Centro de Experiencia ANDES como interdisciplinar. Trazando conexiones entre las teorías educativas y de aprendizaje antes presentadas, pensamos a la comunicación de la ciencia para ese Centro como un caso particular de las prácticas de intercambio y discusión del conocimiento, dentro del proceso de aprendizaje significativo. Consideramos también

los aportes de la teoría cognitivista generativa para el desarrollo de las estrategias pueden favorecer los procesos de aprendizaje significativos en el Centro.

2.3 Percepciones públicas y laboratorios subterráneos

Tomar decisiones, en el sentido más amplio de la vida en democracia, implica no solo utilizar nuestros conocimientos sobre un tema, sino también integrar estos conocimientos con nuestras propias percepciones. Las percepciones son esos primeros conocimientos que tenemos sobre un saber, y es información que nos llega mediante nuestra interacción con el mundo. Estos conocimientos que nos llegan mediante los sentidos son los que construyen nuestras representaciones mentales e ideas sobre la realidad. Estas representaciones pueden constituir oposiciones, apoyos, resistencias o evaluaciones de riesgo que constituyen parte de la percepción pública de la ciencia y que deben considerarse a la hora de entablar un diálogo social en torno a las cuestiones relativas a ANDES.

En el caso de un laboratorio subterráneo y sus temas de investigación, que se suponen mayormente desconocidos para la población, podría ser natural la aparición de dudas, resistencias, oposiciones o evaluaciones de riesgos basadas en experiencias que se relacionan a otras cosas desconocidas o misteriosas en la vida cotidiana. Es por eso que proponemos, a continuación, una revisión de algunas perspectivas que permiten pensar categorías de análisis relacionadas al riesgo y su percepción para la formación de oposiciones y resistencias en torno a la temática de la iniciativa ANDES.

2.3.1 Oposiciones y resistencias

Desde la perspectiva de Bauer (1995, p. 1), la *resistencia* podría entenderse como un término de múltiples significados, la mayoría de ellos con connotaciones negativas. Uno de los significados puede ser el de grupos o fuerzas que modelan los avances o desarrollos tecnológicos, considerando a estos últimos como objetos no neutrales que son creadores de oportunidades y de restricciones para la humanidad. Cuando las inquietudes, percepciones o reclamos de una comunidad o grupo no son contenidos por las instituciones involucradas en una controversia, nace la resistencia. El paso previo a una resistencia, cuando todavía hay posibilidad de diálogo institucional, es la oposición.

Durante el desarrollo de este trabajo vamos a preferir el término *oposición*, considerando que todos los aportes que mi trabajo de tesis pueda realizar al caso ANDES nos permitan pensar en una relación entre las comunidades involucradas que no necesite llegar a la cristalización de las oposiciones en formas de posicionamientos extremos, tal como lo plantea el término *resistencia*.

Los avances o desarrollos tecnológicos que menciona Bauer (1995) pueden acompañarse por la potencialidad de producir daños a gran escala, según lo plantea Slovic (1987). El autor afirma que muchos de los mecanismos que sostienen a estos avances son incomprensibles y fuera del ámbito diario de gran parte de la población. Pensando en iniciativas como ANDES y similares, podríamos trazar una conexión con esta propuesta: asumimos que la mayor parte de las tecnologías que se utilizan en las investigaciones en el área de Astrofísica son desconocidas fuera del ámbito específico. Partiendo de este desconocimiento, y suponiendo el caso en el que finalmente la iniciativa tome un carácter público, intentaremos imaginar cómo podrían nacer, quienes adherirían y dónde podríamos encontrar posibles grupos o fuerzas de oposición.

Las consideraciones que se tomarán al realizar este ejercicio son las que propone Bauer (1995) en torno a los contextos de desarrollo de los proyectos tecnológicos, extendiéndose en este caso a los proyectos científicos: es probable que las características de las oposiciones reales que se generen posean algunas diferencias con las que podamos imaginar. Los problemas de las oposiciones en Latinoamérica podrían tomar ángulos distintos a los que se desarrollan en Europa u otras partes del mundo, por ejemplo, en el desarrollo de diversas tecnologías. Con respecto al *no conocimiento o no saber* como concepto, tomaremos como punto de partida las ideas que proponen Beck y Wehling (2012) del no conocimiento asociado al riesgo, y nos extenderemos hacia las perspectivas de Hobson-West (2003, p. 279) que recupera Gross (2016, p. 14): no buscar las ideas (o percepciones de riesgo) para encontrarlas, sino asumir una búsqueda que contemple la no necesidad de existencia de estas percepciones, como un resultado posible.

Desde la perspectiva de Slovic (1987), el estudiar cómo podrían construirse las oposiciones y percepciones de riesgo en torno a ANDES, es pertinente para conocer las características de estos grupos y sus percepciones. Este conocimiento ayudará a mejorar los procesos de educación, las predicciones de respuestas opositoras a las nuevas tecnologías que se emplazarán bajo la cordillera de los Andes, así como también desarrollar nuevas formas de gestionar los riesgos asociados. Esta gestión, así como también su identificación, van a ser enmarcados dentro de las conceptualizaciones de Beck y Wehling (2012), transversalizadas por la perspectiva de Gross (2016).

Por último, en base a los aportes de Bauer (1995) sobre la necesidad de canalizar de manera institucional (ya sea por equipo de la iniciativa ANDES, por los gobiernos provinciales o nacionales o por otras instituciones vinculadas a la cuestión) las inquietudes que estos grupos podrían presentar, abre una posibilidad para que estos grupos no lleguen a cristalizarse en una resistencia.

2.3.2 ¿Cómo podría nacer la oposición?

Para Beck y Wehling (2012), la pluralidad, legitimidad e igualdad de estatus frente a diferentes percepciones sobre lo desconocido son la base para comenzar a reflexionar sobre el tema de los “no saber” y los riesgos que se asocian a estos. Gross (2016, p. 395) propone el uso de diferentes grados de no saber como marco analítico para estudiar los posibles efectos o eventos inesperados, producto de una acción determinada. Es en ese sentido que

(...) el no saber puede ser considerado como una información adicional que aporta una nueva perspectiva al debate sobre seguridad y protección ciudadana. En lugar de incorporar ad infinitum todo tipo de cuestiones consideradas desagradables bajo el paraguas del “riesgo” y, por lo tanto, definir cada vez más aspectos de la toma de decisiones como tal, sería más útil aclarar los conceptos existentes identificando las limitaciones asociadas a la localización de procesos sociales y toma de decisiones en el ámbito del riesgo. (traducción propia, Gross, 2016, p. 393)

Entonces, supongamos que la iniciativa tome un carácter público tal que, en principio, las poblaciones directamente vinculadas al lugar de construcción (por ejemplo, la ciudad San Juan, provincia de San Juan, Argentina) comienzan a interiorizarse en la temática. Aquí es necesario intentar comprender, tal como lo plantea Slovic (1987), que aunque exista un análisis previo del riesgo que evalúe técnicamente los peligros de un centro de investigaciones de este tipo², la ciudadanía desarrollará sus propias percepciones de riesgo, en términos del autor. Estas percepciones de riesgo tendrán algunas de sus bases en noticias que se publiquen en los medios de comunicación (que presentan desde su propia perspectiva los problemas y amenazas que se producen), así como también el miedo a cuestiones desconocidas o invisibles (cómo podría ser la temática de un laboratorio subterráneo). Sobre esto último, autores como Gross (2016) o Slovic (1987) advierten que en la invisibilidad de las

²Aquí podemos citar el informe de un proyecto similar: “Draft environmental assessment for the construction and operation of the long baseline Neutrino Facility and Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) at Fermilab, Batavia, Illinois and Sanford Underground Research Facility, Lead, South Dakota”. Recuperado de: https://docs.google.com/document/d/1XFS881-eNsk0P1X_1DvHGn80Aaw1lqjlaeF3WBIPQP8/edit?usp=sharing. Visitado por última vez Abril 2022.

amenazas es considerado, en la actualidad, una dimensión aceptada que influye en la percepción de riesgo³.

2.3.3 ¿Qué podría encontrarse?

Para responder a esta pregunta, presentaré un caso de controversias en torno a instalaciones de física subterránea, con actividades de investigación semejantes a las que se llevarán a cabo en ANDES. El caso es el del Laboratorio Nacional de Gran Sasso⁴ (Teramo, Italia) donde se produjo la contaminación de un acuífero subterráneo con productos químicos de la instalación, pese a las medidas de seguridad que el Laboratorio sostenía implementar en sus documentos públicos⁵, y se evaluaron los riesgos de futuras contaminaciones.

Según se puede recuperar en PhysicsWorld (2019), durante el año 2003 se produjo un cierre temporal del Laboratorio debido al derrame accidental de 50 litros de un hidrocarburo contaminante sobre un acuífero subterráneo de la zona. Este cierre fue decretado por un juez de la provincia de Teramo. Durante el año 2018 una nueva controversia surge cuando nuevas investigaciones revelan que podrían haber sucedido nuevos episodios de contaminación en los años 2016 y 2017, y que éstos se originaron por problemas estructurales que todavía persisten.

Si tomamos en cuenta la propuesta de Bauer (1995) sobre los medios como forma de obtener *feedback* de los procesos de resistencia y las ideas de Slovic (1987) sobre los medios como fuente para la construcción de las percepciones de riesgo, podemos mirar la cobertura mediática del asunto para construir una respuesta a las preguntas de esta sección.

Para esta tarea, se pudieron recuperar dos publicaciones en el diario italiano “Il Fatto Quotidiano”⁶ (28-09-2018 y 02-10-2018) que se ubican en la sección “Giustizia e Impunita” (“Justicia e Impunidad”) en donde se exponen las acusaciones por parte de fiscales y grupos ambientalistas sobre los riesgos y accidentes del Laboratorio. Por ejemplo, en la publicación “Gran Sasso, indagati i vertici dell’Istituto di fisica

³El autor cita a la publicación ‘The Politics of Invisibility’ de Kuchinskaya (2014) como referencia de estas consideraciones.

⁴Puede encontrarse más información sobre el mismo en su página oficial (inglés): <https://www.lngs.infn.it/en> o en su página de Wikipedia (español): ‘Laboratorio Nacional de Gran Sasso’. Link: https://es.wikipedia.org/wiki/Laboratorio_Nacional_del_Gran_Sasso. Visitado por última vez Junio 2022.

⁵Por ejemplo, podría visitarse la página del Laboratorio en la sección Seguridad: <https://www.lngs.infn.it/en/safety> Visitado por última vez Abril 2022

⁶Su página oficial (italiano) puede encontrarse en el siguiente enlace: <https://www.ilfattoquotidiano.it/>. Algunas características, como su alcance, pueden ser encontradas en su página de Wikipedia (español) mediante el siguiente enlace: https://es.wikipedia.org/wiki/Il_Fatto_Quotidiano. Visitado por última vez Abril 2022.

nucleare e Strada dei Parchi: Pericolo di inquinamento delle acque” (“Gran Sasso, investigó a los líderes del Instituto de Física Nuclear y Strada dei Parchi: Peligro de contaminación del agua”) se menciona;

En particular, el apoderado se queja ante la alta dirección del Instituto Nacional de Física Nuclear por haber mantenido en funcionamiento los laboratorios sin haber verificado que existiera un “aislamiento hidráulico adecuado de las obras de captación y conducción del agua destinada a la potabilización de las aguas”... y, por tanto, sin aplicar las medidas “encaminadas a evitar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas”, así como no haber adoptado “las medidas necesarias para la eliminación de la zona de respeto por sustancias peligrosas retenidas y utilizadas en actividades de laboratorio”. (traducción propia, Il Fatto Quotidiano, 2018a)

Otro caso, de la misma fuente, es la publicación titulada “Gran Sasso, le accuse all’Istituto di fisica: Rischio contaminazione da composti chimici per acqua di 700mila cittadini” (“Gran Sasso, las acusaciones contra el Instituto de Física: Riesgo de contaminación por compuestos químicos para el agua de 700 mil ciudadanos”):

Lo que preocupa al juez de instrucción, que ordenó el embargo de algunas zonas del Instituto de Física Nuclear, es sobre todo “el estado de abandono general, cuando no de degradación, de algunos tramos de los túneles del laboratorio”, donde “se recoge la mayor parte del caudal que se destina a uso de agua potable” que sirve a 700 mil ciudadanos de Abruzzo. “No se lo pueden garantizar a la comunidad [al abastecimiento del agua potable sin contaminantes]”, escribe el juez. (traducción propia, Il Fatto Quotidiano, 2018b)

Es interesante notar que en otras fuentes que se pudieron recuperar⁷, la cobertura mediática mantiene un formato semejante: se mencionan las resoluciones de la justicia de la provincia de Teramo y en algunos casos se incluye también testimonios de las personas responsables del laboratorio. Sobre esto último, podemos extraer una declaración de uno de los responsables, citado en la revista Science (2018): *Gianpaolo Bellini, físico de partículas de la Universidad de Milán en Italia y ex vocero*

⁷Por ejemplo “Acqua Gran Sasso. Indagati per inquinamento ambientale i vertici INFN e Strada dei Parchi” (Agua del Gran Sasso. Los directivos del INFN y de Strada dei Parchi son investigados por contaminación ambiental). Recuperado de: <http://www.mountainblog.it/redazionale/acqua-gran-sasso-indagati-inquinamento-ambientale-vertici-infn-strada-dei-parchi/> o bien “I laboratori del Gran Sasso sono nei guai” (el Laboratorio de Gran Sasso está en problemas). Recuperado de: <https://www.ilpost.it/2018/10/10/laboratori-gran-sasso-inchiesta-perdite-ambiente/>. La autora de este trabajo utilizó el siguiente enlace: <https://www.lexicool.com/traduccion-pagina-web.asp> para traducir al español las noticias. Todos los enlaces visitados por última vez Mayo 2022.

de Borexino, uno de los experimentos del laboratorio en peligro, dice que los temores de contaminación son “infundados” (traducción propia, Science, 2018). En este mismo artículo también se pueden recuperar declaraciones de un científico que trabajó en el mencionado Laboratorio, que parece tomar una posición más conservadora sobre los hechos:

Andrew Sonnenschein, físico del Fermi National Accelerator Laboratory en Batavia, Illinois, que trabajó en Borexino como investigador postdoctoral justo antes del derrame de 2002, dice que el accidente fue causado por el “caos en la gestión” de la planta utilizada para purificar el pseudocumeno de Borexino. Pero insiste en que el incidente fue “bastante exagerado” y dice que los críticos de Gran Sasso “no piensan cuantitativamente” sobre el pequeño riesgo involucrado. “Gran Sasso es una instalación maravillosa y sería una pena que estos experimentos tuvieran que cerrarse”, dice. “No hay ningún beneficio público en hacer eso”. (traducción propia, Science, 2018)

Por último, y de la misma fuente, se pueden recuperar declaraciones de un representante de grupos ambientalistas de Italia (De Sanctis): *De Sanctis ve las cosas de otra manera. “Soy un partidario de la investigación científica” dice. “Pero la investigación debe tener sus límites, particularmente cuando se trata de derechos básicos como el derecho al agua potable”.* (traducción propia, Science, 2018)

Con la información antes recuperada (notas periodísticas de la revista Physics World (2019) y Il Fatto Quotidiano (2018)), podríamos comenzar a construir una respuesta a la pregunta que abre esta sección: realizando una búsqueda de problemas que los posibles sensibilizados podrían relevar en proyectos similares a ANDES, podría encontrarse el caso del Laboratorio Gran Sasso (Italia) y las personas podrían preguntarse si no existe un riesgo para con el agua subterránea de la cordillera de los Andes. En este caso, se opondrían a una posible contaminación de los acuíferos naturales. Esta posible contaminación es un riesgo tangible, no invisible y que en la provincia de San Juan podría constituir una amenaza percibida, construida no solo con la información que puede recuperarse del caso de Gran Sasso, sus propias percepciones de riesgos y amenazas, sino también por casos históricos⁸ dónde este recurso fue afectado (aunque fuera por otro tipo de emprendimientos y no relacionados con los materiales que se podrían encontrar en ANDES). Si adoptamos

⁸Por ejemplo, puede encontrarse en los medios digitales: “Derrame de cianuro en San Juan: el agua es potable pero investigan daño ambiental”. Recuperado de: <https://www.infobae.com/2015/09/22/1757110-derrame-cianuro-san-juan-el-agua-es-potable-pero-investigacion-dano-ambiental/> o bien “Megaminería. Barrick Gold: a seis años del derrame de Cianuro y Mercurio que contaminó al menos cinco ríos de San Juan”. Recuperado de: <https://www.laizquierdadiario.com/Barrick-Gold-a-seis-anos-del-derrame-de-Cianuro-y-Mercurio-que-contamino-al-menos-cinco-rios-de-San>. Todos los enlaces visitados por última vez Mayo 2022.

la perspectiva de Slovic (1987) en torno a los factores sociales y culturales como las raíces de las percepciones y aceptaciones de las amenazas o los riesgos, los hechos que ya sucedieron en torno a la contaminación del agua y que fueron transmitidos por los medios de comunicación, por autoridades y entre los círculos íntimos (familia, amigos, colegas de trabajo) podrían constituir factores que alimenten una oposición.

Por último, mencionaremos algunos emergentes que, en base a los aportes teóricos recorridos, podrían ser los disparadores para una real resistencia a la iniciativa ANDES. Afirmaciones como “los temores de contaminación son infundados” o “los críticos de Gran Sasso “no piensan cuantitativamente sobre el pequeño riesgo involucrado” por parte de autoridades o personas involucradas en el trabajo diario del Laboratorio Gran Sasso, niegan las diferentes percepciones sobre amenazas o riesgos en la sociedad, y como lo plantea Gross (2016), estas percepciones no pueden ser simplemente desestimadas como sesgadas o irracionales. Las consecuencias de esta desestimación serán reales, pudiendo ser la pérdida de confianza en las instituciones involucradas (por ejemplo, la Comisión Nacional de Energía Atómica o las Universidades Nacionales de Chile) el primer síntoma de la conformación de los grupos resistentes. Como lo desarrolla Vallejos Romero (2012), la confianza en las instituciones es un factor relevante a la hora de la construcción social de las percepciones de riesgo y es por eso que se convierte en un campo de interés para su estudio. Una forma de estudiar la confianza en las instituciones es mediante las encuestas de percepción pública de la ciencia, de las cuales nos ocuparemos más adelante en este trabajo. También podrían ser una muestra (no es posible confirmarlo) de lo que plantean Beck y Wehling (2012) acerca del uso del secreto o de ignorar cierta información conscientemente para perseguir los propios intereses. En cualquier caso, y para la autora, habla de la necesidad de ejercitar la capacidad y las formas de diálogo entre las distintas comunidades que componen la sociedad, en torno a una iniciativa como ANDES y para evitar la cristalización de resistencias.

En otras declaraciones como “*Gran Sasso es una instalación maravillosa y sería una pena que estos experimentos tuvieran que cerrarse, no hay ningún beneficio público en hacer eso*” también podrían reconocerse perspectivas de Slovic (1987) y Gross (2016) con respecto a la situación actual del Laboratorio (se encuentra en operación) y una posible aceptación de los riesgos que involucra. Esta aceptación podría ser debido a los beneficios que la operación del mismo dejaría (ya sea pensado en términos de capital cultural, económico), debido a un proceso de mayor control ciudadano sobre la instalación o a trabajos realizados con respecto a la comunicación pública del Laboratorio que permitan aumentar la familiarización con el mismo y el nivel de conocimiento sobre lo que sucede allí adentro.

2.3.4 ¿Qué otras características podemos proyectar para las percepciones de amenazas o riesgo en torno a ANDES?

Intentaremos ubicar a la ANDES en la escala que propone Slovic (1987, p. 3) cuando se refiere a los estudios de percepción del riesgo mediante test psicométricos (Figura 2.1);

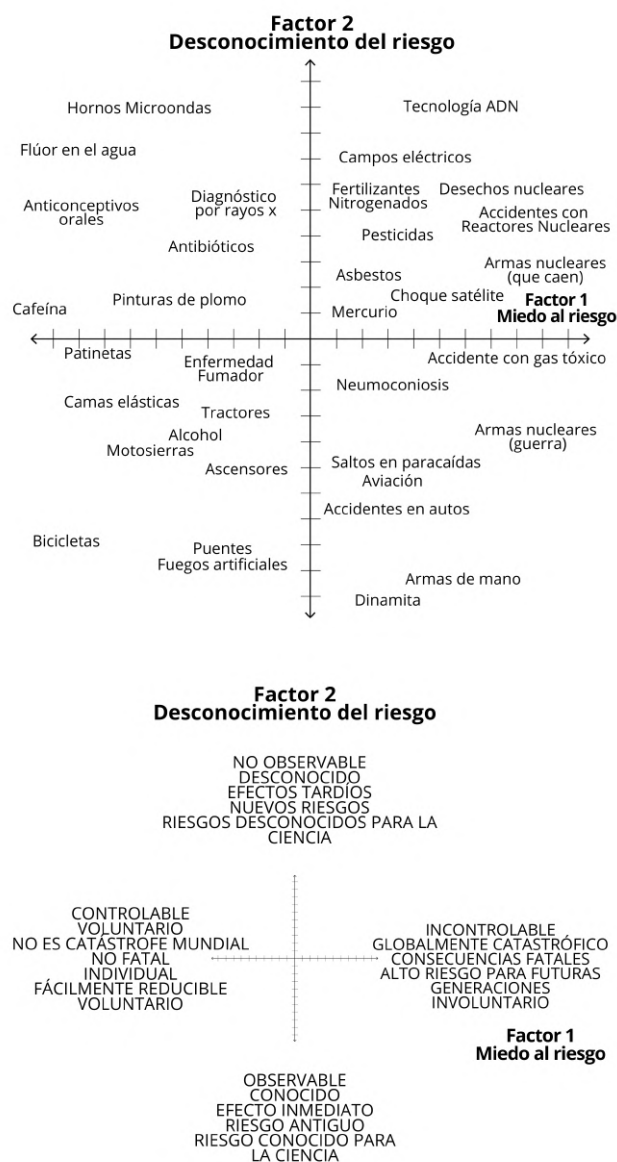


Fig. 2.1: Caracterización de riesgo por Slovic (1987) según diversos factores. Fuente: Adaptación de Slovic (1987, p. 3).

Según el esquema de caracterización de riesgo (Figura 2.1), se puede estimar que la iniciativa ANDES se sitúa en algún punto intermedio entre las tecnologías de ADN y los campos eléctricos analizados por Slovic (1987, p. 3). Esto se debe a que se trata de una iniciativa que representa un riesgo nuevo, utilizando tecnologías desconocidas y no observables (debido a que es subterráneo). Es una propuesta externa que podría generar riesgos para las futuras generaciones (como se menciona en la introducción de este trabajo, el Laboratorio tiene previsto funcionar durante 100 años desde su inicio), pero no exhibe las características de ser un productor de catástrofes globales o de riesgos que se incrementen con el tiempo. Tomando esta estimación en la escala de clasificación de riesgos podemos sumar, desde la perspectiva del mismo autor, que los riesgos o amenazas percibidos para esta iniciativa también pondrán en juego los beneficios que proveerá para la sociedad. Este balance entre riesgos o amenazas y beneficios podría ser un recurso que, recuperando riesgos históricos o actuales (cómo podrían ser los estudios previos o incidentes en otros laboratorios) nos lleven a predecir la aceptación de los mismos. Sobre las previsiones de lo que se sabe que podría ser un riesgo y aquellas cosas que serán reconocidas como incertidumbres o imposibles de categorizar como tales, Beck y Wehling (2012) nos indican que las aceptaciones de las cuestiones que no pueden ser aseguradas, que son desconocidas o no previsibles dependen de factores como la credibilidad científica o política de los actores involucrados, las instituciones que sean reguladoras de los aspectos que preocupan y la capacidad de hacer o producir resultados científicos. En relación a estos factores, postularé posibilidades concretas de aumentar la aceptación de posibles riesgos.

Una de las propuestas en torno a la seguridad e impacto ambiental de la iniciativa es integrarlas a las del Túnel Agua Negra. Para los temas relevantes al impacto de ANDES, participarán de esa comisión representantes de la iniciativa en forma minoritaria. Esto podría sumar aceptación ya que, se podrían exponer de manera detallada los potenciales riesgos que evalúa la comunidad científica sin tener una capacidad directa de validar las decisiones en torno a estos. La parte mayoritaria podría estar integrada por representantes de la región de Coquimbo, de la provincia de San Juan y de la obra Túnel de Agua Negra. Es decir, un sistema de control, auditorías o comisiones dónde los intereses científicos de ANDES están representados, pero que por sí solos no tengan poder de decisión final sobre qué materiales, experimentos, construcciones o dispositivos se aprueban para su inclusión dentro del Laboratorio, en base a su evaluación de riesgos, amenazas o eventos que podrían interferir de manera negativa con el medio ambiente. Sobre la credibilidad política o científica de los actores involucrados, y en línea con los aportes de Bauer (1995), existiría una necesidad de no desestimar los riesgos percibidos en base a los casos problemáticos en otros proyectos similares, ya que al hacerlo, podríamos transformar las oposiciones en resistencias. El trato de estas cuestiones conlleva un proceso de aprendizaje para todas las personas involucradas en la iniciativa. Si se está

dispuesto a transitarlo, Bauer (1995) indica que en este proceso se construirán nuevos procedimientos y se sucederán nuevos debates en las interfaces de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Por último, y en relación con la capacidad de producir resultados científicos, esta se encuentra directamente vinculada a lo que Bauer (1995) indica como la difusión de las resistencias: si las personas tienen opciones sobre las cuestiones relativas a ANDES (por ejemplo, sobre qué experimento es aceptable ponderando los riesgos y los beneficios), se puede evitar la formación de oposiciones o resistencias en movimientos sociales. Seguramente estas opciones tendrán impacto en las investigaciones que puedan llevarse a cabo en una instalación de estas características, y sus resultados científicos. Quizás, y tomando los aportes de Gross (2016, p. 393), estas limitaciones sobre lo que es aceptable y lo que no dentro de ANDES para distintos grupos sociales que pretendan involucrarse, lleve a impulsar nuevos desarrollos científico-tecnológicos en dónde los mismos objetivos puedan ser alcanzados con menos o ningún riesgo de los que inicialmente existen⁹.

2.4 “From heaven to underground” (o el estado actual de las cosas)

Como se expuso anteriormente, la puesta en operación de laboratorios subterráneos con el objetivo de estudiar algunos de los fenómenos más evasivos del Universo (materia oscura y neutrinos, entre otros), comienza a finales de la década de 1970 y se extiende hasta la fecha. Recordemos, también, que la constitución de departamentos de educación y comunicación científica es una práctica común en este tipo de proyectos, así como también la instalación de centros de visitantes.

La autora de este proyecto de tesis relevó este tipo de acciones, en todos los departamentos de comunicación y educación de los laboratorios subterráneos profundos mencionados anteriormente, mediante correos electrónicos. Logró respuesta solamente de Boulby en Reino Unido, SNOLAB en Canadá, CANFRANC en España, SUPER KAMIOKANDE en Japón, Gran Sasso en Italia y SUPL en Australia, indagando sobre la existencia de relevamientos o estudios previos a la instalación de los laboratorios o centro de visitantes. Recordemos que este tipo de estudios no es frecuente, y los equipos de trabajo en comunicación y educación de los

⁹Por ejemplo, cuando se desarrolló un nuevo tipo de líquido para detectores de partículas que tuviera un punto de ignición imposible de alcanzar aún en las condiciones de trabajo más extremas. El punto de partida fueron líquidos que podían incendiarse muy cerca de la temperatura ambiente. Puede recuperarse más información, por ejemplo, en “Development of a gadolinium-loaded liquid scintillator for solar neutrino detection and neutron measurements”. Recuperado en febrero de 2024 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168900203033163>

laboratorios anteriormente mencionados manifestaron que no se han realizado relevamientos previos. Esto también podría evidenciar la manera en la cual la comunicación pública y propuestas educativas de este tipo de proyectos es realizada: de manera unidireccional y con el objetivo de alfabetizar y transmitir. Así mismo, algunos de estos equipos de trabajo en laboratorios subterráneos profundos (por ejemplo, el caso australiano) respondieron a la consulta inicial por correo electrónico (¿Realizaron estudios de percepción pública antes o después de la instalación de su laboratorio?) sobre estudios previos con interés en conocer los posibles métodos y conclusiones de este trabajo de tesis, debido a lo novedoso de la propuesta. Lo “novedoso” radica en intentar comprender a los posibles públicos desde etapas tempranas y evaluar si se obtienen mejores resultados al diseñar centros de experiencias o visitantes con los mismos potenciales visitantes y en relación a sus ideas, concepciones y sensaciones en torno a un laboratorio subterráneo y los temas que allí se investigan. Además, y en relación con este sondeo anterior, podemos comentar cuál parece ser la perspectiva de trabajo en el área, tomando información de las presentaciones de comunicación en la última edición del congreso especializado en ciencia subterránea TAUP (por sus siglas en inglés, Topics on Astroparticle and Underground Physics).

Cada dos años tiene lugar esta conferencia y resulta ser la más importante en el área de la física subterránea y de astropartículas. El nombre de esta sección proviene de una pieza de comunicación de la ciencia para la edición 2019 en la ciudad de Toyama, Japón (Figura 2.2);

En 2023, en la sección “Outreach”¹⁰ de la edición XVIII de TAUP (Viena, Austria), pueden evidenciarse los últimos aportes y perspectivas en materia de comunicación pública de estos temas. Los mismos parecen tener, en su mayoría, algunas tendencias al modelo deficitario.

Por último, y mediante búsquedas en internet, solo se ha podido relevar dos estudios (uno cita al otro: Woithe y Kersting, 2020 cita a Coble et al., 2013) en el área de la educación, relativos a las concepciones relativas a “materia oscura”;

La cantidad de investigaciones previas sobre las concepciones de los estudiantes de secundaria sobre la materia oscura es mínima. Sin embargo, Coble et al. informaron de que incluso los estudiantes universitarios desconocían en su mayoría la existencia y los orígenes de la materia oscura al entrar en un curso de astronomía de educación general. Además, incluso después de la instrucción, los estudiantes tenían dificultades para distinguir entre materia oscura y energía oscura.

¹⁰Pueden encontrarse los aportes de las sesiones de Outreach en el siguiente enlace: <https://indico.cern.ch/event/1199289/sessions/490585/%2320230830>. Recuperado en noviembre de 2023.



Fig. 2.2: Bandera de la edición 2019 de la conferencia TAUP, en donde puede evidenciarse en las últimas líneas la leyenda “heaven underground” (el cielo bajo tierra), que inspira el nombre de esta sección.

(...) pero también de otros conceptos ‘misteriosos’ como la antimateria y los agujeros negros. (traducción propia, Woithe y Kersting, 2020, p. 7)

Para las temáticas “neutrino”, “laboratorios subterráneos”, no se han podido recuperar estudios que pudieran ser útiles para realizar comparaciones con los resultados de este trabajo de tesis.

Tomando en cuenta todas las consideraciones de esta sección, es que podemos pensar a este trabajo de tesis como un aporte en el área de la física de partículas y física subterránea. Este aporte se refiere a la posibilidad de mejorar la comunicación de estos temas para fomentar una comprensión más profunda y accesible para distintas comunidades de manera global.

Metodología

Ya sea en el área de la física de partículas o en la investigación social, para aproximarse a la resolución de un problema o una pregunta es importante la flexibilidad en el primer abordaje. En la actualidad, las formas de trabajar para hacer ciencia son tan amplias como la ciencia misma, y las maneras de llegar a un conocimiento responden muchas veces a las particularidades de cada área de investigación.

Por ejemplo, para investigar sobre la existencia de una partícula dentro del Modelo Estándar (Braibant et al., 2011) que responda a la idea de materia oscura, se utilizan diversas aproximaciones teóricas y experimentales. Sobre las teóricas, podemos mencionar que existen varios “candidatos” a materia oscura. Es decir, partículas que teorizamos podrían responder a la forma en la cual pensamos que interactúan con la materia común.

Cada “candidato” posee sus propias características y mediante distintos experimentos se busca confirmar o descartar su posibilidad de interactuar en alguna región del espacio que determinamos. Confirmar o descartar su existencia significa barrer (buscar) en un sector del espacio de parámetros (en un modelo matemático) una señal de esa partícula hipotética. Si esa búsqueda resulta negativa, se dice que esa zona en donde se buscó está “excluida”. En la actualidad, algunos de estos candidatos son los llamados axiones¹, los WIMPs² y los neutrinos estériles (Profumo, 2017) Los neutrinos estériles son un tipo especial de neutrino (de los cuales hablamos en la sección introducción).

Como hemos comentado, tanto para neutrinos como para materia oscura, existen diversos métodos experimentales y aproximaciones teóricas a la hora de realizar investigaciones en física de partículas. La comunicación científica y la educación (formal o no formal) sobre este tipo de temáticas puede considerarse un desafío.

Como ya hemos mencionado en este trabajo, la inclusión de la física de partículas dentro de lo público sucede mayormente por medio de noticias o espacios

¹Puede recuperarse más información sobre este término en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=4D4jR31ue6Y>. Visitado por última vez Junio 2024.

²Puede recuperarse más información sobre este término en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=Ka-xxz6nMxU>

museológicos que crean los centros de investigación. En este contexto, es posible pensar el abordaje, la planificación y montaje de estos espacios dialógicos desde la comunicación de la ciencia, la educación, los estudios sociales y los estudios museológicos. Estos últimos, tal como lo plantean Murriello et al., (2019), han demostrado la utilidad de sostener procesos de evaluación sistemática y continua, a la hora de pensar en el desarrollo de exhibiciones, desde sus etapas más tempranas. Este tipo de evaluaciones permiten tomar decisiones sobre los diseños y re-diseños de estos espacios.

Los estudios sobre visitantes de instalaciones museológicas se realizan desde un abordaje multidisciplinar (entre otros, Campassi et al., 2019; Pérez Santos, 2000). Según The Visitor Studies Association (2021, p. 1), se define como *el estudio interdisciplinario de las experiencias humanas en entornos de aprendizaje informal [que utiliza] la recopilación y el análisis sistemáticos de información o datos para fundamentar las decisiones sobre exposiciones y programas interpretativos*. Este tipo de investigaciones tienen como base diversos puntos de vista teóricos, los cuales se mencionan en la sección anterior de este trabajo, e incluyen las metodologías de una amplia gama de disciplinas. Esta diversidad de marcos y métodos se alinean con las ideas que plantean Cohen y Piovani (2014) sobre la importancia de reconocer que no existen actos de investigación puros, y que todo acto de investigación social contiene *un mix* de aportes de los planos cualitativos y cuantitativos.

Si tomamos la definición de museo del International Council of Museums (ICOM);

Un museo es una institución sin ánimo de lucro, permanente y al servicio de la sociedad, que investiga, colecciona, conserva, interpreta y exhibe el patrimonio material e inmaterial. Abiertos al público, accesibles e inclusivos, los museos fomentan la diversidad y la sostenibilidad. Con la participación de las comunidades, los museos operan y comunican ética y profesionalmente, ofreciendo experiencias variadas para la educación, el disfrute, la reflexión y el intercambio de conocimientos. (ICOM, 2022)

El Centro de Experiencia ANDES queda comprendido en esta categoría. En relación a esto, podemos adoptar la clasificación del Australian Museum Audience Research (2002) donde se identifican cuatro fases de evaluación: inicial, formativa, remedial y sumativa. Para los objetivos de este trabajo, desarrollaremos solamente la fase inicial o *front-end-evaluation*. Este tipo de evaluación se lleva a cabo durante la planificación de la exposición y *su principal objetivo es determinar interés y los conocimientos previos sobre el tema propuesto* (traducción propia, Murriello et al., 2019). Para tal fin, se diseñó una entrevista altamente estructurada, teniendo en cuenta las recomendaciones de Cea Dancona (1996) sobre el diseño de cuestionarios y las nociones sobre encuestas que presenta Sierra Bravo (2003). Las instituciones

educativas y los grupos de estudiantes fueron seleccionados mediante muestreo intencional con informantes clave (Patton, 2015). En particular, se identificaron instituciones educativas que ya poseen canales de diálogo abiertos con distintos actores y actoras que integran los sectores del Gobierno de San Juan (Gobernación, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación). Las personas que integran estos distintos sectores gubernamentales fueron los informantes claves para el proceso de muestreo. Considerando que la recolección de datos se llevó a cabo en distintos contextos escolares y con distintas personas, este tipo de diseño buscó minimizar la diferencia o variación entre las preguntas realizadas, así como también el minimizar el tiempo de recolección (Chalas, 2019).

Las técnicas de trabajo utilizadas se listan a continuación. La primera consistió en la familiarización, es decir, un acercamiento a la comunidad que fue investigada (estudiantes en escuelas secundarias de la ciudad de San Juan) para intentar comprender la cotidianeidad y funcionamiento diario. El objetivo fue lograr el mejor diseño y accesibilidad a estudiantes para ser entrevistados. Al mismo tiempo, se facilitó a los responsables en estas escuelas (directivos y docentes) los objetivos y razones de este trabajo exploratorio, para que pudieran asistir en los pedidos y durante el desarrollo del trabajo de campo. Por último, y con respecto a este proceso, se realizaron recorridos por las instalaciones de las escuelas, reuniones informativas con el plantel docente. Se establecieron métodos de comunicación diarios (telefónicos, con llamadas o mensajes) y se practicó la escucha activa con respecto a las inquietudes y realidades que la comunidad deseaba compartir, más allá de los alcances de este trabajo. La recolección de datos se realizó en dos instituciones educativas (preuniversitarias) pero con orientaciones diferentes (una industrial, otra comercial) de la misma ciudad, con estudiantes seleccionados al azar por los responsables de estas instituciones.

Para asegurar la validez del instrumento de recolección de datos se buscó que cada pregunta fuera redactada y presentada con la menor ambigüedad posible. En relación a esto, también se ponderó el uso de terminologías cercanas a un estudiante de nivel secundario por sobre otras más técnicas o formales. De esta forma se buscó evitar el margen de duda con respecto a las consultas que cada estudiante recibía durante el proceso de la encuesta. Por último, para testear la validez del instrumento, se realizaron estudios previos en escuelas secundarias de la ciudad de Bariloche para lograr comprender qué clase de preguntas presentaban dificultades para su comprensión (y se reformularon en consecuencia) y se tomaron como base algunas

de las categorías de las encuestas nacionales³ y provinciales⁴ de percepción pública de la ciencia y la tecnología de Argentina y Chile. Los resultados del relevamiento provincial de 2023 que corresponden a la provincia de San Juan y de encuestas nacionales argentinas fueron utilizados para reflexionar sobre los resultados de este trabajo de tesis. Estas comparaciones se realizaron solo en los casos en los que había coincidencia con respecto a las preguntas realizadas en ambas encuestas (la de este trabajo de tesis y las recuperadas de encuestas públicas).

Al momento del análisis de datos, agrupamos las respuestas haciendo uso de frecuencias de aparición. Esta herramienta nos permitió identificar la ocurrencia de palabras específicas o similares, que fueron presentadas gráficamente utilizando la aplicación Mentimeter⁵ para la creación de nubes de palabras. Una nube de palabras consiste en una representación visual de una lista de palabras, donde el tamaño de la palabra se relaciona proporcionalmente con su frecuencia de aparición. De esta manera se destacaron las respuestas más comunes.

También se realizó una sustitución de palabras que se consideraron de la misma familia, como por ejemplo es el caso de los plurales y singulares de una misma respuesta, o aquellas que, para los objetivos de este trabajo, podrían considerarse sinónimos (p. ej: pequeño, chiquito, chico). En ese caso, y al azar, una de estas palabras sinónimas fue elegida para nombrar el conjunto de palabras, a la hora de contar frecuencia de aparición. Por ejemplo, en el caso de “pequeño”; “chiquito” y “chico”, diremos que “pequeño” aparece 3 veces (también podría haberse seleccionado cualquiera de los otros dos términos para indicar esa frecuencia de aparición).

Se crearon y se organizaron en categorías respuestas del tipo explicativas, de acuerdo a la identificación de sus temas centrales. Por ejemplo, en el caso de una respuesta del tipo “Para contener explosiones, si es muy peligroso (lo que se hace) que no corra riesgo la población” la categoría seleccionada fue “seguridad” como concepto pertinente para el análisis. Mismo es el caso para referencias a sensaciones o emociones, en donde pudieron evaluarse de acuerdo a su valoración sea negativa

³Las mismas pueden encontrarse en los siguientes enlaces: “Percepción pública de la ciencia y la tecnología”. Recuperado en noviembre de 2023, de: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/indicadorescti/percepcion-publica-de-la-cyt>, “Resumen Ejecutivo. Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia Y La Tecnología en Chile 2016”. Recuperado en noviembre de 2023, de: https://web.archive.org/web/20231217035122/https://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2014/07/resumen-ejecutivo-encuesta-nacional-de-percepcion-social_web.pdf.

⁴La misma puede encontrarse en “Encuesta Provincial de Percepción de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación”, recuperada en noviembre de 2023 de: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/indicadorescti/encuesta-provincial-de-percepcion-de-la-ciencia-la-tecnologia-y-la-innovacion>.

⁵Puede encontrarse más información y acceder a la aplicación mediante el siguiente enlace: <https://www.mentimeter.com/features/word-cloud> Recuperado en octubre de 2023.

(por ejemplo, “peligroso” o “guerra”) o positivas (“encontrar curas”, “avance de la ciencia”). Otro ejemplo de este trabajo es el de las palabras “bancos”, “salón”, “colegio” para las cuales creamos la categoría “mundo escolar”.

Un tipo de consulta especial en la encuesta invitó a dibujar un laboratorio subterráneo, ateniendo a las consideraciones de Rodari (2007) para relevar otras nociones en la temática. Aquí se utilizaron técnicas similares a las mencionadas anteriormente: se identificaron repeticiones en los detalles de los dibujos (por ejemplo, objetos) y estos fueron organizados de acuerdo a tres categorías creadas especialmente: objetos, espacios y accesos.

Con respecto a la revisión y análisis crítico de este trabajo, se logró mediante las distintas miradas por parte del equipo directivo, que corresponden a sus formaciones y conocimientos en el análisis de datos, los estudios museológicos, educativos, de física de partículas, de la iniciativa ANDES, de exposiciones científicas, entre otros. También se utilizó el recurso de *critical friend*⁶, que consistió en compartir los desarrollos, conversaciones y análisis preliminares con profesionales del área, para poder identificar sesgos, auto-engños y de esta forma, minimizarlos.

3.1 Instrumento de recolección de datos

Como se presentó en las secciones anteriores, el objetivo de este trabajo de tesis es analizar el conjunto de ideas o conocimientos previos que existen o emergen en torno a la construcción del Laboratorio Subterráneo ANDES, así como también de sus principales líneas de investigación (neutrinos y materia oscura) para identificar las bases conceptuales sobre las cuales se diseñará el Centro. Para este análisis se diseñó un cuestionario semi estructurado, tomando como referencia las últimas encuestas disponibles en la temática de percepción pública de la ciencia y la tecnología de Argentina y Chile. Las dimensiones de análisis implementadas fueron: representacional, práctica operacional, evaluativa valorativa y del sistema institucional. Mediante este cuestionario, con preguntas abiertas y cerradas que fueron realizadas mediante su lectura a estudiantes (de forma individual), se realizó el sondeo de opiniones, saberes, sensaciones y percepciones en torno a las temáticas de materia oscura, neutrinos y laboratorios subterráneos.

Si bien las consultas fueron realizadas en orden de dificultad creciente, y puede encontrarse esta versión de la entrevista en el Anexo II, para los fines de esta sección las presentaremos agrupadas por dimensiones de análisis;

⁶Puede encontrarse más información, por ejemplo, en el siguiente enlace (Inglés) <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09650799700200036>. Recuperado en Junio 2024.

- A. **Dimensión representacional** (imágenes de ciencia, tecnología, personas que hacen ciencia):
- **Pregunta 1:** Voy a decirte algunas palabras o frases. Quiero que me digas lo primero que se te viene a la mente, lo hacemos rápido, es un ida y vuelta:
 - a) Aula:
 - b) Ciencia:
 - c) Física:
 - d) Universo:
 - e) Partículas:
 - f) Materia Oscura:
 - g) Neutrinos:
 - h) Laboratorio Subterráneo ANDES:
 - **Pregunta 6:** ¿Por qué te imaginás que se hacen laboratorios subterráneos?
 - **Pregunta 7:** ¿Qué te imaginás que se pueda investigar en esos laboratorios subterráneos?
 - **Pregunta 18:** Tenés 3 minutos para dibujar, como vos te imaginás, un laboratorio subterráneo.
- B. **Dimensión práctica operacional** (interés, nivel de formación, consumo de información, prácticas cotidianas, aplicaciones a situaciones)
- **Pregunta 2:** ¿Visitaste, alguna vez, un museo de ciencias, exposición de ciencia, centro de interpretación, parques científicos? ¿Cuáles?
 - **Pregunta 3:** También me interesa que me cuentes con qué frecuencia realizas las actividades que voy a leer. Podés responderme “nunca, solo cuando me entero que algo pasó, a veces, siempre”
 - a) Mirar programas/series/documentales sobre ciencia y tecnología.
 - b) Buscar información científica en internet. (preguntar en qué redes si dicen que sí)
 - c) Conversar con amigos o amigas sobre ciencia y tecnología.
 - d) Escuchar podcasts sobre ciencia y tecnología.
 - e) Leer revistas o libros de divulgación de la ciencia y tecnología.
 - f) Visitar museos, centros o exposiciones de ciencia y tecnología.
 - **Pregunta 4:** ¿Sabés si existe en San Juan un laboratorio que investigue en temas de física? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?
 - **Pregunta 5:** ¿Sabés si existen laboratorios subterráneos (bajo la tierra)? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste o leíste? (a continuación, se muestra mapa de laboratorios subterráneos en todo el mundo⁷)
 - **Pregunta 8:** ¿Dirías que la idea de investigar de qué está formado el Universo es un tema muy interesante o poco interesante para vos? ¿Por qué?
 - **Pregunta 9:** ¿Escuchaste hablar de neutrinos? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?

⁷El mismo que se encuentra en el marco teórico de este trabajo, página 10.

- **Pregunta 11:** ¿Escuchaste hablar de la materia oscura? ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?
- C. **Dimensión evaluativa valorativa** (juicios y valores frente a la ciencia y la tecnología, percepción de utilidad del conocimiento científico y tecnológico, riesgos y beneficios, opiniones frente al impacto que tienen en la vida de otras personas)
- **Pregunta 10 A:** Voy a pedirte que leas dos oraciones y después te quiero hacer una pregunta:

“Día y noche, cada segundo, miles de millones de neutrinos provenientes del sol nos atraviesan. Los neutrinos son unas de las partículas más enigmáticas de la física al ser muy difíciles de detectar.”
¿Vos pensás que se debería investigar más sobre neutrinos? ¿Por qué?
 - **Pregunta 10 B:** Voy a pedirte que leas una oración y después te quiero hacer una pregunta:

“Día y noche, miles de neutrinos vienen del sol. Los neutrinos son unas de las partículas más enigmáticas de la física al ser muy difíciles de detectar.” ¿Vos pensás que se debería investigar más sobre neutrinos? ¿Por qué?
 - **Pregunta 12:** Voy a pedirte que leas dos oraciones y después te quiero hacer una pregunta:

“Un 85 % de la materia que compone el Universo es desconocida y se está investigando. La comunidad científica nombró a esta materia desconocida como **Materia Oscura**”. ¿Vos pensás que se debería investigar más sobre materia oscura? ¿Por qué?
 - **Pregunta 13:** Si te digo que hace 30 años que la comunidad científica busca detectar materia oscura y no la encuentra: ¿Vos pensás que hay que seguir buscando? ¿Por qué?
 - **Pregunta 15:** Si tuvieras que hacer un balance de la ciencia teniendo en cuenta todos los aspectos positivos y negativos, cuál de las siguientes opciones refleja mejor tu opinión:
 - a) La ciencia y la tecnología solo traen beneficios.
 - b) Los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que sus riesgos.
 - c) Los riesgos de la ciencia y la tecnología son mayores que los beneficios.
 - d) La ciencia y la tecnología solo traen riesgos.
- D. **Dimensión sistema institucional** (inversión en ciencia y tecnología, conocimiento de instituciones y sus funciones, percepción del sistema)
- **Pregunta 14:** Te voy a leer algunas frases. Indicame si estás de acuerdo, algo de acuerdo o en desacuerdo:
 - a) Los científicos y las científicas se esfuerzan poco en informar al público sobre su trabajo.

- b) La ciencia y la tecnología es responsable de parte de los problemas medioambientales que tenemos en la actualidad
 - c) Un laboratorio subterráneo es algo que me genera miedo.
 - d) La ciencia y la tecnología contribuyen a mejorar el medio ambiente.
 - e) La materia oscura parece una cosa complicada de entender.
 - f) Investigar y conocer sobre el funcionamiento del Universo no tiene ningún impacto en nuestras vidas diarias.
 - g) Ganar un premio Nobel por investigar sobre neutrinos sería muy importante para Argentina.
- **Pregunta 16:** Si se quiere instalar un laboratorio subterráneo en San Juan ¿Cuál de estas opciones describiría mejor tu posición al respecto? (solo una):
 - a) Me gustaría que se consulte a la sociedad, pero yo personalmente no tendría interés por participar.
 - b) Me gustaría que se consulte a la sociedad y también involucrarme personalmente.
 - c) No sería necesario que se consulte a la sociedad.
 - d) Lo importante es que el gobierno informe sobre las decisiones que toma.
 - e) No sería necesario que se consulte a la sociedad. Las personas que se dedican a hacer ciencia y tecnología son las indicadas para ayudar al gobierno.
 - **Pregunta 17:** Con respecto a las relaciones entre la comunidad científica y las personas, si imaginamos que se puede instalar un laboratorio científico subterráneo en San Juan, ¿Cuál de estas opciones te parece importante?... (se pueden elegir una, algunas o ninguna)
 - a) Que tenga una página web o redes sociales.
 - b) Que tenga un espacio de comunicación de actividades que pueda visitar.
 - c) Que se hagan visitas al laboratorio mismo.
 - d) Que me informen sobre los riesgos y beneficios.
 - e) Que me den la posibilidad de involucrarme en las decisiones que se tomen.
 - f) Otra opción que no está en las anteriores: (decirla).

Las categorías, con sus respectivas preguntas indexadas, constituyeron nuestro instrumento para el sondeo de opinión, para poder medir las percepciones y representaciones de la población en edad escolar secundaria de la provincia de San Juan (Argentina) sobre cuestiones relativas a ciencia fundamental (básica) e instalaciones subterráneas: *neutrino*, *materia oscura*, *carácter subterráneo*, *ciencia fundamental*. Estas fueron el pilar para pensar la evaluación y definición de nuevas estrategias para comenzar a construir la comunicación pública de la iniciativa ANDES desde el Centro Experiencia ANDES. Así mismo, nos permitió caracterizar distintos grupos de estudiantes de acuerdo a sus niveles de percepción y valoración sobre la iniciativa ANDES.

Por último, preferimos el uso de un cuestionario con las características que hemos descrito debido a la facilidad de recopilar datos de forma estructurada para su posterior análisis, de forma de poder encontrar patrones o tendencias comunes entre las personas entrevistadas. Además, el tiempo de recopilación era acotado por la disponibilidad de los estudiantes para dejar sus clases por un periodo corto (usualmente 15 minutos por cada estudiante), lo que permitió hacer uso eficiente de este tiempo, ahorrando tiempo en comparación con otros métodos cuantitativos.

3.2 Participantes

Esta entrevista fue respondida por estudiantes de dos escuelas de la ciudad de San Juan, en la provincia de nombre homónimo. Estas escuelas son la Escuela Industrial y la Escuela Comercial.

La Escuela Industrial Domingo Faustino Sarmiento, depende de la Universidad Nacional de San Juan. Los y las estudiantes encuestadas se encontraban en el último año de sus estudios secundarios, que corresponde al séptimo año de la formación técnica. Las edades oscilan entre 18 y 19 años, y son estudiantes de una de las grandes escuelas preuniversitarias de San Juan, con lo que se estima que poseen mayor vinculación con los temas de ciencia y tecnología que el promedio de los estudiantes de escuela secundaria, así como también autonomía a la hora de expresar sus opiniones y pareceres con respecto a estas temáticas. Esta estimación está apoyada, por ejemplo, en el perfil del egresado de la Escuela:

La Escuela Industrial es la primera escuela técnica de la provincia, su creación es de 1871, y sirvió de base para la creación de la Universidad Nacional de San Juan. La oferta académica del ciclo básico de enseñanza secundaria (tres años) se complementa con títulos de trayectos técnicos (cuatro años más). (...). Estos títulos técnicos brindan posibilidades laborales a los egresados y contribuye a una formación integral para aquellos que continúen con estudios universitarios. La escuela brinda una formación complementaria a través de proyectos, talleres y clubes de ciencia en los que se fomenta la participación en Robótica, Nanotecnología, Programación, Cristalografía, entre otros. Además los estudiantes participan del Simulacro de Naciones Unidas, un espacio que se comparte con otras escuelas, en que se aprende a debatir y exponer razones de política internacional a modo de representantes de países como funciona Naciones Unidas. Los estudiantes también participan de los campamentos científicos que se realizan en la provincia o en otros lugares del país. Además, aquellos interesados en la vida

al aire libre pueden practicar campamentismo, andinismo y técnicas de supervivencia uniéndose al Grupo de Montaña de la escuela. Otras actividades son las Olimpiadas de Matemáticas, el Taller de Redacción, preparación para rendir Examen Internacional de Inglés, entre otras. (Escuela Industrial Domingo Faustino Sarmiento, s/f)

El ciclo de especialidades de la Escuela, de donde fueron seleccionados las personas participantes corresponde a ocho especialidades;

(...) minería, química, industria de procesos, construcciones, vial, equipos e instalaciones electromecánicas, automotores y electrónica. Estos títulos permiten a los jóvenes, no sólo insertarse en el mundo del trabajo, sino seguir estudios universitarios, sin dejar de lado su formación integral. (Escuela Industrial Domingo Faustino Sarmiento, s/f)

Por otro lado, la Escuela de Comercio Lib. Gral. San Martín, depende de la Universidad Nacional de San Juan. Los estudiantes encuestados se encontraban cursando el sexto año de su formación secundaria, con edades entre 17 y 18 años. Esta escuela tiene como objetivo,

Orientar integralmente a los jóvenes en los distintos aspectos de su problemática evolutiva. Desarrollar capacidades críticas y creativas en los planos intelectual, estético y moral. Desarrollar aptitudes y actitudes que le permitan intervenir activamente en pos del bien común. Orientar al alumno para que asuma conscientemente su elección vocacional. Adoptar una actitud participativa consciente y responsable frente a la problemática de la comunidad, valorando el sistema democrático como forma de vida y convivencia pacífica. Proporcionar a los alumnos una educación integral con un criterio humanístico-técnico. Fomentar el conocimiento de métodos y técnicas de trabajo que le permitan desarrollar habilidades acordes con su futuro desempeño social. Insertarse en el campo laboral y/o encarar estudios universitarios basados en los conocimientos, habilidades y aptitudes adquiridas en el campo administrativo-contable. (Escuela de Comercio Lib. Gral. San Martín - Universidad Nacional de San Juan, s/f)

y es por eso que esperamos que sus estudiantes tengan autonomía a la hora de expresar sus opiniones con respecto a temas vinculados a aspectos humanístico-técnicos, así como también en los relacionados a ciencia y tecnología. Con respecto al ciclo orientado, los estudiantes cuentan con dos orientaciones posibles: “Economía y Administración” y “Ciencias Sociales y Humanidades”.

La selección de estas dos escuelas corresponde a dos motivos. El primero se trata de una ventana de oportunidad y disposición que ambas instituciones abrieron para poder llevar a cabo el estudio, diferenciándose de otras posibles opciones exploradas. La segunda radica en el carácter preuniversitario de sus estudiantes en temáticas afines a las que podrían involucrarse en la iniciativa ANDES. Estas son ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

Para la selección de los y las estudiantes que participaron de la entrevista, se solicitó a la dirección de ambas escuelas que coordinarán una búsqueda de estudiantes, 3 por especialidad. En el caso de la Escuela Industrial (9 especialidades) y 6 estudiantes en el caso de la Escuela Comercial (2 especialidades). Finalmente, en los días de sondeo, estuvieron disponibles, de la Escuela Industrial, 3 estudiantes de cada una de las especialidades “construcciones”, “vial”, “electrónica”, “automotores”, “química”, “equipos e instalaciones electromecánicas”, 2 de la especialidad “minería” y ningún estudiante de la especialidad “industria de procesos”. Esto suma 20 estudiantes. Para finalizar, de la Escuela de Comercio se pudieron encuestar 4 estudiantes de la especialidad “ciencias sociales” y 4 estudiantes de la especialidad “ciencias económicas”, lo que suma un total de 28 estudiantes participantes entre ambas escuelas.

Antes de comenzar la entrevista se les informó a los y las voluntarias que las respuestas eran confidenciales y anónimas, y que sólo se registraría la especialidad para poder llevar un conteo de participantes ya encuestados y por encuestar. Además, se les pidió que *“respondiera con la mayor honestidad posible, ya que no se busca respuestas correctas o incorrectas, sino un pedido de sus opiniones”* y también se reforzó: *“lo que me sirve a mí son tus opciones personales, que van a ser anónimas, además”*. Por último, se mostró en el cuaderno donde se tomaban notas que efectivamente la información que se registraba no tenía nombre ni identificaciones mayores de las que se explicitaban.

Resultados y discusión

En base a la entrevista presentada en la sección anterior, dirigida a estudiantes de nivel secundario de dos instituciones preuniversitarias en la ciudad de San Juan, presentamos las respuestas obtenidas con sus correspondientes análisis.

4.1 Asociaciones espontáneas

La primera pregunta del cuestionario propone: “Voy a decirte algunas palabras o frases. Quiero que me digas lo primero que se te viene a la mente, lo hacemos rápido, es un ida y vuelta.” Las primeras palabras para asociar son aula y ciencia, y corresponden a un “rompehielo” para comenzar el proceso de lectura del cuestionario y facilitar las interacciones. En la Figura 4.1, a continuación, el tamaño de las palabras corresponde a la frecuencia de aparición;



Fig. 4.1: Asociaciones espontáneas a la palabra “aula”. Mayor frecuencia de aparición *escuela* (8), *clases* (4) y *compañeros* (4).

La mayor cantidad de menciones asociadas libremente al concepto de *aula* fue “escuela”, teniendo 8 menciones, seguida por las palabras *clases* y *compañeros* (4 menciones cada una). El resto de las asociaciones (12) son variadas, pero todas entran dentro de una posible categoría del mundo escolar: bancos, salón, colegio, pizarra, entre otros, en relación con el concepto por definición de la palabra (un lugar donde transcurren las clases). También emergen lo que podrían construir una categoría de *sensaciones* como ruido, encierro e intercambio.

Para la segunda palabra propuesta *ciencia* (Figura 4.2) encontramos una mayor cantidad de menciones relacionadas a lo que podría ser una representación escolar de

la ciencia. Estas representaciones parecen estar vinculadas a materias del currículum secundario nacional de Argentina como química, física, matemática, “naturales”, “anatomía” y sus elementos: tubos de ensayos, números, colores. Podríamos hacer especial mención a la palabra “tecnología” como por fuera del mundo escolar, aunque relacionada también a elementos de uso cotidiano (celulares o computadoras).



Fig. 4.2: Asociaciones espontáneas a la palabra “ciencia”, con mayor frecuencia de aparición, con *laboratorio* (3), *investigación* (3), *estudios* (3), *química* (2), *tubo de ensayo* (2).

Estos resultados son consistentes con los que se obtuvieron en el relevamiento similar del año 2023 “Nueva Encuesta de Percepción de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Indicadores San Juan” (de ahora en más, mencionada como EPCTISJ, 2023), que pueden visualizarse en la Figura 4.3, si no tenemos en cuenta las respuestas “Medicina - Salud” que allí se presentan.

Asociaciones espontáneas al término CIENCIA

Respuestas espontáneas - 5% o más



Fig. 4.3: Asociaciones espontáneas al término “ciencia” de EPCTISJ (2023, p. 22).

A continuación, la palabra “física” fue relacionada con mayor frecuencia de aparición con el concepto de “gravedad” (3) y “números” (2). Estas y las siguientes palabras que entran en la categoría de materias del currículum secundario (química, fisicoquímica, materia) y los tópicos que abordan (por ejemplo: gravedad, cuerpos, fuerzas, gráficos, termómetro, átomo, estática, movimiento, Einstein, etc.). Por otro lado, existe un conjunto de palabras relacionadas a sentimientos o sensaciones: martirio y

complicado. Podemos también proponer una tercera categoría, sobre el aspecto social de la física en la descripción del mundo: “todo”, “mundo” y en áreas de esta: “nuclear”, “cuántica” y “astronomía” (Figura 4.4, a continuación):



Fig. 4.4: Asociaciones espontáneas a la palabra “física”. Mayor frecuencia de aparición *gravedad* (3) y *números* (2).

Ya adentrándonos en palabras que nos permitan abrir el diálogo sobre los temas de materia oscura y neutrinos, presentamos las asociaciones con respecto a la palabra “Universo” (Figura 4.5). Aquí la mayor asociación viene de la mano de objetos como “planetas” (7) y “galaxias” (3), seguidos por descripciones de magnitud (“infinito”, “vasto”, “sin fin”, “eterno”, “todo”) y algunas sensaciones asociadas como “agobiante”, “me fascina”, “complejo”.



Fig. 4.5: Asociaciones espontáneas a la palabra “Universo”. Mayor frecuencia de aparición *planeta* (7) y *galaxias* (3).

Al consultar sobre asociaciones espontáneas a la palabra “partículas” (Figura 4.6), encontramos mayor frecuencia de aparición en palabras como “átomo” (8 menciones) y “pequeño” (8 menciones), seguido por palabras similares en cuanto a la descripción de su tamaño o forma (pedacitos, pelotitas, moléculas) y a relaciones con objetos o materias del currículum (química, microbiología, electrón). Es interesante notar que solo una persona nombró a una partícula (el electrón) del Modelo Estándar (Braibant et al., 2011, p1.).

partículas
28 responses

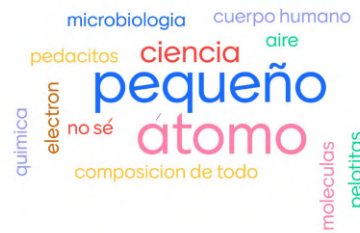


Fig. 4.6: Asociaciones espontáneas a la palabra “partículas”. Mayor frecuencia de aparición *pequeño* (8), *átomo* (8).

Con respecto a la “materia oscura” (Figura 4.7), esta se asocia con “negro” (6 menciones), o como parte del Universo (4 menciones), o del espacio. También con descripciones como “invisible”, “incomprensible”, “desconocido” (2). De 28 respuestas, solamente 3 dicen no saber cómo encontrar o realizar una asociación a este concepto.

materia oscura
28 responses



Fig. 4.7: Asociación espontánea al concepto de “materia oscura”, mayor frecuencia de aparición *negro* (6) y *Universo* (4).

Del resultado se pueden desatacar tres aspectos relativos al conocimiento, vinculación y asociación del concepto de materia oscura, que contradicen parte de nuestras hipótesis iniciales.

El primer aspecto es que, la primera hipótesis de este proyecto de tesis fue que el concepto de materia oscura era totalmente desconocido para estudiantes de nivel secundario, apoyándonos en el hecho de que no se encuentra en los curriculums educativos, que resulta específico de un área de la física fuera de la órbita de los conocimientos cotidianos o como lo sugieren Woithe y Kersti (2020). El segundo aspecto es que, aun cuando la mitad de los participantes no responde con temas vinculados a la materia oscura, sí puede realizar el ejercicio de asociación. En solo 3 casos las personas respondieron “no sé”. El tercer y último aspecto es que todas las asociaciones, salvo las opciones “no sé” e “inglés” refieren a conceptos dentro de la órbita de la física relacionada a materia oscura o de las concepciones

usuales que construye la idea de “oscura” como “negra”. Ahora bien, en el sondeo de asociaciones a la palabra “neutrino”, encontramos 19 del total de 28 respuestas que dicen desconocer el término o no poder asociarlo a ninguna palabra (15 menciones a “no sé”, 3 menciones a “nada”, 1 mención “desconocido”). Casi la mitad de las respuestas corresponden a “no sé”. Para las demás respuestas, es complejo crear una sola categoría que las englobe (Figura 4.8);



Fig. 4.8: Asociaciones espontáneas a la palabra “neutrinos”. Mayor frecuencia de aparición *no sé* (15), *nada* (3)

En comparación con el concepto de “materia oscura” presentado anteriormente, las personas consultadas no solo parecen desconocer el concepto sino que imaginar de qué se trata también es una tarea difícil de completar. Esto podría ser debido a, por ejemplo, que “materia” y “oscura” son palabras cotidianas, pero “neutrino” no lo es.

Si analizamos las respuestas distintas a “no sé” (15 menciones) o “nada” (3 menciones), algunas de estas podrían categorizarse como *ciencia escolar* (electricidad, química, velocidad, neutrones) y otras no tienen una categoría sencilla para crear, que las pueda englobar (brillo, planta nuclear). Por último hacemos especial mención al concepto de “energía oscura” como relacionado a neutrinos, pudiendo ser esta una asociación contextual (por ejemplo, al concepto anterior de “materia oscura”)

El último concepto de esta primera pregunta es “Laboratorio Subterráneo ANDES”. La mayor frecuencia de aparición se encuentra en “no sé” (4 menciones). Luego pudimos encontrar un grupo de palabras que responde a percepciones (desactualizado, interesante y nuevo, oscuro, secreto, interno) y otro grupo relacionado a ciencia (experimento, investigación/es, científicos, física, química). Por último, se creó una categoría que responde a ubicación/entorno (montaña, cueva, laboratorio en los Andes, subterráneo) (ver Figura 4.9).

Las asociaciones espontáneas que surgen de esta primera pregunta podrían indicar que la ciencia está relacionada mayormente a conceptos escolares y a espacios del

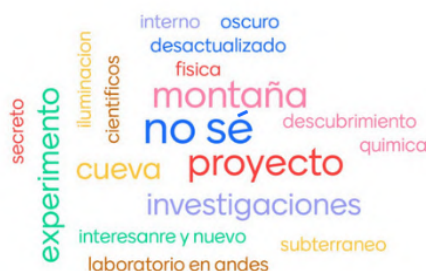


Fig. 4.9: Asociaciones espontáneas a la mención de “Laboratorio Subterráneo ANDES”. Mayor frecuencia de aparición *no sé* (4).

currículum (física, química). A su vez, la física se relaciona con elementos conceptos abordados en el ámbito escolar (números, cuerpos, fuerzas, gráficos, termómetro, átomo, estática, movimiento). El Universo se asocia con percepciones tales como “infinito”, “vasto”, “sin fin”, “eterno”, “todo” y las partículas son algo muy pequeño. La materia oscura, si bien se asocia al color negro, también posee características de “invisible”, “incomprensible” y “desconocida” mientras que los neutrinos son notablemente desconocidos y difíciles de asociar. Más de la mitad de los participantes respondió “no sé”, y los casos positivos pueden agruparse en términos relativos a la física (electricidad, neutrones, velocidad, átomos, electricidad, energía oscura) entre otros. Por último, la idea de un laboratorio subterráneo se asocia con percepciones diversas (desactualizado, interesante y nuevo, oscuro, secreto, interno) y a ciencia, mayormente física y química. Esto podría relacionarse con la idea de ciencia como aquella que se estudia en el ámbito escolar, como surgió en las primeras palabras que presentaba este ejercicio (ciencia, física).

4.2 Consumo cultural: visitas y visitantes

La segunda pregunta propuesta en el cuestionario responde a la dimensión práctica operacional, en especial a las prácticas cotidianas: *¿Visitaste, alguna vez, un museo de ciencias, exposición de ciencia, centro de interpretación, parques científicos? ¿Cuáles?*. Más del 70 % de los participantes respondió afirmativamente, las respuestas refieren a “uno en San Juan” (3 menciones) o incluyen la mención a espacios específicos de la provincia de San Juan (12 menciones, p. ej: “Parque Ischigualasto”, “museo de dinosaurios”, “en el parque del Hoyo”, “exposición con la escuela” entre otros) (Figura 4.10). Podemos mencionar la aparición de parques provinciales en estas respuestas, así como también exposiciones relacionadas a la escuela. Estos resultados son consistentes con los indicadores nacionales que se encontraron de la última *Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología 2021* (de ahora

en más: ENPPCT) (ENPPCT, 2021, p. 70), donde las visitas a parques o reservas ambientales son mencionadas en mayor porcentaje.

¿Cuáles?
20 responses



Fig. 4.10: Respuestas a la consulta: ¿Cuáles museos de ciencias, exposiciones de ciencia, centros de interpretación, o parques científicos visitaste?

Por último, el hecho de que quienes respondan positivamente identifiquen a la escuela como facilitadora de las salidas puede indicar que quienes responden negativamente también asistieron a las salidas, pero no logran identificarlas o recordarlas como tales. Además, el dato de la escuela como impulsora de las salidas a este tipo de espacios es muy relevante a la hora de pensar en el Centro Experiencia ANDES y su público. De estas respuestas inferimos que con este perfil de encuestados una visita a un espacio museológico no surge espontáneamente o en el contexto familiar, sino que se realiza mediante propuestas escolares.

4.3 Consumo de información y sus vías de acceso

A continuación, y en la misma dimensión, se consultó sobre interés, nivel de formación, consumo de información y prácticas cotidianas mediante la tercera pregunta del cuestionario: *También me interesa que me cuentes con qué frecuencia realizas las actividades que voy a leerte. Podés responderme “nunca, solo cuando me entero que algo pasó, a veces, siempre”*:

- Mirar programas/series/documentales sobre ciencia y tecnología (siempre 18 %, a veces 61 %, nunca 7 %, si algo pasó 14 %).
- Buscar información científica en internet (siempre 18 %, a veces 61 %, nunca 7 %, si algo pasó 14 %).
- Conversar con amigos o amigas sobre ciencia y tecnología (siempre 18 %, a veces 50 %, nunca 14 %, si algo pasó 18 %).
- Escuchar podcasts sobre ciencia y tecnología (siempre 11 %, a veces 7 %, nunca 75 %, si algo pasó 7 %).

- Leer revistas o libros de divulgación de la ciencia y tecnología (siempre 4 %, a veces 21 %, nunca 46 %, si algo pasó 29 %).
- Visitar museos, centros o exposiciones de ciencia y tecnología (siempre 4 %, a veces 39 %, nunca 43 %, si algo pasó 14 %).

En base a las respuestas registradas, podemos construir dos categorías: las que corresponden a una participación activa y las que se asocian a una participación casual o nula. Para el caso de las actividades a, b, d, e y f, las categorías de participación activa estarán integradas por todas las respuestas menos la opción “nunca”. Para el caso de la actividad c, consideraremos la opción activa como “siempre”, ya que las respuestas “a veces” fueron acompañadas en su mayoría por comentarios referidos a “para buscar información para la escuela”, “para la escuela”, “para la tarea” (es decir, una búsqueda ocasional traccionada por la escuela), lo cuál sería similar al caso “solo cuando me entero que algo pasó” (una visita ocasional, vinculada a algún evento específico) (Figura 4.11);

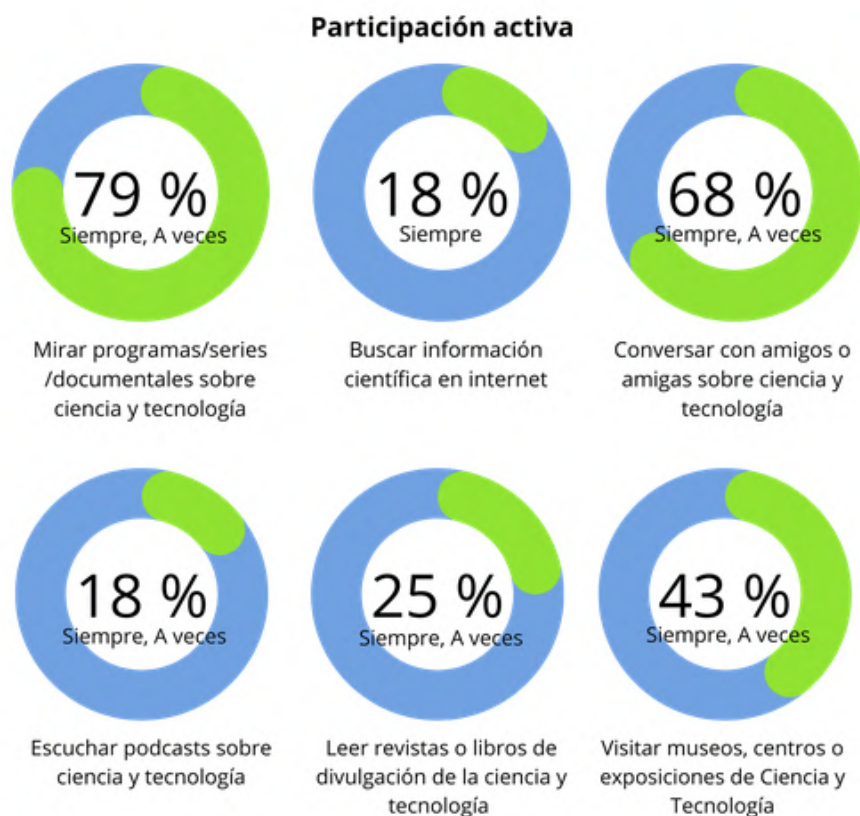


Fig. 4.11: Participación activa en actividades de la Pregunta 3. Las respuestas “siempre, a veces” se indican en color verde en cada gráfico circular.

Parece importante mencionar que, desde el punto vista de la comunicación de la ciencia, los medios utilizados por los participantes para informarse son los programas, series, documentales y las charlas entre amigos o amigas resultan una

fuentes de información con respecto a temas de ciencia y tecnología. Cuando se les consultó por ampliar los tipos de medios a los que refiere la primera actividad, las respuestas fueron mayoritariamente Youtube o Netflix. Estos resultados difieren con los encontrados en ENPPCT (2021, p. 16), donde internet se menciona como segundo ámbito de mayor importancia, pero en línea con sus predicciones para este estudio realizado dos años después de su publicación: *“el protagonismo de Internet seguirá probablemente en aumento en consonancia con el impacto incremental de los entornos virtuales sobre el cambio en las prácticas de consumo informativo”* (ENPPCT 2021, p. 16). En contraste, medios como podcast, libros o revistas no son mencionados como fuentes de información primarias y este resultado es consistente con los encontrados en ENPPCT (2021, pp. 17-18)

Casi un 40 % de los participantes menciona visitar con alguna frecuencia espacios museológicos (“siempre” y “a veces”), y cuando fueron consultados en la pregunta anterior (pregunta 2), más del 70 % de los participantes respondió afirmativamente a la consulta (afirmativa en este caso corresponde a “sí”, es decir fueron “alguna vez”). Esto podría indicar que la frecuencia real de las visitas a este tipo de espacios es menor de lo que podíamos estimar con respecto a la pregunta 2, o bien que la formulación de la pregunta 2 podría ser realizada de una mejor manera, resultando la formulación inicial confusa.

En la misma dimensión de análisis se encuentra la Pregunta 4 (*¿Sabés si existe en San Juan un laboratorio que investigue en temas de física? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?*), podemos encontrar que un 75 % de las personas respondieron que no. Aquellas que respondieron saber o conocer mencionaron espacios de la escuela o universidad y hubo una mención a un laboratorio de análisis clínicos. Estas respuestas podrían sugerir un desconocimiento generalizado de este tipo de instituciones por parte de los estudiantes, y aquellos que responden afirmativamente lo relacionan con el mundo escolar como fuente de información, como ya ha sucedido en preguntas previas que hemos presentado y analizado (asociación de palabras, visitas a espacios museológicos). Un resultado de estas características podría indicar la necesidad de entablar una comunicación partiendo de laboratorios de investigación científica ya existentes en la región, hasta llegar a ANDES, siendo la escuela una buena vía para dar a conocer la iniciativa.

Por último, podemos comparar este resultado con los que se presentan en la EPCTISJ (2023), donde solo un 27 % de las respuestas dice conocer alguna institución que realiza investigación científica (es decir, un 73 % de respuestas negativas (Figura 4.12) y la mayor cantidad de menciones a instituciones conocidas en el área de la investigación científica también recaen en el ámbito de la escuela o universidad (Figura 4.13).

Los porcentajes correspondientes a las menciones de universidades, facultades o escuelas suman un total de 62 %. Estos indicadores también son consistentes con aquellos encontrados en ENPPCT (2021, p. 8), donde el conocimiento de las instituciones científicas es bajo.

Conocimiento de instituciones y empresas científico tecnológicas

% de respuestas afirmativas

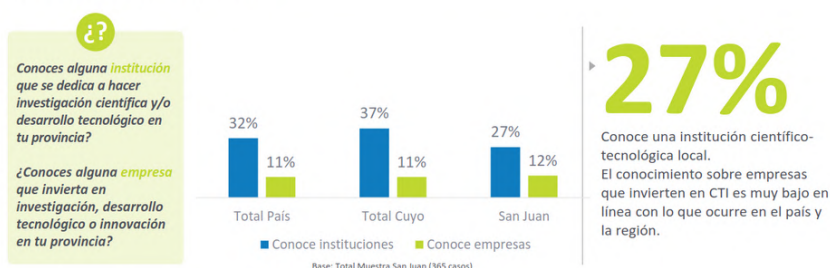


Fig. 4.12: Instituciones conocidas de EPCTISJ (2023, p. 14).

Instituciones conocidas

Respuestas espontáneas

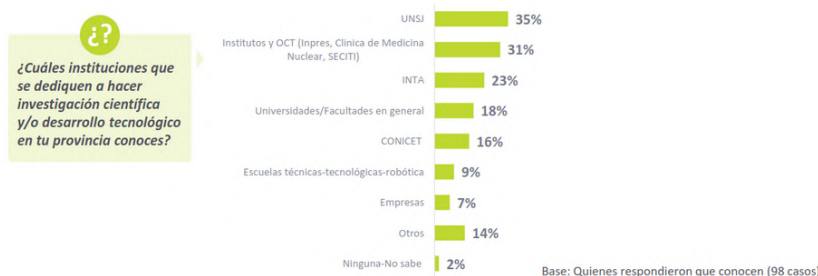


Fig. 4.13: Detalle de instituciones conocidas de EPCTISJ (2023, p. 15).

4.4 Percepciones públicas sobre laboratorios subterráneos

Continuamos indagando sobre conocimientos en la pregunta 5 (*¿Sabés si existen laboratorios subterráneos (bajo la tierra)? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste o leíste? Se muestra mapa de laboratorios subterráneos, luego de la respuesta*), donde un 75 % responde negativamente. Del 25 % restante, una de las respuestas dice estimar su existencia debido a “que en la pregunta 1 se menciona un laboratorio subterráneo” y las respuestas restantes indican: “me enteré de ANDES en una charla de Tecnópolis”, “lo sé por las películas donde hay científicos o guerras” y “supone que si hay, en las minas, por el tema de los que estudian lo que tienen las muestras, por ejemplo los minerales, no es necesario llevar a otro lado”. Aquí los resultados se corresponden cuantitativamente con los obtenidos en la pregunta 4, y en los casos positivos, las justificaciones sobre ese conocimiento pueden sugerir que existe una

imagen mediatizada de este tipo de ciencia subterránea (por ejemplo, la mención a “de las películas”, “(...) en las minas”). Por último, cabe destacar la mención a Tecnópolis como una fuente de información sobre ANDES. Luego de recibir estas respuestas, la entrevistadora mostró un mapa con todos los laboratorios subterráneos existentes en el mundo, mencionando que sí existen. A continuación, y luego de esperar unos segundos para que recorran el mapa por interés propio, se les realizó la pregunta 6, “¿Por qué te imaginás que se hacen laboratorios subterráneos?”. Esta consulta se encuentra en la dimensión representacional, donde buscamos conocer qué imaginan o representan asociado a las actividades de un laboratorio subterráneo. Las respuestas obtenidas fueron variadas, y en algunos casos múltiples por cada persona consultada. Las presentaremos clasificadas de acuerdo al tema central de interés: seguridad y tipo de ciencia:

■ **Seguridad:**

- “Por cuestiones [como] no exponer al mundo exterior, por las máquinas muy ruidosas o peligrosas y que los metros bajo tierra no hacen que salgan”
- “Debe ser por seguridad, por confidencialidad”
- “Para privacidad”
- “Por privacidad, seguridad de la información y materiales que se trabajan”
- “Para contener explosiones, si es muy peligroso [lo que se hace] que no corra riesgo la población”
- “Por temas de seguridad”
- “Para investigar más seguros las tecnologías”
- “No se, depende del tema, si manejan un tipo de elemento, tema de explosión.”
- “Pruebas riesgosas para el medioambiente”
- “Peligrosidad”
- “Por el tema de seguridad, por el tema de contener materiales tóxicos o químicos que afecten el medio ambiente”
- “Por las películas donde hay temas científicos o de guerras”
- “Para aislarlo de la atmósfera por si llega a pasar algo mal”

■ **Tipo de ciencia:**

- “No sé, para refrigerar mejor. Estudios de minas debajo de las montañas. [estudios de] suelo, roca, etc”
- “Por un tema de [?], capaz cambian las condiciones para diferentes estudios”
- “Se pueden hacer experimentos bajo tierra, pruebas o sacar [?] bajo tierra”
- “Para investigaciones específicas”
- “Por el frío [enfriado] y por las ondas de la tierra [sismos]”
- “Para hacer experimentos que no se pueden hacer en la superficie”
- “Porque es más fácil determinar ciertas muestras debajo de la tierra”
- “Porque se dan otras condiciones”
- “Como para tener accesibilidad de investigación a las cosas que están bajo la tierra”

- “Porque hay algo que no se puede hacer en el exterior”
 - “Por el clima que se genera debajo, investigaciones bajo la tierra”
 - “En las minas de [?]. Por el tema de los que estudian lo que tienen las muestras, por ejemplo los minerales, no es necesario llevar a otro lado”
- **Otros:**
- “No se qué diferencia habría con los laboratorios que hacen en superficie, no lo sé”
 - “Me enteré en la charla de Tecnópolis en Buenos Aires sobre ANDES” (no precisa que se enteró)
 - “Por el espacio, que no ocupa más espacio para investigaciones que hay abajo”

Es decir, casi la mitad de quienes fueron encuestados relacionan la razón de existencia de este tipo de facilidades científicas a un tema de seguridad, por las cosas que pasan dentro de un laboratorio y la otra mitad entiende que se trata de un tipo de ciencia especial (aunque salen a la luz cuestiones relativas al estudio de la tierra, la geología, los materiales).

Un ejercicio interesante puede ser comparar estas últimas percepciones con los resultados de la pregunta siguiente (*Pregunta 7: ¿Qué te imaginás que se pueda investigar en esos laboratorios subterráneos?*), donde volvemos a indagar el imaginario sobre qué es lo que sucede allí adentro, pero invitando a proponer temas específicos de investigación (Figura 4.14).



Fig. 4.14: Respuestas a la pregunta 7: ¿Qué te imaginás que se pueda investigar en esos laboratorios subterráneos?.

Todo este universo de respuestas podría agruparse en temáticas referidas a Medicina/Química, a los aspectos nucleares, a la Geología/Minería, a consideraciones espaciales, a la Física y a otros, como puede verse en la Figura 4.15.



Fig. 4.15: Posibles grupos según temáticas, para las respuestas a la pregunta 7.

Otra clasificación posible podría ser realizar asociaciones por percepciones emocionales en algunas de las respuestas, donde analizamos aquellas respuestas como “cosas que dan miedo”, “virus”, “por explosiones nucleares” como una subcategoría de “emociones negativas” y a respuestas como “para el avance de la ciencia”, como “emociones positivas”. Por otro lado, no incluiremos en este análisis respuestas que requieren de mayor exploración para entender su clasificación (por ejemplo, relacionadas con la minería o geología, o lo espacial). El resultado de esta clasificación puede encontrarse en la Figura 4.16.



Fig. 4.16: Posibles grupos de “percepciones emocionales”, para las respuestas a la pregunta 7. Emociones negativas (izquierda), emociones positivas (derecha).

En la categoría que agrupa por temas, la mayor frecuencia de aparición se relaciona con temas de minería o geología. Esto podría ser consecuencia de encontrarse en un contexto donde se realizan actividades de este tipo, sumado a que una de las escuelas (Industrial) posee una orientación específica en esta área como propuesta de formación para sus estudiantes. Al mismo tiempo existen percepciones que es posible asociar a aspectos negativos (lo nuclear, los virus, las bacterias, los secretos, las explosiones) sobre actividades posibles en un laboratorio subterráneo.

4.5 Intereses y opiniones sobre temas de investigación

A continuación, la pregunta 8 en la dimensión práctica-operacional intenta indagar sobre el interés por investigaciones que tiene por objeto el universo: *¿Dirías que la*

idea de investigar de qué está formado el universo es un tema muy interesante o poco interesante para vos? ¿Por qué? En este caso, 27 de 28 participantes respondieron afirmativamente. Cuando se les consultó el motivo de su interés, más de la mitad de los participantes refirieron a la necesidad de “saber más” como eje de sus justificaciones.

Adentrándonos en el nivel de formación sobre el tema “neutrinos”, se presentó a los participantes la siguiente pregunta: *Pregunta 9: ¿Escuchaste hablar de neutrinos? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?* Aquí el 75 % de las respuestas fueron negativas. Aquellas personas que respondieron positivamente dicen haberlo escuchado en internet y otras dicen que un profesor les dijo que “les iban a realizar consultas sobre el tema” y allí lo escucharon. Es decir, el porcentaje de desconocimiento es aún mayor, si consideramos que escucharon del término cuando un docente les advierte, previo a ingresar a la encuesta.

Estos resultados se correlacionan con el pedido de asociación espontánea que realiza la pregunta 1 del cuestionario, cuando la palabra neutrino obtiene mayor porcentaje de respuestas “no sé cómo asociarlo”. Es decir, se encuentra por fuera de la órbita de los saberes escolares o cotidianos y su representación o asociación es muy dificultosa.

4.6 Valoraciones sobre la ciencia y la tecnología

En la dimensión valorativa, ahora evaluaremos juicios y valores frente a la ciencia y la tecnología, percepción de utilidad del conocimiento científico y tecnológico mediante la consulta: *Pregunta 10 A: Voy a pedirte que leas dos oraciones y después te quiero hacer una pregunta:*

"Día y noche, cada segundo, miles de millones de neutrinos provenientes del sol nos atraviesan. Los neutrinos son unas de las partículas más enigmáticas de la física al ser muy difíciles de detectar." ¿Vos pensás que se debería investigar más sobre neutrinos? ¿Por qué?

Aquí 22 participantes son encuestados, y 21 de estos responden afirmativamente, mientras que el restante dice no saber pero que “puede ser”. Al ser consultados por las razones, la mitad responde que es importante estudiar más “por qué dice que nos atraviesan y vienen del sol”, alegan una importancia en cuanto a los posibles impactos en la salud. La otra mitad se refiere a lo “enigmático y difícil” como motivación para aprender más.

Dado el impacto que generó la presencia de la idea de ser atravesados por neutrinos todo el tiempo, como una percepción de riesgo, es que se decidió realizar una variación en la formulación de la pregunta, para los participantes restantes hasta completar los 28. El texto modificado fue: *Pregunta 10 B: Voy a pedirte que leas dos oraciones y después te quiero hacer una pregunta:*

“Día y noche, miles de neutrinos vienen del sol. Los neutrinos son unas de las partículas más enigmáticas de la física al ser muy difíciles de detectar.”
¿Vos pensás que se debería investigar más sobre neutrinos? ¿Por qué?

Al realizar esta modificación y presentar la consigna a las personas voluntarias restantes (6), se obtuvo una reacción similar a la pregunta a 10B: 5 personas respondieron que sí se debía continuar investigando, de las cuales 2 hicieron mención a lo enigmático y 2 a ver posibles efectos negativos en las personas o el planeta (aun cuando se eliminó la idea de que “atraviesan” a las personas). La persona restante, de las 6 totales, manifestó no saber si tiene relevancia o no el neutrino, por lo que no podía tomar una posición. Desde este punto de vista, y así presentados como en la opción 10A o 10B, los neutrinos son potencialmente percibidos como riesgosos para la salud o el planeta Tierra, y su investigación va en la dirección de minimizar impactos negativos. En la pregunta siguiente, la número 11, se consulta también sobre nivel de formación y formas de informarse pero ahora sobre la temática de “materia oscura”: cuando se consulta por la fuente de esta información en general se refieren a la plataforma Youtube y a programas de televisión como “Futurama” o “The Big Bang Theory” (Figura 4.17);

¿Dónde lo escuchaste/te informaste?
25 responses



Fig. 4.17: Respuestas a la consulta ¿Dónde te informaste?, pregunta 11.

En relación a esto, podría ser interesante realizar e estudios futuros un relevamiento de los conceptos e ideas que se presentan en las fuentes citadas, para ver si tienen alguna correspondencia con las respuestas al pedido de asociación libre a “materia oscura”, en la primera pregunta del cuestionario. Estas respuestas, sobre el conocimiento del concepto de materia oscura, podrían sumar a la discusión que propone Coble et al., (2013), cuyo trabajo es tomado por Woithe y Kersting (2020).

En relación a este concepto, también se intentó evaluar juicios y valores frente a la ciencia y la tecnología, percepción de utilidad del conocimiento científico y tecnológico mediante la consulta 12: *“Voy a pedirte que leas dos oraciones y después te quiero hacer una pregunta.”*

“Un 85 % de la materia que compone el universo es desconocida y se está investigando. La comunidad científica nombró a esta materia desconocida como *Materia Oscura*”. ¿Vos pensás que se debería investigar más sobre materia oscura? ¿Por qué?

Aquí el 100 % de las personas encuestadas respondió afirmativamente. Cuando se les consultó por una justificación de su afirmación, las respuestas pueden agruparse en dos categorías “para saber más, saber todo” (18 respuestas) y “por si puede ser de utilidad” (8). El resto de las respuestas no son concluyentes en cuanto a categorías, dicen que es algo “difícil” y que “sí, pero no es prioridad”. Es decir, más de la mitad de las respuestas justifican la investigación en el área de materia oscura, ciencia fundamental por la necesidad de aumentar el conocimiento humano sobre “el todo”. En muchas de las respuestas aparece el Universo como aquello que se necesita conocer, que también aparece en las dos oraciones propuestas. Si volvemos a las asociaciones espontáneas (pregunta 1) de la palabra “Universo” se encontró vinculada mayormente a “planetas” y “galaxias”, objetos dentro del espacio. Aquí podríamos pensar que la definición de Universo es mucho más amplia que la que se puede inferir en la asociación libre. Además, este resultado es consistente con las respuestas a la pregunta 8, en donde casi el 100 % son respuestas afirmativas, y sus razones también incluyen en su mayoría “saber más”.

Luego de realizada la pregunta 12, fue presentada la número 13: *“Si te digo que hace 30 años que la comunidad científica busca detectar materia oscura y no la encuentra: ¿Vos pensás que hay que seguir buscando? ¿Por qué?”*. La inclusión de esta pregunta está justificada de manera de eliminar posibles sesgos con respecto al texto sobre materia oscura de la pregunta anterior. Este texto puede resultar muy positivo en la forma de presentar el problema de investigación en ciencia fundamental y es importante entender si esta forma afecta las opiniones de las personas que responden. Como resultado a esta nueva consulta se obtuvieron un 82 % de respuestas positivas, 14 % de respuestas negativas y el resto de personas (4 %) dice “no estar segura” aunque luego justifica que “no sé exactamente lo que están buscando, pero buscar en otro lado porque sigue estando aunque no se encuentre”, por lo que podríamos considerarlo una respuesta positiva. Estos porcentajes podrían indicar que la redacción de la pregunta 12 no sesga la respuesta, y que el interés por la ciencia fundamental de materia oscura es genuino. Los otros participantes justifican la afirmación haciendo menciones a “no rendirse”, “avance

de la tecnología como esperanza” y “si no se encuentra no significa que no esté”. Las negativas lo justifican mayormente “un gasto económico”.

4.7 Instituciones y funciones: opiniones y valoraciones.

Luego de estas consultas, se presentó una nueva pregunta, ahora en la dimensión sistema institucional, relativa a la inversión en ciencia y tecnología, conocimiento de instituciones y sus funciones, percepción del sistema: *Pregunta 14: Te voy a leer algunas frases. Indícame si estás de acuerdo, algo de acuerdo o en desacuerdo:*

- a Los científicos y las científicas se esfuerzan poco en informar al público sobre su trabajo.
- b La Ciencia y la Tecnología es responsable de parte de los problemas medioambientales que tenemos en la actualidad.
- c Un laboratorio subterráneo es algo que me genera miedo.
- d La ciencia y la tecnología contribuyen a mejorar el medio ambiente.
- e La materia oscura parece una cosa complicada de entender.
- f Investigar y conocer sobre el funcionamiento del universo no tiene ningún impacto en nuestras vidas diarias.
- g Ganar un premio Nobel por investigar sobre neutrinos sería muy importante para Argentina.

Las respuestas obtenidas para las dos primeras consultas se visualizan en la Figura 4.18, a continuación:

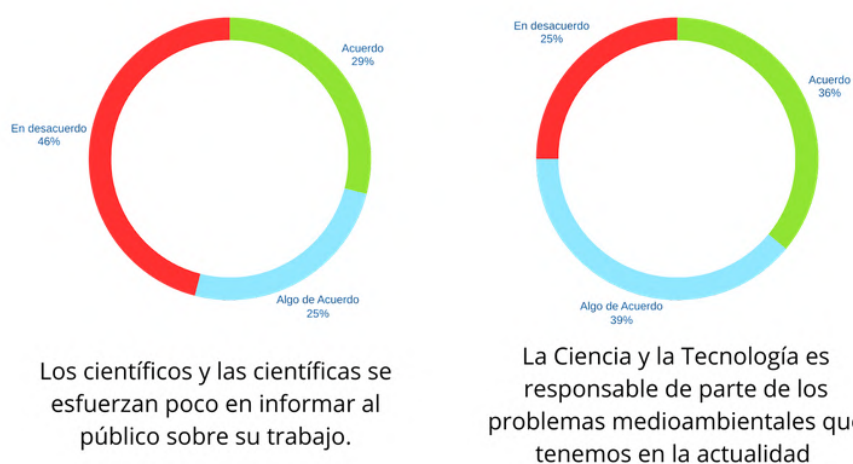


Fig. 4.18: Respuestas a las consultas a y b de la pregunta 14, en porcentajes.

Aquí las opiniones sobre la comunicación de la ciencia por parte de quienes hacen ciencia se reparten de forma proporcional (cerca de la mitad está en desacuerdo y la otra mitad tiene algún grado de acuerdo), y podría ser necesario continuar explorando en esta dirección para comprender mejor las razones detrás de estas expresiones. Sin embargo, estos son consistentes con los que refleja ENPPCT (2021, p. 34), en relación a una consulta similar. De la misma forma, para la afirmación sobre responsabilidades de la ciencia y la tecnología sobre los problemas medioambientales, existen diversas posiciones que podrían expresar una tendencia a considerar que si tiene parte de la responsabilidad en el asunto (sumando las posiciones *acuerdo* más *algo de acuerdo*). Por último, la respuesta “en desacuerdo” podría interpretarse de forma positiva (no estoy de acuerdo en que tenga parte de responsabilidad, ya que no tiene responsabilidad) o bien como negativa (no estoy de acuerdo en que tenga parte de la responsabilidad, ya que tiene toda la responsabilidad). Para clarificar sobre estos resultados podría tenerse en cuenta los que presenta ENPPCT (2021, p. 63), en donde “Poco más de un tercio cree que la ciencia y la tecnología son responsables de buena parte de los problemas ambientales que tenemos en la actualidad: 6,5 % está totalmente de acuerdo y 30 %, de acuerdo”. Las afirmaciones c y d tienen los siguientes resultados (Figura 4.19);

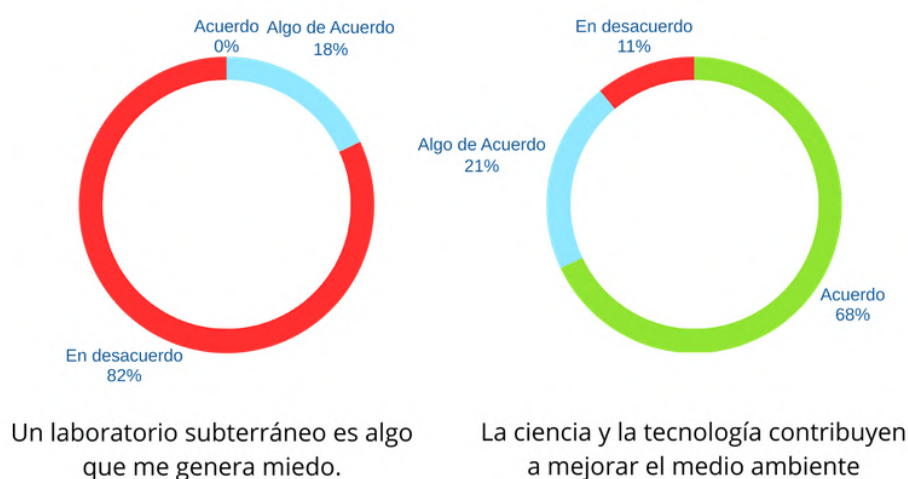


Fig. 4.19: Respuestas a las consultas c y d de la pregunta 14, en porcentajes.

Según estos porcentajes, un laboratorio subterráneo no es algo que genera miedo, aun cuando fue relacionado en la pregunta 6 con temas peligrosos o secretos. También es posible que, dado la franja etaria de las personas que participaron (adolescentes), sean más reservados a la hora de expresar sus pareceres en cuanto a emociones y sobre todo a “tener miedo”. Podríamos preguntarnos qué sucedería si la afirmación fuera redactada de manera de no indicar sentimientos propios, sino más bien generales. Con respecto a la afirmación d, aquí la mayor parte de las respuestas apuntan a que la ciencia contribuye a mejorar el medio ambiente, lo que podría utilizarse como indicador para interpretar mejor la afirmación b (la ciencia y la

tecnología son en parte responsables de los problemas medioambientales). Se podría interpretar que, si bien muchos de los desarrollos científico-tecnológicos pueden tener impacto medioambiental, se piensa que estos problemas en gran parte también se pueden solucionar desde el ámbito científico. Podemos comparar estos resultados con los obtenidos por ENPPCT (2021, p. 62), resultando coherentes ambos (a nivel nacional, 6 de cada 10 personas consultadas consideran que la ciencia y la tecnología contribuyen a mejorar). Realizando una reflexión a nivel más macro, podemos pensar que el rol de la comunidad científica en temas ambientales (desde el agujero de la capa de ozono hasta el cambio climático) probablemente puede ayudar a entender las respuestas obtenidas. Por otro lado, si comparamos estos resultados con los de EPCTISJ (2023) de la consulta sobre “Contribución a la calidad de vida por parte de la CTI” (Figura 4.20), podemos observar que existe una coherencia;

Contribución de la CTI a la calidad de vida (Escala 1 a 10)

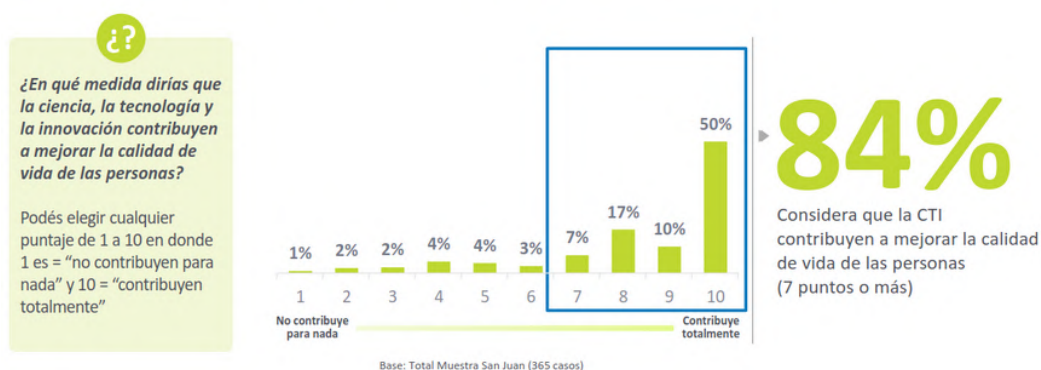


Fig. 4.20: Respuestas sobre la contribución de la CTI a la calidad de vida en EPCTISJ (2023, p. 10).

Y cabe destacar que esta valoración es similar a la que se expresa en todo el país (Figura 4.21);

Estos resultados también son coherentes con los encontrados por ENPPCT (2021, p. 62), donde varios indicadores muestran que existe un alto nivel de confianza y expectativas sociales con respecto a la ciencia y la tecnología.

Con respecto a las consultas sobre las afirmaciones e y f, la mayoría de las respuestas apuntan a que la materia oscura es un concepto difícil de entender. Hay que tener en cuenta que esta respuesta podría tener un componente influenciado por la forma en la cual se abordó el tema en esta encuesta, en referencia a que es muy misteriosa, que lleva 30 años buscándose, que es algo invisible o desconocido. Con respecto a la afirmación “Investigar y conocer sobre el funcionamiento del Universo no tiene ningún impacto en nuestras vidas diarias”, la mayor parte de las personas está en desacuerdo.

Contribución positiva de la CTI



Fig. 4.21: Comparación con expresión en todo el país, con respecto a la contribución de la CTI a la calidad de vida, relevada en EPCTISJ (2023, p. 11).

¿Cuáles son estos posibles impactos? Si recordamos las respuestas en relación a la necesidad de seguir investigando para “saber más” o “encontrar utilidad”, estas razones podrían ser el impacto en la vida cotidiana. Los porcentajes puede observarse en la Figura 4.22.

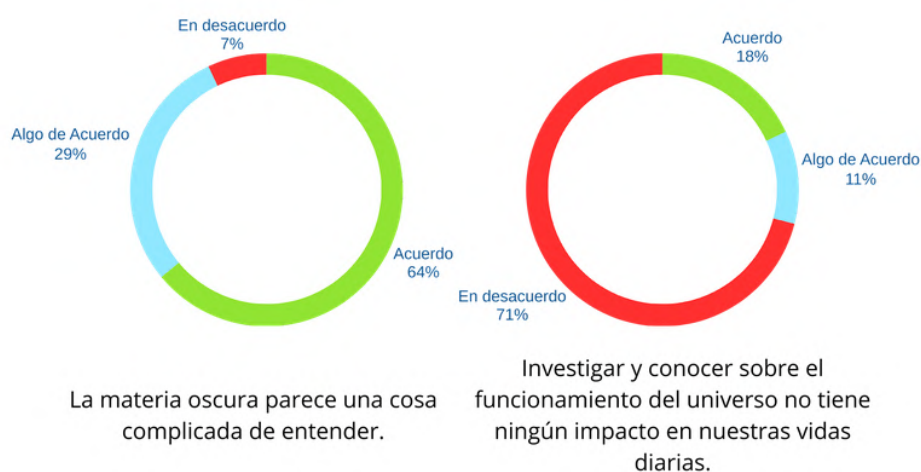


Fig. 4.22: Respuestas a las consultas e y f de la pregunta 14, en porcentajes.

Para finalizar, la última afirmación presentada menciona que “Ganar un premio nobel por investigar sobre neutrinos sería muy importante para Argentina”, la mayor parte de las personas coinciden con la afirmación (Figura 4.23).



Ganar un premio nobel por investigar sobre neutrinos sería muy importante para Argentina.

Fig. 4.23: Respuestas a la consulta g de la pregunta 14, en porcentajes.

4.8 Juicios y valores: otros riesgos y beneficios de la ciencia.

La siguiente pregunta (15) vuelve a hacer foco en la dimensión evaluativa valorativa (juicios y valores frente a la ciencia y la tecnología, percepción de utilidad del conocimiento científico y tecnológico, riesgos y beneficios, opiniones frente al impacto que tienen en la vida de otras personas). Se consulta: *Si tuvieras que hacer un balance de la ciencia teniendo en cuenta todos los aspectos positivos y negativos, cuál de las siguientes opciones refleja mejor tu opinión:*

- a La ciencia y la tecnología solo traen beneficios.
- b Los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que sus riesgos.
- c Los riesgos de la ciencia y la tecnología son mayores que los beneficios.
- d La ciencia y la tecnología solo traen riesgos.

Aquí, la mayoría de las personas consultadas eligen la opción b (68 %), mientras que las demás opciones corresponden a las opciones a (14 %), c (18 %) y la última opción no fue seleccionada por ningún participante. Esta respuesta podría ayudar a interpretar mejor la pregunta 14b, donde se trataría de un mal uso de los beneficios científico-tecnológicos que traerán problemas, muchos de los cuales también podrían solucionarse desde ese mismo ámbito. Esto podría relacionarse con los enfoques conductistas en educación, que proponen una visión positivista de la ciencia: ciencia buena, objetiva e ingenua donde los problemas vienen asociados al mal uso de esta ciencia y no de los desarrollos científicos en sí mismos.

Así mismo, y analizando profundamente la redacción de esta pregunta, la forma en la cual está presentada podría también inducir a esta visión positivista de la ciencia, ya que indica “la ciencia y la tecnología” puede traer riesgos o beneficios, excluyendo a las personas que hacen ciencia y tecnología y a las personas que la utilizan como actores del proceso científico-tecnológico. Por último, podemos mencionar que estos resultados van en línea con las opiniones relevadas por EPCTISJ (2023) a nivel provincial (Figura 4.24) y nacional ENPPCT (2021, p. 62);

Valoración de beneficios y riesgos de la CTI

Escala: Mucho, bastante, poco, ninguno.

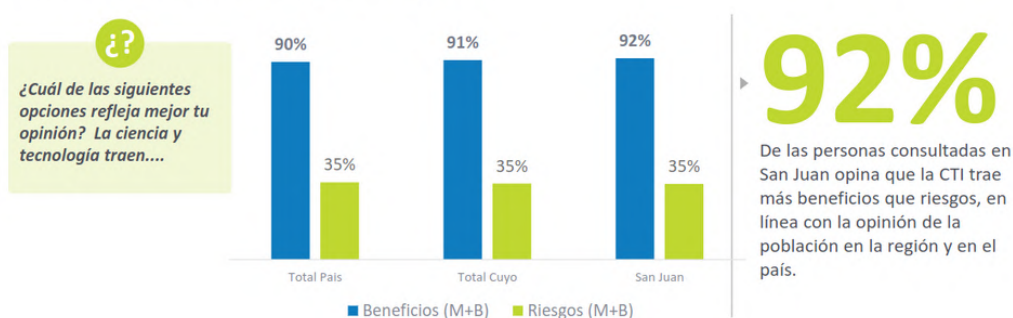


Fig. 4.24: Valoración de beneficios y riesgos de CTI relevados en EPCTISJ (2023, p. 12).

4.9 Otras dimensiones institucionales: diálogos y saberes en torno a laboratorios subterráneos.

A continuación, la pregunta 16 vuelve a la dimensión sistema institucional (inversión en ciencia y tecnología, conocimiento de instituciones y sus funciones, percepción del sistema) y consulta: *Si se quiere instalar un laboratorio subterráneo en San Juan ¿Cuál de estas opciones describiría mejor tu posición al respecto? (solo una):*

- a Me gustaría que se consulte a la sociedad, pero yo personalmente no tendría interés por participar.
- b Me gustaría que se consulte a la sociedad y también involucrarme personalmente.
- c No sería necesario que se consulte a la sociedad.
- d Lo importante es que el gobierno informe sobre las decisiones que toma.
- e No sería necesario que se consulte a la sociedad. Las personas que se dedican a hacer ciencia y tecnología son las indicadas para ayudar al gobierno.

Aquí la mayor parte las respuestas se agrupan en las últimas dos opciones d (36 %) y e (39 %), que ubican a la comunicación de la ciencia como una actividad que no sería necesaria para este tipo de emprendimientos, aun cuando es vinculado a cuestiones peligrosas o secretas (como pudo evidenciarse en las respuestas a la pregunta 6). Los porcentajes de las otras opciones son para a (4 %), para b (18 %) y para c (4 %). Podríamos preguntarnos cuáles son las bases de estas concepciones, ya que podrían estar ancladas en experiencias previas o bien guardar relación con el contexto en el cual se desenvuelven, como estudiantes de dos escuelas preuniversitarias que forman profesionales habilitados para ejercer, por ejemplo, en áreas técnicas. Resulta interesante comparar estos resultados con ENPPCT (2021, p. 10), donde las respuestas son distribuidas de manera mucho más uniforme. Esto podría indicar que el grupo estudiado tiene más confianza en la comunidad científica y el gobierno para autorregularse.

En la misma dimensión de sistema institucional se encuentra la pregunta 17: *Con respecto a las relaciones entre la comunidad científica y las personas, si imaginamos que se puede instalar un laboratorio científico subterráneo en San Juan, ¿Cuál de estas opciones te parece importante? (se pueden elegir una, algunas o ninguna):*

- a Que tenga una página web o redes sociales.
- b Que tenga un espacio de comunicación de actividades que pueda visitar.
- c Que se hagan visitas al laboratorio mismo.
- d Que me informen sobre los riesgos y beneficios.
- e Que me den la posibilidad de involucrarme en las decisiones que se tomen.
- f Otra opción que no está en las anteriores: (decirla).

Sobre los resultados, y como la pregunta admitía múltiples respuestas, los porcentajes representan la cantidad de veces que fueron seleccionados con respecto a las veces que fueron presentadas estas opciones: a (61 %), b (64 %), c (46 %), d (50 %), e (11 %), f (32 %). De las respuestas f (otra opción, decirla) destacamos:

- “Que se avise por el noticiero”.
- “Que anexas a una página gubernamental”.
- “Que se informe lo justo y lo necesario, que no se den muchas opiniones” .
- “Cuidar lo que se cuenta a la gente hasta que existan avances y como mucho informar en algún medio de comunicación”.
- “Que se comunique lo que sea importante y no alertar sin necesidad”.

Podríamos inferir que todas las ideas propuestas en relación a la comunicación son deseables pero la posibilidad de involucrarse en las decisiones que se tomen no

es algo procurado. También se puede notar que todas las opciones seleccionadas como importantes responden más bien a una comunicación del tipo promocional o persuasiva. Incluso considerando que la opción 2 contempla lo que imaginamos como un Centro de Experiencia bajo las nuevas concepciones de museos en paradigmas educativos o dialógicos, quizás esta no fue la interpretación de quienes respondieron la pregunta. Esto puede evidenciarse en relación a todas las preguntas que indagaban sobre la comunicación de la ciencia y cuyas respuestas se inclinaban más por dejar las decisiones a los expertos, incluso cuando éstas estaban relacionadas a cuestiones peligrosas.

Por último, y al finalizar todo este recorrido por el cuestionario, se pedía realizar un dibujo (pregunta 18) sobre la temática de laboratorios subterráneos para evaluar en relación a la dimensión representacional (imágenes de ciencia, tecnología, personas que hacen ciencia): *Tenés 3 minutos para dibujar, como vos te imaginás, un laboratorio subterráneo*. Los dibujos obtenidos se pueden consultar en el Anexo I y se encuentran numerados del 1 al 28 para facilitar su identificación. En base a los elementos representados, se intentó encontrar similitudes de las representaciones para construir categorías. Estas resultaron:

- **Objetos representados:** en aquellos dibujos donde se incluyen objetos estos se diferencian entre los de un laboratorio de química o escolares/de oficina. Por ejemplo, en los dibujos 1, 4, 6, 12, 14, 22, 23, 24, 26 y 27 se identifican algún elemento de los siguientes: balones, tubos de ensayos, matraz de Erlenmeyer, batas de laboratorio, bachas, soportes, vasos de precipitado. En los dibujos 1, 5, 8, 11, 14, 21, 23, 24, 26, 27, por ejemplo, se pueden encontrar posters, gráficos, mesas, lámparas, libros, computadoras, papeles.
- **Espacios representados:** en su mayoría habitaciones rectangulares que se indican bajo la superficie, por ejemplo, en el caso de 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24 y 26. Algunos indican que existen dos espacios bien delimitados, uno en la superficie y otro bajo la superficie. Por ejemplo, en los dibujos 7, 8, 16 y 19.
- **Accesos al laboratorio:** se accede por una escalera muy larga, por un túnel o por un ascensor. Un ejemplo de esto constituyen lo que se puede encontrar en los dibujos 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14, 15, 17, 23, 24 y 26.

Conclusiones

Las conclusiones de este estudio exploratorio pretenden colaborar con las estrategias de comunicación pública de la iniciativa ANDES, mediante la resolución de los objetivos propuestos en el problema de investigación que posee esta tesis. Este trabajo se constituye como el primer paso necesario antes de la realización de estudios descriptivos en el área.

Esta exploración se constituyó en el sector escolar, fundamental a la hora de pensar en establecer espacios de vinculación de Ciencia y Tecnología, así como también para la gestión de vínculos entre la iniciativa ANDES y la sociedad. De esta exploración se desprenden algunas ideas sobre las concepciones de materia oscura, neutrinos y ciencia subterránea en estudiantes de nivel secundario de dos escuelas preuniversitarias de la ciudad de San Juan.

Esta sección, a continuación, presenta las conclusiones organizadas en categorías temáticas referidas a “materia oscura”, “neutrinos”, “laboratorios subterráneos” y finalmente “ciencia, tecnología y su comunicación”. Por último, se detallan recomendaciones de acción a la hora de pensar un Centro de Experiencia Andes que optimice el impacto educativo y comunicacional, desde perspectivas dialógicas y constructivistas que hemos mencionado en el marco teórico, apostando a la construcción de significados, saberes y confianza con los diferentes grupos que integran la sociedad y en particular con estudiantes que fueron voluntarios de este estudio de caso (de nivel secundario de la ciudad de San Juan en la Provincia de San Juan, Argentina).

5.1 Sobre la materia oscura

- A. **La materia oscura es un concepto complejo, pero se relaciona con elementos del Universo y de la física como área del conocimiento.** Esto puede inferirse en los resultados de las consultas 1, 11 y 14. Esta caracterización puede ser una de las claves para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje que se lleven a cabo en el Centro Experiencia ANDES, según las ideas de Pozo (1996) y (2002); Castorina et al., (2005).

- B. **La materia oscura está presente en series, documentales y en canales de Youtube sobre ciencia.** Esto puede evidenciarse, por ejemplo, en los resultados de la pregunta 11. Cuando se consulta por la fuente de esta información en general se refieren a la plataforma Youtube y a programas de televisión como “Futurama” o “The Big Bang Theory”. Señalamos la importancia de relevar qué ideas aparecen en estos espacios y la relación con lo que las personas piensan sobre los temas estudiados. Podríamos pensar que los conocimientos previos en cuanto a materia oscura son de origen mayormente cultural, siendo este el punto de partida para integrar el saber a los conocimientos cotidianos y permitir otros niveles de análisis, tal como lo indicamos en el marco teórico mediante las perspectivas de Pozo (1996) y (2002) así como de Castorina et al., (2005). También, y en comparación con indicadores nacionales, estos resultados son coherentes con la tendencia esperada en relación a fuentes de información (ENPPCT, 2021, p. 16).
- C. **La materia oscura es un tema que, aunque difícil de comprender, vale la pena continuar indagando e investigando.** Esto puede inferirse de las respuestas obtenidas en torno a las consultas 12, 13.
- D. **Las razones detrás de las investigaciones en materia oscura se justifican principalmente sin necesidad de considerar aplicaciones.** Esto puede inferirse de las respuestas obtenidas en torno a las consultas 12, 13. Estas razones van en línea con las consideraciones que tomamos en el marco teórico (2-b Construcciones públicas, comprensiones públicas). En estas consideraciones tomamos las perspectivas de Llewellyn Smith (1998) y Lerch (2017), en donde advierten que las aplicaciones son un argumento secundario a la hora de justificar la investigación en física de partículas.
- E. **La materia oscura, aunque invisible y enigmática, no se asocia con riesgos o peligros.** Esto puede deberse a varios factores: que el instrumento de recolección de datos no deja realmente en claro que en los laboratorios subterráneos se investiga sobre materia oscura (los laboratorios subterráneos si están asociados a riesgo, veremos más adelante en estas conclusiones), por la forma en que diversos medios de comunicación presentan a la materia oscura aquí y como referenciamos en el punto 2 (podría ser interesante un estudio de estas presentaciones), o bien por una falta de riesgo, real, en esta componente del Universo. Esta conclusión parece no ir de la mano con las perspectivas sobre análisis de percepción de riesgo en cuanto a desconocimiento o no saber (entre otros, Beck y Wehling, 2012; Gross, 2016, p. 395).
- F. **La materia oscura está dentro del Universo e investigar sobre el Universo es muy atractivo.** Tal como se mencionó en el punto 1, la materia oscura se relaciona con conceptos del área de la física y de la física del Universo. Cruzando esta información con la pregunta 8 y sus justificaciones (la necesidad de “saber más” y “posibles aplicaciones”). Aquí aparecen nuevamente ideas en línea con las propuestas que señalamos en el punto 4 de Llewellyn Smith (1998) y Lerch

(2017), sobre la justificación primaria recomendada para las investigaciones en ciencia fundamental (contribución al conocimiento) y secundarias (aplicaciones). También podemos tomar en cuenta las respuestas a la pregunta 14-f, donde más del 70 % de las personas consultadas indican que investigar y conocer sobre el funcionamiento del Universo tiene un impacto en nuestras vidas diarias.

5.2 Sobre los neutrinos

Al igual que para el caso del concepto de materia oscura esta investigación estimó en primera medida que el concepto sería desconocido para las personas participantes, apoyándonos mayormente en la vacancia de este tipo de conceptos de física de partículas en los currículos escolares oficiales de la Nación Argentina para sus contenidos de física. Además, se supusieron por fuera de la órbita de los conocimientos o situaciones cotidianas para un estudiante de nivel secundario. Para esta predicción tampoco se tomó en cuenta la posibilidad de que este sea un concepto vigente en algunos medios de comunicación. Sin embargo, estimamos que el concepto de neutrinos sería fácilmente asociado al de neutrones, el cuál si se encuentra dentro de los contenidos de física secundarios. Los resultados de este estudio refuerzan nuestras estimaciones iniciales, salvo para la idea de la asociación con el neutrón:

A. Los neutrinos son un concepto complejo, difícil de asociar o imaginar.

Esto pudo encontrarse, por ejemplo, en los resultados de la primera pregunta que propone asociaciones espontáneas. En estos se evidenció dificultad para completar el ejercicio. Además, es consistente con lo que manifiestan en la consulta 19.

B. Los neutrinos no se registran como presentes en los medios de comunicación que dicen consumir.

A diferencia de la materia oscura, y con nuestro instrumento de sondeo (encuesta), no hemos podido relevar menciones del concepto en series, documentales, canales de Youtube u otros medios. Esto si bien da libertad a la hora de trabajar con el concepto también indica la necesidad de generar contenido que pueda ser consumido por este tipo de público. Por último, se puede mencionar que la autora de este trabajo encontró una mención a los neutrinos y sus investigaciones en la serie “Modern Family” (Familia Moderna) en la temporada 11, episodio 1 llamado “New Kids on the Block”¹ donde una de las protagonistas se encuentra en la Antártida “tratando de entender mejor lo que sucede allí”. Esta caracterización sobre el origen de las ideas, conceptos y representaciones puede ser una de las claves para

¹Puede recuperarse más información sobre este episodio en el siguiente enlace: [https://en.wikipedia.org/wiki/Modern_Family_\(season_11\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Modern_Family_(season_11)) Recuperado en Enero 2023.

fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje que se lleven a cabo en el Centro Experiencia ANDES, según las ideas de Pozo (1996) y (2002), Castorina et al., (2005).

- C. **Los neutrinos son un tema que, aunque complejo y difícil de imaginar, vale la pena continuar investigando e indagando.** Esto podría inferirse de la consulta 10 (en sus formas a y b).
- D. **Las razones detrás de las investigaciones sobre neutrinos se justifican mayormente por su peligrosidad o sus aplicaciones.** Si tomamos en cuenta las respuestas a las preguntas presentadas en el apartado anterior 3 (corresponden a las 10a y 10b), aquí el argumento principal es la potencial peligrosidad para la salud y el planeta de elementos que vienen del sol y nos atraviesan. Es decir, estudiar sobre neutrinos es importante para aplicarlo a la protección de la salud y el medio ambiente. Esta idea parece ir en línea opuesta a las consideraciones que tomamos en el marco teórico desde las perspectivas de Llewellyn Smith (1998) y Lerch (2017). Esto podría relacionarse con aquello que hemos mencionado sobre percepciones de riesgo (entre otros, Slovic, 1987).
- E. **Los neutrinos, incomprensibles y enigmáticos, son asociados con riesgos o peligros.** Tal como señalamos en el punto 1, los neutrinos son difíciles de asociar, desconocidos y, aunque provienen del sol, no están asociados directamente con una componente del Universo. Como pudimos observar en el punto anterior, los neutrinos se imaginan como un potencial riesgo para la salud y el planeta. Aquí puede ser interesante notar que, aunque el instrumento de recolección de datos no deja realmente en claro que en los laboratorios subterráneos se investiga sobre neutrinos (los laboratorios subterráneos si están asociados a riesgo, veremos más adelante en estas conclusiones), estos son riesgosos de por sí. Esta conclusión va en línea con las perspectivas teóricas de Slovic (1987), que fueron adoptadas en el marco teórico, sobre riesgos percibidos sobre cosas desconocidas, invisibles y no voluntarios (no elegimos que nos atravesen los neutrinos). También, en términos de Beck y Wehling (2012) sobre el no conocimiento asociado al riesgo. Por último, también tener presente sobre la dificultad de revertir este tipo de asociaciones, en relación a las perspectivas también presentadas en el marco teórico.

Para concluir nuestras reflexiones sobre el sondeo relativo a materia oscura y neutrinos, diremos que *a priori* consideramos que ambos conceptos compartían las mismas características en cuanto a desafíos comunicacionales, pero **a posteriori** esto no parece ser así. Aún más, consideramos *a priori* que los neutrinos podrían ser facilitadores del diálogo, debido a que son partículas ya detectadas del Modelo Estándar (están en el plano de lo concreto), y a las posibles conexiones con los neutrones (como partículas con nombre similar a los neutrinos). A posteriori el panorama invita a repensar completamente la estrategia comunicacional (y educativa) con respecto a estos dos objetos de interés, invitando incluso a repensar

cuidadosamente o bien la forma en la cual se presentan estos conceptos al público (menciones sobre atravesar la Tierra, las personas) o se recupera información de los medios (Netflix, The Big Bang Theory, Futurama, Youtube) para su utilización. Más detalles sobre estas estrategias serán incluidos en la subsecciones “Recomendaciones” y “Alcances y limitaciones”, de esta misma sección (Conclusiones).

5.3 Sobre laboratorios subterráneos

Esta investigación estimó en primera medida que el concepto sería desconocido para las personas participantes, utilizando las mismas razones que hemos expuesto para los conceptos de materia oscura y neutrinos (vacancia en currículums, alejados de la cotidianeidad y ausencia en medios de comunicación). Además, y tomando fuertemente las perspectivas de Slovic (1987) y Bauer (1995), consideramos que las asociaciones con respecto a este concepto serían negativas (riesgo, peligro o desconfianza). Los resultados de este estudio refuerzan nuestras estimaciones iniciales y nos permiten encontrar más detalles de estas posibles percepciones públicas;

- A. **Un laboratorio es una instalación relacionada al ámbito educativo. Un laboratorio científico, sea subterráneo o no, es un concepto desconocido.** Esta conclusión puede inferirse, por ejemplo, en las respuestas de la pregunta 4. Otro indicio de este desconocimiento son las respuestas a la pregunta 5. Esto también puede correlacionarse con los resultados expresados en EPCTISJ (2023, p. 15). Según las ideas de Pozo (1996) y (2002), Castorina et al. (2005) que recuperamos en el marco teórico, esta caracterización puede ser una de las claves para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje que se lleven a cabo en el Centro Experiencia ANDES.
- B. **Los laboratorios subterráneos son percibidos como riesgosos, secretos y para un tipo de ciencia especial...** Esto puede inferirse mediante una visión general de los resultados de varias preguntas presentadas en la encuesta. En primer lugar, la asociación espontánea al concepto de “Laboratorio subterráneo ANDES” (en la pregunta 1) presenta algunas percepciones como oscuro, secreto, interno, mientras que el resto de las asociaciones son relativas a ciencia escolar o valorativas. Hasta aquí podríamos pensar que la mayor parte de las personas que participaron en el sondeo no realizan la asociación con riesgos o secretos, pero al indagar en la pregunta 6 se mencionan cuestiones de seguridad, secretos y peligros dentro del laboratorio y otras cuestiones relativa a un tipo de ciencia especial que se realiza allí, que no puede ser realizada en la superficie. Muchas personas mencionan ambos aspectos como relacionados. Esta conclusión va en línea con las perspectivas teóricas de Beck y Wehling (2012) sobre el no

conocimiento asociado al riesgo, así como también de Slovic (1987) sobre riesgos percibidos sobre cosas desconocidas, invisibles y no voluntarias. Por último, acorde a perspectiva de Bauer (1995) esta iniciativa parece ser generadora de oportunidades pero también de restricciones (riesgos o peligros).

- C. **...pero el tipo de ciencia especial que se realiza en un laboratorio subterráneo no parece riesgosa ni secreta.** De forma paradójica, y con respecto al punto anterior (2), cuando las personas son consultadas en la pregunta 7, invitando a proponer temas específicos de investigación, estos se agrupan en mayor medida con temas de minería o geología y en segundo lugar con temas espaciales, médicos, químicos de física y unos pocos con el tema nuclear. Otra lectura posible es que la minería y la geología son consideradas actividades de riesgo, pero si consideramos que la mayor parte de las respuestas en esta categoría refieren al estudio de minerales y rocas, esta no parecería la lectura más probable. De esta misma consulta surgieron expresiones negativas y otras positivas, pero con menor frecuencia. Este resultado contrasta con los de la pregunta 14, si la idea de un laboratorio subterráneo es algo que les generaría miedo, resultó con más de un 80 % de respuestas negativas. Por último, si tomamos en consideración a las representaciones que propone la última pregunta del cuestionario (Pregunta 18) y como se detalló en la sección 5 “Resultados y Discusión”, la mayor parte de los objetos representados corresponden a objetos de un laboratorio de química escolar o de oficina, los cuales podríamos pensar que no representan realmente un gran riesgo social, ya que se encuentran en lugares de poca seguridad como una escuela o una oficina. Otra lectura posible es que los estudiantes asocian al laboratorio de química de la escuela como un lugar con riesgos y que estos riesgos se potencian en un espacio subterráneo.
- D. **...pero no sería necesario que me consulten sobre las decisiones que toman.** Aún cuando parece que las actividades que suceden en un laboratorio subterráneo podrían involucrar algún tipo de peligrosidad, riesgos o secretos, la mayor parte (> 70 %) de las respuestas a la pregunta 16 se agrupan en las categorías más alejadas de una participación ciudadana en las diferentes etapas de la iniciativa ANDES. De manera similar, y en la pregunta 17, solo un 11 % de los participantes incluyeron la opción de poder involucrarse en las decisiones que se tomen, como parte de sus deseos. Estas manifestaciones son contrarias a las recomendaciones que hemos recuperado en el marco teórico (entre otros, UNESCO, 2021; Delicado, Rowland et al., 2022). También pueden vincularse con los resultados de ENPPCT (2021, p. 9) sobre una alta confianza en la comunidad científica y con ENPPCT (2021, p. 10) sobre la distribución de opiniones en torno a la participación ciudadana.
- E. **Un laboratorio subterráneo es un espacio rectangular bajo la superficie, con acceso por escalera, túnel o ascensor y que tiene objetos de química y/u oficina.** Esta afirmación sobre los objetos se apoya en las respuestas obtenidas

en la propuesta 18. Para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje que se lleven a cabo en el Centro Experiencia ANDES, y según las ideas de Pozo (1996) y (2002), Castorina et al. (2005), estas representaciones deberían tenerse en cuenta a la hora de planificar acciones educativas.

Para finalizar nuestras reflexiones en torno a la temática de laboratorios subterráneos, puede ser interesante notar la diferencia entre un laboratorio subterráneo real y las representaciones mentales de las personas consultadas y cómo estas diferencias deben ser tenidas en cuenta a la hora de construir significados en el Centro Experiencia. Estas representaciones son coherentes con la información que se releva en los indicadores de percepción para la provincia de San Juan, en torno al conocimiento de instituciones y empresas científico tecnológicas (EPCTISJ, 2023, pp. 14-15) y en la encuesta nacional ENPPCT (2021, p. 18). Los detalles sobre estas diferencias entre distintos tipos de laboratorios son notables, y refieren a todos los aspectos de un laboratorio subterráneo: forma física, ciencia que se investiga, riesgos reales, peligrosidades reales, las características públicas y no confidenciales, su comunicación pública y hasta la concepción misma de un laboratorio científico, por fuera de un laboratorio de ciencia escolar. Pueden encontrarse más detalles sobre estas conclusiones en la subsección “Recomendaciones”, de esta misma sección.

5.4 Sobre ciencia, tecnología y su comunicación

Aunque en nuestro marco teórico hemos adoptado una perspectiva sobre la ciencia como proceso de construcción social, e intentamos alejarnos de la mirada de corte más positivista sobre ésta, es posible que esta visión no sea del todo compatible con los resultados de este estudio exploratorio. A continuación, nuestras conclusiones sobre la cuestión,

- A. **La ciencia es, mayormente, algo ligado al mundo escolar.** Para fundamentar esta afirmación se han analizado en conjunto los resultados del ejercicio de asociación espontánea (a las palabras “ciencia”, “física”, pregunta 1), los de la pregunta 4 y cuando pedimos que se represente un laboratorio subterráneo (pregunta 16). Esta característica nos invita a repensar las bases sobre las cuales habría que comenzar la comunicación de una iniciativa como ANDES, consistente también con lo inferido con respecto al desconocimiento sobre laboratorios científicos en general en la sección 6-c, consistentes con lo que planteamos en el marco teórico (Serrano González-Tejero y Pons Parra, 2011) en relación al gran impacto que tienen las experiencias educativas formales sobre el desarrollo de quienes estudian (siendo esa una de las claves para pensar en enfoques constructivistas para el aprendizaje). Aún más, podríamos

preguntarnos en futuros estudios por las visiones de ciencia que construyen en base a la ciencia escolar (podría ser las que plantean, entre otros, Fernández et al., 2002; Stekolschik, 2008, Martín-García, 2021). Recordemos que mucha de la ciencia escolar suele tener un corte positivista o remanentes importantes de esta tendencia. Por último, estos resultados también son consistentes con los que presenta EPCTISJ (2023, p. 15), sobre instituciones que hacen ciencia y, a nivel nacional, ENPPCT (2021, p. 9).

- B. **Hay ciencia fuera del mundo escolar, pero también puede relacionarse con temas escolares.** Esto podría inferirse, por ejemplo, a partir de las respuestas a las preguntas 6 y 7. Recordemos, también, que la Escuela Industrial, la cuál se presentaron 20 estudiantes de 28 totales entrevistados, posee una especialización en Minas y que la escuela Comercial comparte edificio con ésta. Si tomamos los enfoques constructivistas en educación, que hemos mencionado en el marco teórico (entre otros, Ausubel 1979 y 2002; Novak y Gowin, 1988; Moreira, 2005), este es uno de los puntos de partida a la hora de pensar en desarrollar aprendizajes significativos en el Centro. También podría indicar la necesidad de considerar las visiones de ciencia que planteamos en relación a las ideas de Fernández et al., (2002); Stekolschik (2008), Martín-García (2021), pensando en este resultado y en remanentes positivistas que suelen existir en la ciencia escolar de escuelas técnicas.
- C. **La escuela es un vehículo para acceder a otros mundos. Y la iniciativa ANDES habita estos otros mundos.** Esto puede fundamentarse con los resultados de la consulta 2. También puede tenerse en cuenta los resultados de la consulta 17 sobre el deseo de un espacio para poder visitar por cuenta propia. Por último, retornando a la pregunta 3, la escuela es un disparador de búsquedas de información. Aquí, y como ya lo hemos mencionado en los puntos 1 y 2, podemos preguntarnos por las visiones de ciencia que este vehículo (la escuela) posee (Fernández et al., 2002; Stekolschik, (2008); Martín-García, 2021).
- D. **Netflix y Youtube parecen ser un canal para comunicar sobre ciencia y tecnología, pero la comunicación se asocia a la transmisión de información.** Esto puede ser fundamentado por los resultados de la consulta 3, donde también surge la baja interacción o preferencia con fuentes como podcast, libros y revistas, a la hora de buscar información. Esto es consistente con las respuestas en torno al conocimiento del concepto de “materia oscura” y su fuente (pregunta 11). Aquí se menciona a la serie “The Big Bang Theory” o “Futurama” como fuentes de información, así como también a videos de Youtube en canales científicos. También, y en las respuestas de la pregunta 17, podría ser importante la existencia de un sitio web o redes sociales para un laboratorio subterráneo. En base a las respuestas de la consulta 3, podríamos pensar esta red social como Youtube. Estos resultados difieren con los encontrados en ENPPCT (2021, p. 16), pero en línea con sus predicciones para este estudio realizado dos años después de su publicación. Es importante notar que este tipo de medios (Youtube, Netflix,

entre otros) proponen, en principio, una transmisión de información directa hacia el público que lo consume. La comunicación, entendida de esta manera, se relaciona más a una visión positivista de la ciencia y la educación (entre otros, Fernández, Gil et al., 2002; Stekolschik (2008), Martín-García, 2021), o a un modelo deficitario en ciencias de la comunicación (Lewenstein, 2013). Se podría indagar, también, en el perfil de quiénes realizan esta comunicación en esas menciones específicas. En relación a este tema (quienes comunican la ciencia), y en torno a los resultados de las preguntas 14 y 16, no parece quedar en claro cuál es la situación con respecto al problema de la comunicación y la comunidad científica. Podemos tener en cuenta los resultados de ENPPCT (2021, pp. 34-35), y pensar en la necesidad de un mayor compromiso para que aquellas personas que no acceden a la información, puedan hacerlo. También podría inferirse que la comunicación está muy lejos de ser considerada como una herramienta para abrir el diálogo entre una iniciativa científica y la sociedad. Otra lectura posible es que consideran que los aspectos de riesgo o peligrosidad sólo pueden ser evaluados por expertos en el área, y que existiría una confianza *a priori*, en las decisiones de estos expertos. Esta confianza podría ser determinante a la hora de canalizar institucionalmente las inquietudes que pudieran surgir, como lo presentamos en el marco teórico (entre otros, Bauer, 1995; Vallejos Romero, 2012). Por último, estos resultados de confianza y transmisión de información como recurso aceptable podrían relacionarse con los obtenidos por EPCTISJ (2023, p. 11), sobre la contribución positiva de la ciencia y la tecnología a la calidad de vida de las personas en San Juan y a nivel nacional en ENPPCT (2021, p. 62), sobre las expectativas y reservas de la sociedad en torno a la ciencia y la tecnología (en una distribución más homogénea de opiniones).

- E. **Los problemas de la ciencia y la tecnología se pueden solucionar con mejor ciencia y la tecnología.** Esto puede fundamentarse con los resultados de las preguntas 14 y 15. Se podría interpretar que si bien muchos de los desarrollos científico-tecnológicos pueden tener impacto medioambiental, se piensa que estos problemas en gran parte se pueden solucionar de nuevo desde el ámbito científico. Esto podría relacionarse con los enfoques del tipo conductistas en educación, que proponen una visión positivista de la ciencia. Como hemos mencionado en los puntos anteriores, estas visiones están estudiadas, entre otros, por Fernández et al., (2002); Stekolschik (2008) y Martín-García (2021).
- F. **El Centro de experiencia ANDES es un espacio posible de comunicación, más no el único deseado.** Esta afirmación tiene sus bases en los resultados de la consulta 17, donde las opciones seleccionadas mayoritariamente hablan de páginas webs, redes sociales, espacio de visitantes, visitas al laboratorio mismo y la necesidad de que se informe sobre los riesgos y beneficios. Podríamos tomar esta necesidad de información y enmarcarla dentro de las propuestas en torno a riesgo y percepciones, que hemos presentado en el marco teórico (entre otros, Slovic, 1987; Bauer, 1995; Goss, 2016). Además, cabe destacar que desear el

Centro como canal de comunicación abre la posibilidad de alejarnos de los modelos deficitarios (Lewenstein, 2013) para ir hacia perspectivas dialógicas. Sin embargo, también podría ser interesante indagar qué concepciones tienen sobre este espacio, dentro de las múltiples acepciones que reconocen las personas para un espacio museológico.

Para concluir nuestras reflexiones en torno a Ciencia, Tecnología y su comunicación, diremos que nuestras consideraciones *a priori* suponían que el punto de partida para entablar acciones comunicativas era la idea de un laboratorio bajo tierra. Sin embargo, este sondeo parece indicar que el punto de partida se encuentra en otra dimensión anterior, que es la del mundo de los laboratorios por fuera del laboratorio escolar. Además, supusimos que las personas estarían más abiertas a discutir asuntos relacionados con la actividad científica y tecnológica. Sin embargo, nuestro trabajo de campo indica que este modelo de comunicación es desconocido para muchos, faltan lugares participativos que generen inclusión en el diálogo, o no es deseado. En consecuencia, la confianza en las decisiones recae en aquellos que se autodenominan “expertos” en la materia.

Esta confianza puede ser producto de las percepciones positivas sobre la ciencia y la tecnología que fueron relevadas en encuestas provinciales EPCTISJ (2023, pp. 10-13) y a nivel nacional en ENPPCT (2021, pp. 9,32). Sobre las personas expertas, o bien son las que hacen ciencia, o bien son parte de instituciones gubernamentales. Por último, y también inserto dentro de un marco amplio en cuanto a la función dentro de sociedades democráticas, la escuela es una vía de acceso a otros mundos, y los espacios museológicos son también facilitadores de estos nuevos mundos. Según los resultados de este sondeo, el trabajo en coordinación entre la escuela y los espacios museológicos resulta crucial en la ciudad de San Juan. Podemos pensar la importancia de gestionar y cuidar estos canales institucionales, en relación a las opiniones sobre la importancia de la promoción de la ciencia y la tecnología (EPCTISJ, 2023, p. 17) y sobre la importancia de que la ciencia haga foco en la educación y capacitación (EPCTISJ, 2023, p. 21), que fue mencionada en estudios provinciales de percepción pública sobre ciencia y tecnología. Estos canales institucionales pueden verse favorecidos por la confianza en los profesionales de la ciencia que se manifiestan en estudios nacionales ENPPCT (2021, pp. 9, 32). Más detalles en relación a estas reflexiones, pueden encontrarse en la sección “Recomendaciones”, de esta misma sección (Conclusiones).

5.5 Recomendaciones a la hora de pensar un espacio museológico como el Centro Experiencia ANDES en el contexto estudiado

- A. **Continuar realizando estudios de percepción pública en relación a los conceptos mencionados en este trabajo de tesis.** Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, y se detalla en la subsección a continuación (Alcances y limitaciones) muchos aspectos comunicacionales y educativos emergen en la discusión pública sobre materia oscura, neutrinos y laboratorios subterráneos. Sería deseable contar con otros estudios exploratorios que pudieran permitir planificar y ejecutar un estudio descriptivo del caso.
- B. **En nuevos sondeos, modificar la redacción de las oraciones referidas a materia oscura y neutrino para indagar sobre posibles sesgos de este estudio.** Las oraciones referidas a materia oscura plantean un misterio por resolver (*“Un 85 % de la materia que compone el Universo es desconocida. . .”*) mientras que los neutrinos son presentados como un objeto que viene del espacio (*“Día y noche, miles de neutrinos vienen del sol. . .”*). Invertir las referencias, por ejemplo: *“Día y noche, un viento de materia oscura nos atraviesa desde la constelación de Cygnus. La materia oscura es posiblemente una partícula muy difícil de detectar”* y *“Los neutrinos son la segunda partícula más abundante del Universo. La comunidad científica aún estudia sus propiedades para entender mejor la evolución del Universo”*.
- C. **A la hora de realizar nuevos estudios de percepción pública, cuidar la información brindada antes de los encuentros para minimizar los sesgos o interferencias en los resultados.** Es posible que brindar un detalle de los contenidos, motivaciones e instrumentos de trabajos introduzca interferencias en los resultados de los sondeos. En nuestro caso, algunos estudiantes comentaron que profesores indicaron “en los pasillos” que se “iba a preguntar sobre neutrinos”. Aquí la sinceridad de las personas encuestadas resultó crucial para obtener este dato no solicitado, factor que puede tenerse en cuenta al momento de entablar conversaciones en estudios de casos.
- D. **Realizar exploraciones conceptuales en torno a la aparición de la materia oscura en canales de Youtube y Series como “The Big Bang Theory” y “Futurama”.** Según surge en este estudio de caso, estas son las fuentes primarias de contacto con el concepto de materia oscura. Podría también encontrarse contenido relacionado a neutrinos para ser utilizado de la misma forma. Por último, fragmentos de estos contenidos podrían ser utilizados para abrir el diálogo de forma real en el Centro Experiencia ANDES.
- E. **Trabajar en conjunto con escuelas y universidades para los sondeos y también el diseño del Centro.** De los resultados de este trabajo podemos

inferir que las escuelas preuniversitarias en la ciudad de San Juan (Industrial y Comercial) son facilitadoras de visitas a espacios museológicos. Además, cuentan con docentes y profesores que conocen bien a la población estudiantil, por lo que serían aliados en la construcción de espacios que permitan integrar a toda la comunidad. Aún más, en las menciones a laboratorios de física, muchas apuntan a laboratorios de la Universidad Nacional de San Juan, por los que estos podrían ser un nexo para trabajar la idea de un laboratorio subterráneo.

- F. **Realizar exploraciones en torno a laboratorios científicos regionales y utilizarlos como primer eslabón entre el laboratorio escolar y el laboratorio subterráneo.** Esta exploración debe contener a los laboratorios de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), que son identificados por estudiantes como laboratorios de física. Además, las escuelas preuniversitarias son parte de la UNSJ, por lo que existen facilidades operativas para trazar estas conexiones. Estos podrían ser parte de un circuito previo a la visita al Centro Experiencia ANDES.
- G. **Construir conceptos de ciencia más allá de lo escolar o lo que sucede en las redes.** Aquí podrían ser de utilidad las visitas a centros de investigación de la región, incluyendo laboratorios de universidades públicas. La posibilidad de sumar visitas virtuales también abre opciones para la construcción de la ciencia fuera de la escuela.
- H. **Reforzar las actividades que respaldan las razones culturales, educativas y sociales detrás de la ciencia fundamental relacionada con la materia oscura y neutrinos.** Dado los sondeos realizados en este trabajo, fortalecemos la idea de la ciencia fundamental como una actividad valiosa por sí misma en favor del aumento del conocimiento humano sobre el Universo y el mundo que nos rodea. Utilizar las posibles aplicaciones como argumentos secundarios, pero no primarios. En las palabras de muchas de las personas entrevistadas “saber más” es una justificación en sí misma para continuar investigando sobre los misterios del Universo.
- I. **Profundizar el análisis en percepciones de riesgo bajo las perspectivas de Slovic (1987).** Analizar si con las modificaciones anteriores, propuestas en el punto 2, existe una disminución del riesgo asociado al neutrino y/o un aumento del riesgo asociado a la materia oscura. Continuar indagando sobre la idea de un laboratorio subterráneo como peligroso, aun cuando las actividades que se imaginan allí parecieran no ser peligrosas. Indagar o relevar sobre las percepciones de actividad minera o geológica en la región para comprender un posible nexo. Utilizar las visitas virtuales a laboratorios subterráneos ya existentes (por ejemplo, SNLOAB²) para abrir el diálogo en torno a las representaciones mentales sobre estos espacios.

²Puede realizarse una visita virtual mediante el siguiente recurso: “Virtual Tour SNLOAB”. Enlace: <https://www.snolab.ca/facility/virtual-tour/>. Visitado por última vez diciembre 2023.

- J. **Perspectiva dialógica sí, pero antes: enseñar a dialogar.** Los resultados de este sondeo indican que la comunicación es concebida como una acción transmisora de conocimiento. Bajo esta idea, puede ser difícil pretender un diálogo entre quienes se acerquen al Centro de Experiencia sin antes enseñar a dialogar. Aquí podrían utilizarse experiencias previas en el área de la comunicación y la educación que inviten a ver nuevas perspectivas en la disciplina. Esto podría realizarse, por ejemplo, mediante proyectos de ciencia ciudadana, entre otros. Por último, es posible que ya existan proyectos de esta categoría en las escuelas, en ese caso quedaría potenciarlos e indagar sobre su relación con una iniciativa como ANDES.
- K. **Las primeras exposiciones para evaluar la funcionalidad del Centro deben ser con la comunidad educativa.** Ya hemos mencionado la necesidad de reconocer a la escuela como facilitadora de visitas a espacios museológicos y como parte del diseño del espacio. Aquí también incluimos la propuesta de que los primeros visitantes del Centro sean estudiantes, docentes y profesores de ámbito escolar.
- L. **Youtube como canal de comunicación.** Según mencionaron las personas consultadas, esta es una opción favorecida a la hora de consumir información. También debería indagarse en la longitud y formato de estos videos que consumen, para maximizar las posibilidades comunicativas y educativas.
- M. **Mirar al futuro: adelantarse a los canales de información.** Como se evidenció en la mayoría de las respuestas sobre medios de información en temas de Ciencia y Tecnología, las revistas y los libros parecen no ser una fuente frecuente de consulta. Existe la posibilidad de que la inteligencia artificial se convierta en una nueva fuente de consulta para las generaciones más jóvenes dentro de la escuela secundaria. La autora de este trabajo intentó un breve diálogo con la Inteligencia Artificial CHAT GPT y parte de las respuestas a las consultas indican algún tipo de riesgo radiológico en el Laboratorio³. El uso de esa herramienta como fuente de información podría llevar a desarrollar otra línea de investigación en el área de la comunicación.

5.6 Alcances y limitaciones de este estudio de caso

Este trabajo constituye un sondeo de ideas, conocimientos previos o intereses en relación a los conceptos de materia oscura, neutrinos y laboratorios subterráneos, relativos a la iniciativa ANDES. La finalidad de este sondeo es utilizar estas ideas

³Charla con Inteligencia Artificial sobre la iniciativa ANDES. Enlace: <https://chat.openai.com/share/3f1e3a7c-a201-4c46-a066-bbc71e848666>. Visitado por última vez diciembre 2023. En caso de no funcionar el enlace, la autora cuenta con una copia en formato .pdf de la misma que puede solicitarse a mblovino@unrn.edu.ar

o conocimientos para optimizar el impacto comunicacional y educativo de un posible Centro Experiencia ANDES en la ciudad de San Juan, provincia de San Juan, Argentina. Aquí hemos abordado este estudio mediante una encuesta en torno a los conceptos antes mencionados en las dimensiones representacionales, práctica operacional, evaluativa valorativa y del sistema institucional. Es posible que existan otras dimensiones de análisis para llevar a cabo este tipo de estudios.

Sobre el instrumento de sondeo, es plausible de mejorar. La mejora se entiende como la minimización de los sesgos introducidos por su formulación. Por ejemplo, y como se mencionó en subsecciones anteriores (6-e, apartado 2), podría reformularse las oraciones referidas a materia oscura y neutrino. Además, el instrumento podría no dejar en claro la relación entre la materia oscura, los neutrinos y los laboratorios subterráneos. Esta falta de claridad podría impactar en la forma en la cual son percibidas estas instalaciones y los tipos de ciencia que allí se desarrollan. A la inversa, podría impactar en las percepciones de riesgo sobre, por ejemplo, la materia oscura (¿si se necesita un laboratorio subterráneo para estudiarla, puede ser algo secreto o peligroso?). Así mismo, la pregunta relacionada a “un laboratorio subterráneo es algo que me genera miedo” podría impedir la obtención de respuestas sinceras, ya que personalizar la emoción y responder “de acuerdo” a esta afirmación podría implicar pasar a otro plano de intimidad en la información que se brinda. Se debe tener en cuenta que cuando se consultó sobre laboratorios subterráneos, emergieron naturalmente emociones y resguardos relacionados a actividades peligrosas, secretas o especiales. Quizás, y considerando el público adolescente de este sondeo, sería deseable no proponer consultas que se evidencian directamente personales y menos en relación a sentimientos o vulnerabilidades.

Por otro lado, y sobre el contexto del desarrollo de la encuesta, sería posible que algunas respuestas estén sesgadas más de lo que estimamos, debido a la posibilidad de que los casos que expresaron “nos dijeron en un pasillo que iban a preguntarnos de neutrinos” sean en realidad mayores. Es decir, que parte de la información de este relevamiento fuera debido a este tipo de intervenciones previas al encuentro.

Para obtener significancia estadística, y aplicar sus resultados al desarrollo del Centro Experiencia ANDES, deberíamos realizar nuevos estudios que pudieran confirmar o descartar nuestras conclusiones y recomendaciones. Es importante tener presente que las escuelas que participaron de este sondeo son preuniversitarias, públicas y ubicadas en el centro de la ciudad de San Juan. Realizar este estudio en escuelas no preuniversitarias, rurales, privadas o con otras orientaciones (por ejemplo arte) podrían aportar nuevas perspectivas a este problema de estudio.

Además, y volviendo al carácter binacional de esta iniciativa, es muy posible que los resultados de un sondeo similar en escuelas de regiones chilenas sea diferente, debido

adentrarse en las particularidades culturales del grupo a estudiar. Por ejemplo, los estudiantes de las escuelas que participaron en el estudio tenían una fuerte presencia en sus respuestas de los temas de minería y geología, particularidad de la región y de las especialidades curriculares. Esto vale también si queremos extender los estudios de percepción pública en otros países donde se contemple la iniciativa de una instalación subterránea.

Las limitaciones temporales son otro aspecto a considerar en la evaluación de los resultados y recomendaciones de este estudio. Como se pudo observar en algunas respuestas, relacionadas a la forma de informarse, estas cambian radicalmente en un corto periodo de tiempo. Por ejemplo, las categorías de revistas o programas de televisión fueron incluidas tomando como referencias encuestas de Ciencia y Tecnología de los gobiernos de Argentina y Chile, y parecen no ser utilizadas como fuente de información. En esa dirección, el avance exponencial de la inteligencia artificial⁴ en los últimos años podría cambiar radicalmente la forma en la cual sucede la comunicación de la ciencia.

5.7 Reflexiones finales

Este trabajo de tesis buscó comenzar a construir las bases de la comunicación pública de la iniciativa ANDES, prioritaria para la comunidad de física de partículas (Latin American Strategy for HECAP, 2020, p. 10) y siendo de gran relevancia a nivel internacional, en Argentina (Ministerio de Ciencia y Tecnología⁵, Gobierno de San Juan, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y Comisión Nacional de Energía Atómica) como en Chile (Universidad Técnica Federico Santa María, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile, Universidad de Concepción, entre otras). Construir la comunicación pública desde un punto de vista científico, profesional, requiere estudios de percepción pública de la ciencia. Estos estudios parecen ser desconocidos o no aplicados en los laboratorios subterráneos ya existentes alrededor del mundo, por lo que podemos pensar que este trabajo constituye el primer aporte en un intento de profesionalizar el área, previo a la construcción de estos emprendimientos científicos. En relación a este aporte, y dentro de los alcances de este trabajo, hemos encontrado que los conceptos de materia oscura y neutrinos están asociados a ideas, sensaciones y concepciones muy diferentes entre sí. En particular, y para nuestra sorpresa, la materia oscura no es un concepto desconocido mientras que los neutrinos sí lo son. Aún más, son percibidos como riesgosos para la salud o el planeta. En la misma dirección, los laboratorios

⁴Para más información, puede visitarse (inglés) "The Artificial Intelligence revolution: Part 2. Wait But Why. Urban, T. (2015)". <https://waitbutwhy.com/2015/01/artificial-intelligence-revolution-2.html>. Visitado por última vez Diciembre 2023.

⁵A la fecha, convertido en Secretaría de "Innovación, Ciencia y Tecnología".

subterráneos se asocian con un tipo especial de ciencia que incluye, en muchos casos, aspectos secretos y peligrosos.

Por lo tanto, será importante para la comunicación de la iniciativa la creación de un espacio como el Centro Experiencia ANDES que permita entablar un diálogo con la sociedad y en especial con las escuelas de la ciudad. Este espacio deberá desarrollarse con especial cuidado en relación a las posibles percepciones de riesgo de un laboratorio subterráneo y a la forma en la cual se presentan los conceptos de astropartículas. Finalmente se recomienda que este desarrollo se realice no solo en conjunto con las escuelas de la región, sino también con profesionales en el área de la comunicación, educación y de percepciones de riesgo, para así lograr optimizar los resultados y la perspectiva de este aspecto de la iniciativa ANDES.

Referencias Bibliográficas

Aguiar, D., Svampa, F. (2021). *Diseño de una investigación. Presentación de clases.* Maestría en Ciencia, Tecnología e Innovación. Universidad Nacional de Río Negro.

Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo.* México: Trillas.

Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva.* Barcelona: Paidós.

Australian Museum Audience Research Centre. (2002). *Exhibition evaluation.* Sydney, NSW, Australia: Australian Museum. Recuperado en julio 2021 de: <https://www.museumplanner.org/wp-content/uploads/2012/07/Exhibition-Evaluation>

Bauer, M. (1995). *Resistance to New Technology: Nuclear Power, Information Technology and Biotechnology.* Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511563706

Bauer, M. y Plehn, T. (2017). *Yet Another Introduction to Dark Matter: The Particle Physics Approach.* arXiv:1705.01987

Bauer, M. y Jensen, P. (2011). *The Mobilization of Scientists for Public Engagement.* Public Understanding of Science. 20. 3 -11. 10.1177/0963662510394457.

Beck, U. y Wehling, P. (2012). *The politics of non-knowing: an emerging area of social political conflict in reflexive modernity,* en Domínguez Rubio, F. y P. Baert (Eds.). *The politics of knowledge,* Londres, Routledge.

Bengtsson, A. (2017). *Nuevos desafíos para la comunicación pública de la ciencia.* En: Gasparri, E. y Casasola, M. (comps.) *Ocho lupas sobre la Comunicación de la Ciencia.* Universidad Nacional de Rosario.

Bertone, G. (2013). *Particle Dark Matter: Observations, Models and Searches.* Cambridge University Press, 2013 ISBN 1107653924, 9781107653924

Braibant, S., Giacomelli, G. y Spurio, M. (2011). *Particles and Fundamental Interactions: An Introduction to Particle Physics Undergraduate Lecture Notes in Physics*. Springer Science y Business Media.

Castellaro, M. (2011). *El Concepto De Representación Mental Como Fundamento Epistemológico De La Psicología*. *Límite* 6 (24):55-67.

Castorina, J., Barreiro, A. y Toscano, A. (2005). *Dos versiones del sentido común: Las Teorías Implícitas y las Representaciones Sociales*. *Representaciones Sociales y Construcción Conceptual: Las ideas infantiles sobre la sociedad* (pp. 205-238). Miño y Dávila, Editor: José Antonio Castorina.

Cea Dancona, M. (1996). *Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social*. Proyecto Editorial, Síntesis sociología. Directores: Antonio Izquierdo Escribano, Jesús Leal Ivaldonado, Ramón Ramos Torre. Recuperado en Enero 2024 de: https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/metodologia_cuantitativa__estrategias_y_tecnicas_de_investigacion_social___cea_d_ancona.pdf

Chalas, A. (2019). *Painting a portrait of organizational evaluation capacity in the Canadian art museum sector*. Queen 's University Kingston, Ontario, Canada.

Campassim, M., Gutiérrez, L., Pironio, A. y Torre, M. (2019). *Estudio de caracterización de visitantes a museos nacionales 2017-2018*. Recuperado en noviembre de 2023, de: https://rma.cultura.gob.ar/publicaciones/AAVV_2019_Quienes_nos_visitan-Estudio_de_caracterizacion_de_visitantes_a_museos_nacionales_2017-2018_Secretaria_de_Patrimonio_Cultural_Ministerio_de_Educacion_Cultura_Ciencia_y_Tecnologia.pdf.

Cohen, N. y Piovani, J. (2014). *Producción y reproducción de sentido en torno a lo cualitativo y lo cuantitativo en sociología*. La Plata: EDULP ; Buenos Aires: Eudeba, 2008.

Community Research and Development Information Service (CORDIS) (2020). *Citizen science: Inspiring examples of societal engagement for Horizon Europe*. Recuperado en Noviembre 2023, de: <https://cordis.europa.eu/article/id/435872-citizen-science-inspiring-examples-of-societal-engagement-for-horizon-europe>.

Cortassa, C. (2023). *Existe la necesidad que el conocimiento científico circule públicamente*. Agencia Comunica. Recuperado el 28 de diciembre de 2023, de <https://www.agenciacomunica.soc.unicen.edu.ar/index.php/entrevistas/674-e>

xiste-la-necesidad-que-el-conocimiento-cientifico-circule-publicamente

Cortassa, C. Wursten, A. Andrés G. y Legaria, J. (2020). *Comunicar las ciencias desde las instituciones: dos modelos de análisis aplicados al caso UNER*. Ciencia, docencia y tecnología, (61), 1-35. Recuperado en noviembre de 2023, de: <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.33255/3161/783>

Cortassa, C. (2012). *La ciencia ante el público. Dimensiones epistémicas y culturales de la comprensión pública de la ciencia*. EUDEBA.

Cortassa, C. (2010). *Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia*. Revista CTS, no 14, vol. 5, Mayo de 2010 (pág. 117-124)

Delicado, A., Rowland, J., Vengut-Climent, E., Mendoza-Poudereux, I., Gaston, E. (2022). *Citizen consultations on science communication: A citizen science approach*. Recuperado en Noviembre de 2023, de: <https://www.redalyc.org/journal/5117/511769287009/html/>

Drake, N. (2022). *Maunakea's controversial telescopes are getting new management*. Scientific American. Recuperado en Enero de 2024, de <https://www.scientificamerican.com/article/maunakea-s-controversial-telescopes-are-getting-new-management/>

Driver, R. (1987). *Un Enfoque Constructivista Para El Desarrollo Del Currículo En Ciencias*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education. University of Leeds. Leeds (England) Conferencia invitada en el 11 Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Valencia 23-25 de septiembre de 1987. (Versión de J. Martínez Torregrosa).

Einasto, J. (2010). *Dark Matter*. Tartu Observatory, Estonia. Recuperado el 28 de diciembre de 2023, de <https://arxiv.org/abs/0901.0632>

EPCTISJ (2023). *Nueva Encuesta de Percepción de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Indicadores San Juan*, Recuperado en diciembre de 2023, de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/san_juan_indicadores_percepcioncti_2023.pdf

Escuela Industrial Domingo Faustino Sarmiento. (s/f). *Historia*. Recuperado en Noviembre de 2023, de <https://www.eidfs.unsj.edu.ar/institucional/institucional/49>

Escuela de Comercio Lib. Gral. San Martín (s/f). *Historia*. Recuperado en Noviembre de 2023, de <https://www.eclgsm.unsj.edu.ar/institucional/institucional/49>

ENPPCT (2021). *Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia*. Dirección Nacional de Información Científica (DNIC), dependiente de la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva (MINCyT). Recuperado en diciembre de 2023, de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/05/percepcion_publica_2021.pdf

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). *Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza*. Historia e Epistemología de las ciencias. Recuperado en noviembre de 2023, de <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/download/21841/21675>

Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo Veintiuno Editores.

Freire, P. (1989). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI.

Freire, P. (1992). *Pedagogía del oprimido*. Madrid: Siglo XXI.

Freire, P. (2002). *Pedagogía de la esperanza*. México: Siglo XXI.

García, M. (2010). *Percepción pública de la ciencia: ¿qué ciencia?; ¿qué público? Una aproximación al impacto de los enfoques etnográficos en los estudios de percepción pública de la ciencia*. Recuperado de: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v12n1/1983-2117-epec-12-01-00159.pdf>. Visitado por última vez en mayo de 2021.

Gobierno de la Nación Argentina. (2015). *Cuarta encuesta nacional de percepción pública de la ciencia*. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/percepcion_publica_2015.pdf. Visitado por última vez en mayo de 2021.

Gli Stati Generali (2020). *Las aguas del Gran Sasso amenazadas por experimentos científicos y carreteras* (mi traducción) original (italiano) Recuperado: <https://www.glistatigenerali.com/acqua/acqua-laboratori-infn-gran-sasso/>. Visitado por última vez en agosto de 2022.

GSSI (s/f). “GSSI Impact”. Recuperado de: <https://www.gssi.it/component/k2/item/343-gssi-impact>. Visitado por última vez en agosto de 2022.

Gross M. (2016). *Risk as zombie category: Ulrich Beck 's unfinished project of the 'non-knowledge' society.* Security Dialogue. 2016;47(5):386-402. doi:10.1177/0967010616645020. Visitado por última vez en abril de 2022.

International Council of Museums (ICOM), (2022). *Museum Definition.* Recuperado en noviembre 2023, de: <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/museum-definition/>

Il Fatto Quotidiano (2018a). *Gran Sasso, indagati i vertici dell'Istituto di fisica nucleare e Strada dei Parchi: Pericolo di inquinamento delle acque.* Recuperado de: <https://www.ilfattoquotidiano.it/2018/09/28/gran-sasso-indagati-i-vertici-dellistituto-di-fisica-nucleare-e-strada-dei-parchi-pericolo-di-inquinamento-delle-acque/4656675/>. Visitado por última vez en abril de 2022.

Il Fatto Quotidiano (2018b). *Gran Sasso, le accuse all'Istituto di fisica: "Rischio contaminazione da composti chimici per acqua di 700mila cittadini".* Recuperado de: <https://www.ilfattoquotidiano.it/2018/10/02/gran-sasso-le-accuse-allistituto-di-fisica-rischio-contaminazione-da-composti-chimici-per-acqua-di-700mila-cittadini/4660799/>. Visitado por última vez en abril de 2022.

Kajita (2006). *Discovery of neutrino oscillations.* Charla pública. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/pdf/rbf/v28n28/v28n28_a01.pdf. Visitado por última vez el 13 de septiembre de 2023.

Kraus, N., Malmfors, T., y Slovic, P. (1992). *Intuitive toxicology: Expert and lay judgments of chemical risks.* Risk Analysis, 12, 215-232.

Latin American Strategy for HECAP (2020). *Strategy Document Committee.* Recuperado el 14 de diciembre de 2023, de <https://drive.google.com/file/d/1muqdLMMQaZ-yBxFdYLPuCP0QgeSfsvtV/view>.

Lerch, M. (2017). *The Impact of Fundamental Science on Researchers and Society.* Recuperado en noviembre de 2023, de: <https://www.lindau-nobel.org/de/blog-on-fundamental-science/>

LSC (2023). *Laboratorio Subterráneo de Canfranc.* Recuperado de: <https://lsc-canfranc.es/en/home-2/>. Visitado por última vez en septiembre de 2023.

Lewenstein, B. (2003). *Models of public communication of science and technology*. Editor, Public Understanding of Science. Departments of Communication and of Science and Technology Studies. Cornell University. Ithaca, NY 14853.

Majumdar, D. (2014). *Dark Matter: An Introduction*. CRC Press; 1st edition. ISBN-10: 1466572116.

Martín-García, J. (2021). *Nada es lo que parece: una reflexión sobre las visiones deformadas de la ciencia*. Tecné, Episteme y Didaxis: ted, (50), 257 - 274. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-9996>

Mazzitelli, C. A., y Aparicio, M. (2010). *El Abordaje Del Conocimiento Cotidiano Desde La Teoría De Las Representaciones Sociales*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7(3), 636-652.

Minchin, T. (2010) *The Fence Live at the O2*. The Heritage Orchestra. Recuperado en Febrero 2024 de: [Liveatthe02.TheHeritageOrchestra](https://www.liveatthe02.com/).

Moreira, M. A., (2005). *Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning)*. Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación, (6), 83-102.

Morgan, M. G., Fischhoff, B., Bostrom, A., y Atman, C. J. (2002). *Risk communication: A mental models approach*. New York: Cambridge University Press.

Muñoz Molina, S. (2021). *El conflicto de Mauna Kea: una comparativa intercultural. Análisis del perfil cultural del TMT y los nativos hawaianos basado en las teorías interculturales de Hofstede, Kluckhohn y Strodbeck*. Recuperado el 3 de enero de 2024, de: <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/430796/retrieve>

Murriello, S., Knobel, M. (2008). *Encountering Nanotechnology in an Interactive Exhibition*. Museum Education Roundtable. Museum Education, Volume 33, Number 2, Summer 2008, pp. 209–218.

Murriello, M., Contier D., y Knobel, M. (2009). *NanoAventura: An Interactive Exhibition on Nanoscience and Nanotechnology as an Educational Tool*. *Journal of Nano Education*. 1. 96-105. 10.1166/jne.2009.006. Visitado por última vez en marzo de 2022.

Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Parsons, C. y Craft, W. (1994). *Front-end Evaluation: How do you choose the right questions?*. Visitor Studies Volume: 6 Number: 1 Page Number: 66. Monterrey, California.

Patton, M. (2015). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. 4th Edition, Sage Publications, Thousand Oaks.

Physics World (2019). *Gran Sasso lab to shut down controversial experiments*. Recuperado de: <https://physicsworld.com/a/gran-sasso-lab-to-shut-down-controversial-experiments/>. Visitado por última vez en abril de 2022.

Pidgeon N., Kasperson R.E., Slovic P. (2003). *The Social Amplification of Risk*. Cambridge University Press.

Polino, C. (2014). “Sabios” e “ignorantes”, o una peligrosa distinción para América Latina. SISSA International School for Advanced Studies Journal of Science Communication. ISSN 1824 – 2049

Pozo, J. (1996). *Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas*. Recuperado de: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/669405/ideas_pozo_a_1996.pdf?sequence=1&isAll. Visitado por última vez en mayo de 2021.

Pozo, J (1999). *Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 1999, Vol. 17, n.º 3, pp. 513-520, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21616>.

Pozo, J. L. (2002). *La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio*. Artículo invitado. Conferencia dictada en el I Encuentro Iberoamericano sobre Investigación Básica en Educación en Ciencias. Universidad de Burgos, España, 18 al 21 de septiembre de 2002. Recuperado en noviembre de 2023, de: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/666207/adquisicion_pozo_iec_2002.pdf?sequence=1.

Profumo, S. (2017). *An Introduction to Particle Dark Matter*. WSPC (EUROPE). 1st edition (February 23, 2017) ISBN-10:1786340011.

Rizo García, M. (2022). *Comunicación, cuerpo y emociones. La incorporación de la dimensión emocional en la investigación de la comunicación*. Comunicación y sociedad.

Rodari, P. (2007) *Science and scientists in the drawings of European children*. SISSA International School for Advanced Studies Journal of Science Communication. Recuperado en Enero 2024 de <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=9603d28065aa729d122952b61696f8b0b2777c91>

Rodríguez, F. (2021). *Comunicar la diversidad del quehacer astronómico a partir de las controversias*. JCOMAL 4(02), A03. <https://doi.org/10.22323/3.04020203>

Sierra Bravo, R. (2003). *Cap. 17: Cuestionarios, Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios*. Madrid: Thomson. Pp. 305-323.

Serrano González-Tejero, J. M., y Pons Parra, R.M. (2011). *El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación*. Revista electrónica de investigación educativa, 13(1), 1-27. Recuperado en 19 de octubre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412011000100001&lng=es&tlng=es.

Science (2018). *Chemical spills put Italy's underground physics lab in jeopardy*. Recuperado de: <https://www.science.org/content/article/chemical-spills-put-italy-s-underground-physics-lab-jeopardy>. Visitado por última vez en abril de 2022.

Slovic, P. (1987). *Perception of Risk*. Science. 236. 280-285. 10.1126/science.3563507. Perception of Risk Posed by Extreme Events.

Slovic, P. (2002). *Perception of Risk Posed by Extreme Events*. Recuperado el 28 diciembre de 2023, de: https://www.ldeo.columbia.edu/chrr/documents/meetings/roundtable/white_papers/slovic_wp.pdf.

Stekolschik, G. (2008). *Las visiones deformadas del científico y de la ciencia*. Recuperado en noviembre de 2023, de <https://exactas.uba.ar/las-visiones-deformadas-del-cientifico-y-de-la-ciencia/>.

Tolosa, M. (2015). *Comunicar es crear comunidades*. Revista de Comunicación. Recuperado en noviembre de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5682275.pdf>.

Torres González, O. y López Echagüe, C. (2022). *Las controversias científico-tecnológicas públicas desde la perspectiva CTS: panorama y desafíos*. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS, 17(50), 109-115.

University of Minnesota (UM), (2016). *The Communication process*. Recuperado en noviembre de 2023 de <https://open.lib.umn.edu/communication/chapter/1-2-the-communication-process/>.

Vallejos Romero, A., (2012). *La relevancia de la confianza institucional y la comunicación en la percepción y construcción social de riesgos*. *Perfiles Latinoamericanos*, (39), 151-176.

Verne, J. (1870). *Veinte mil leguas de viaje submarino*. Recuperado en Febrero de 2024 de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20_mil_leguas_de_viaje_submarino-julio_verne.pdf

Visitors Studies Association (2021). *Glossary*. Recuperado de: <https://www.visitorstudies.org/glossary-of-terms>. Visitado por última vez en julio de 2021.

Weingart, P. and Joubert, M. (2019). *The conflation of motives of science communication — causes, consequences, remedies*. *JCOM* 18(03), Y01. <https://doi.org/10.22323/2.18030401>.

Llewellyn Smith, C. (1998). *What's the use of basic science?* Recuperado de: <http://public-archive.web.cern.ch/en/About/BasicScience1-en.html>. Visitado por última vez en diciembre de 2023.

Wittrock, M. (1974). *Learning as a generative process*. Department of Education, University of California, Los Angeles.

Witze, A. (2020). *How the Fight over a Hawaii Mega Telescope Could Change Astronomy*. *Scientific American*. Recuperado el 3 de enero de 2024, de <https://www.scientificamerican.com/article/how-the-fight-over-a-hawaii-mega-telescope-could-change-astronomy/>.

Woithe y Kersting (2020). *Bend it like dark matter!*. Cern Ch. Recuperado en diciembre de 2023, de <https://cds.cern.ch/record/2753018/files/2010.14826.pdf>.

Anexo I

Representaciones dibujadas obtenidas a partir de la pregunta 18 (“dibujar un laboratorio subterráneo”).



Fig. 7.1: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 1.

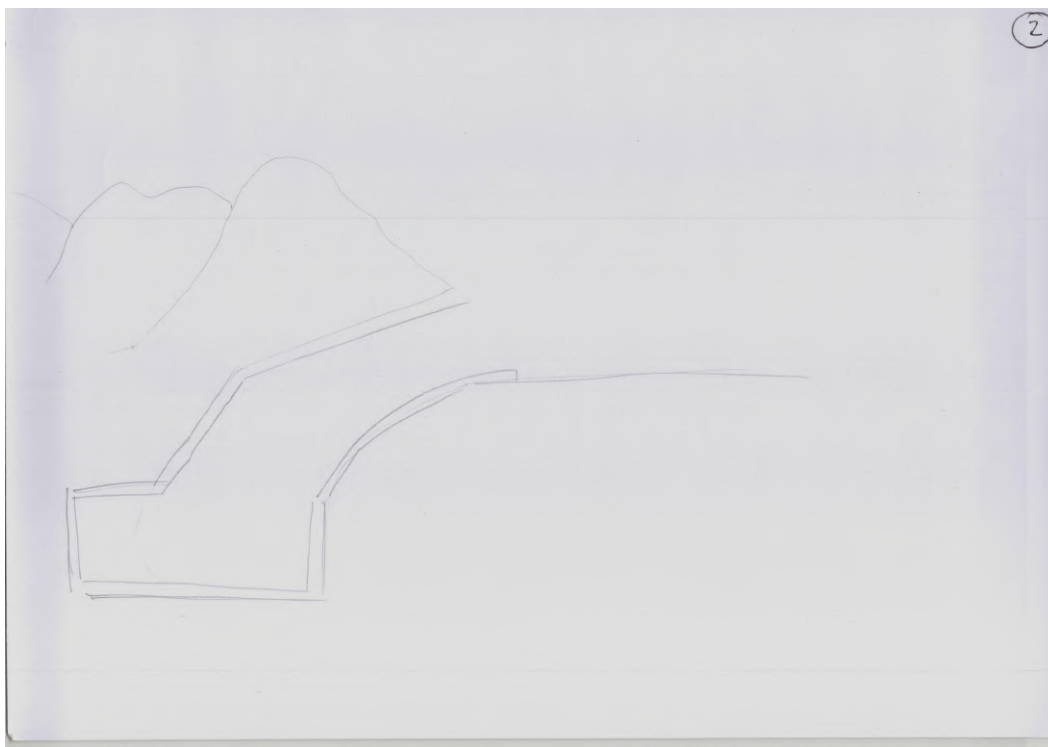


Fig. 7.2: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 2.

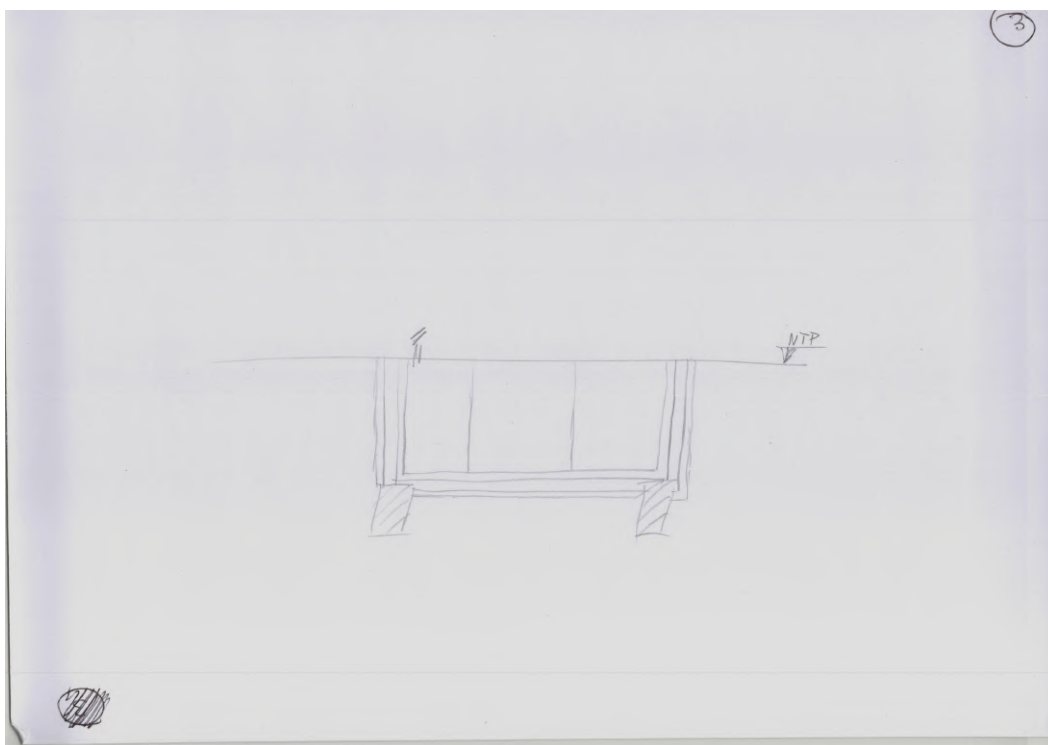


Fig. 7.3: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 3.

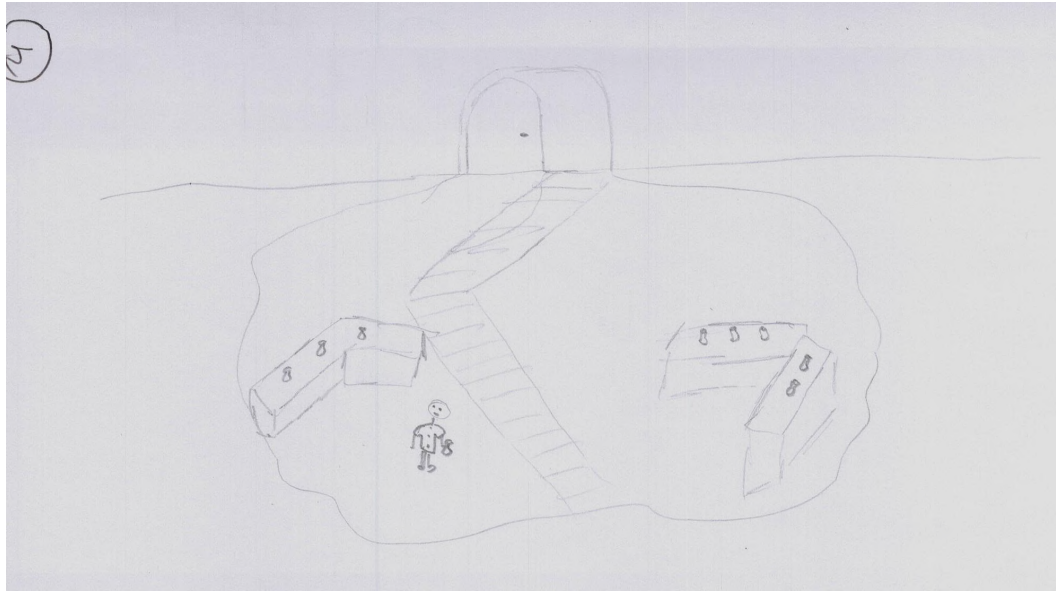


Fig. 7.4: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 4.



Fig. 7.5: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 5.



Fig. 7.6: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 6.



Fig. 7.7: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 7.

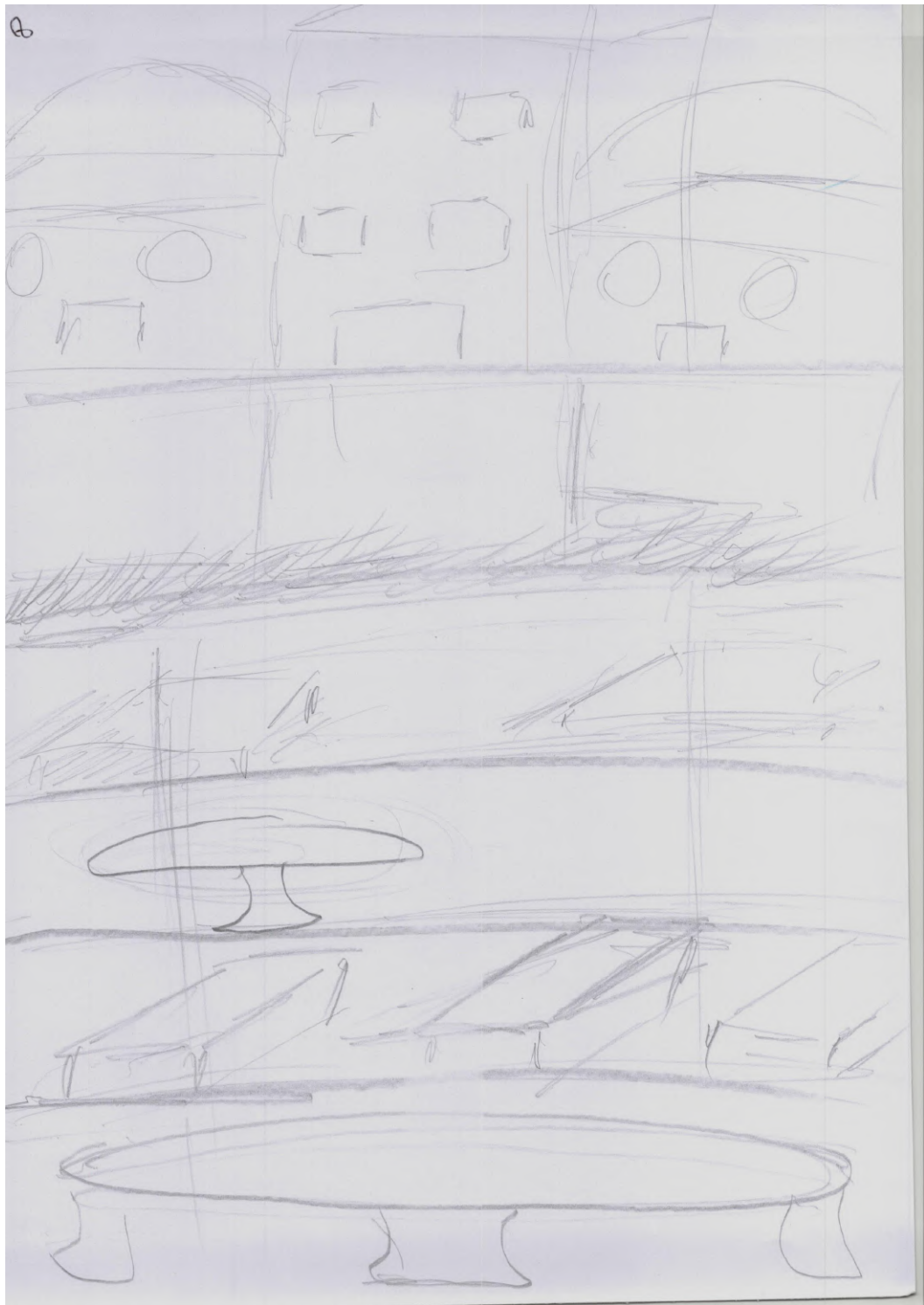


Fig. 7.8: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 8.

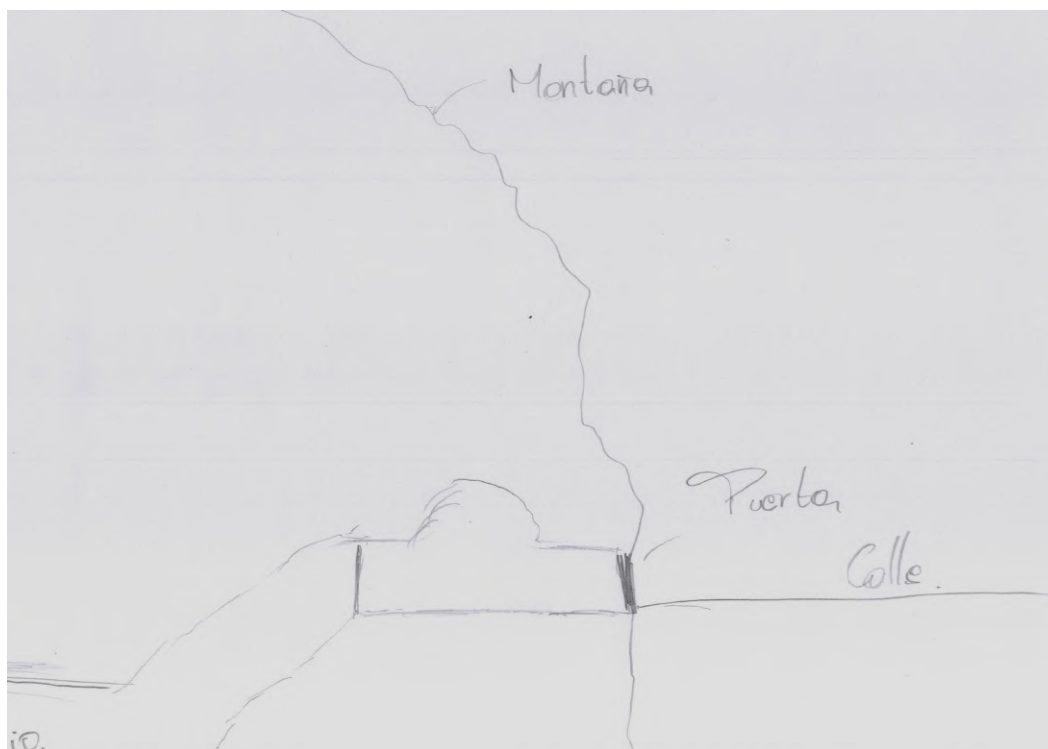


Fig. 7.9: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 9.

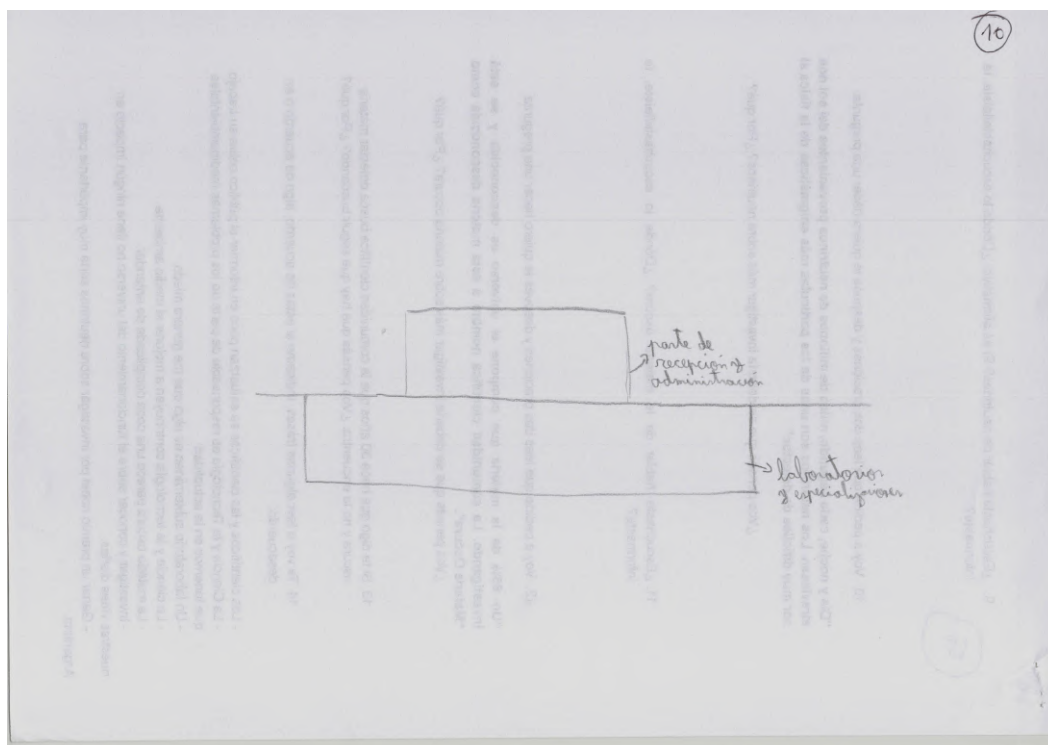


Fig. 7.10: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 10.

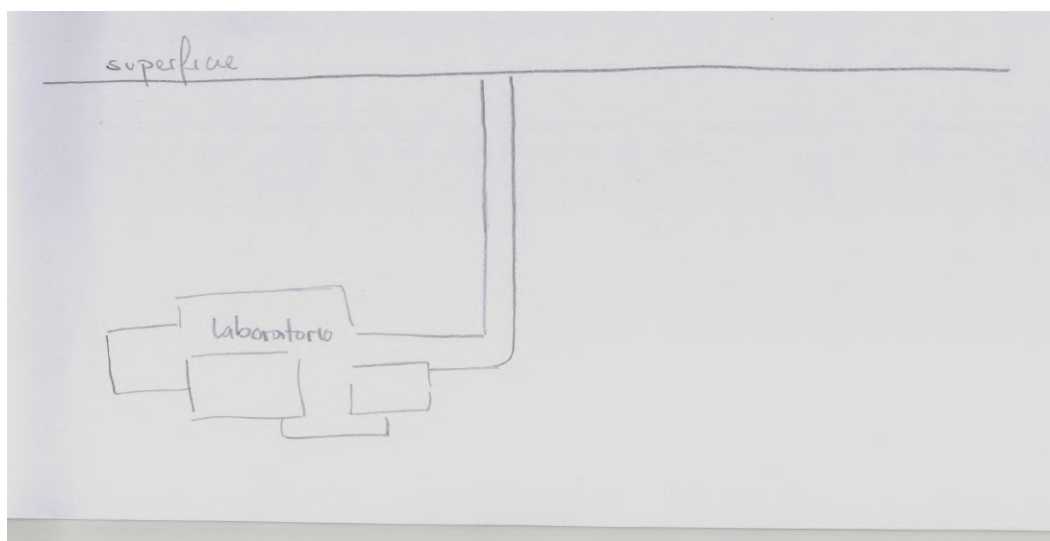


Fig. 7.11: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 11.

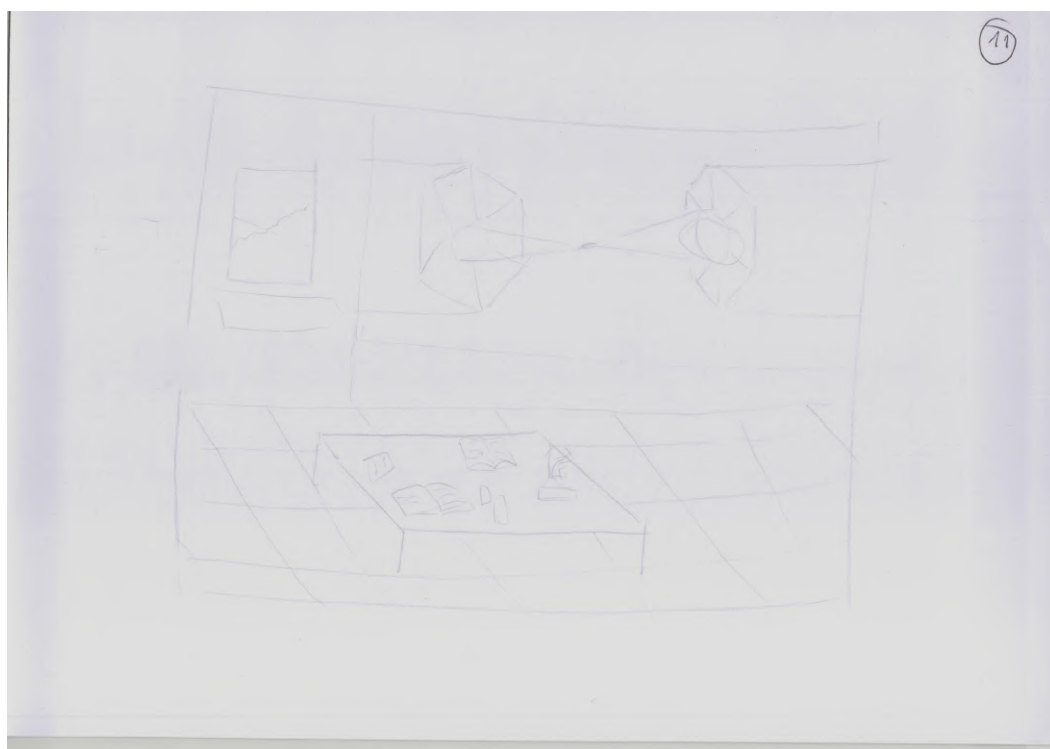


Fig. 7.12: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 12.

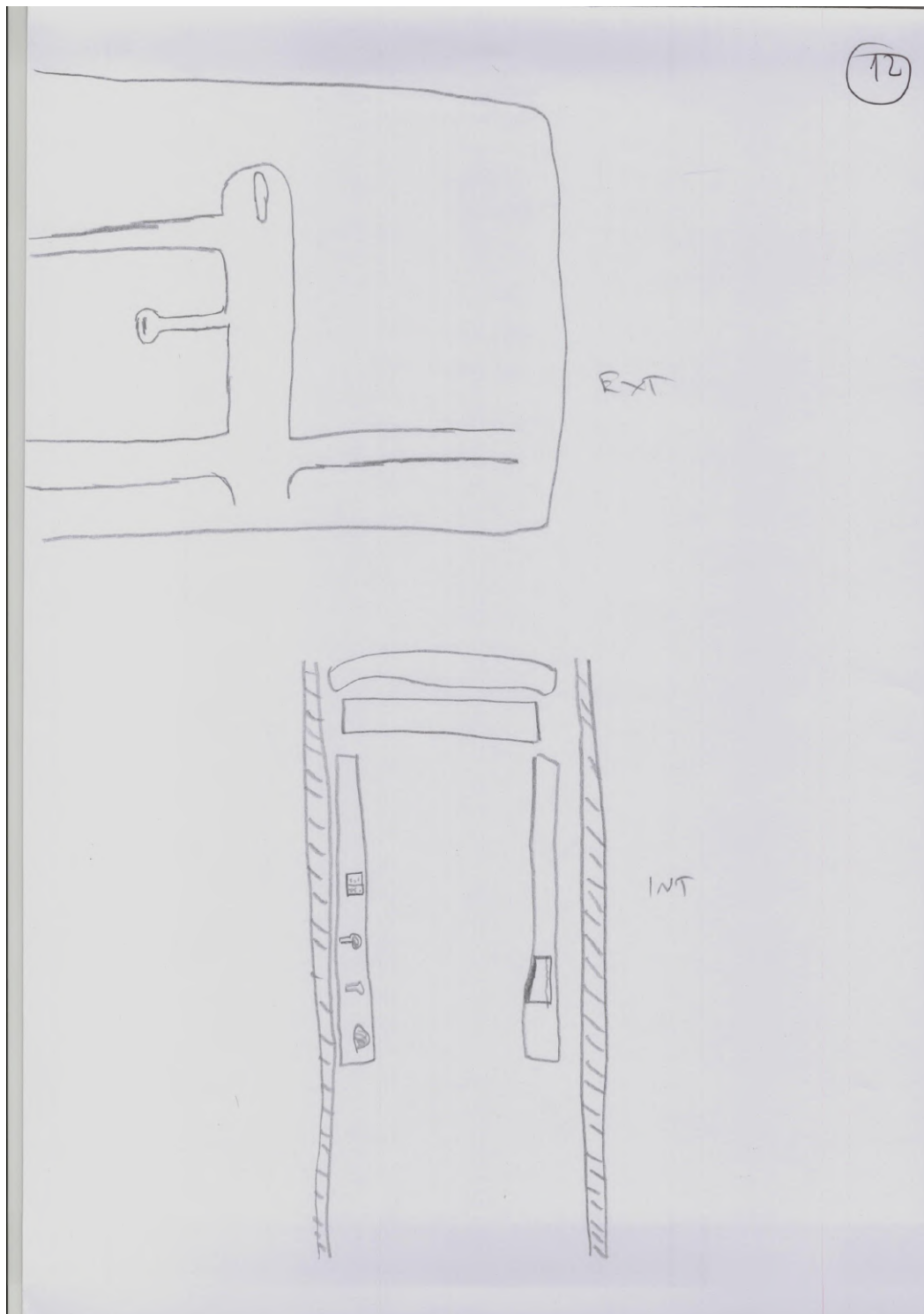


Fig. 7.13: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 13.

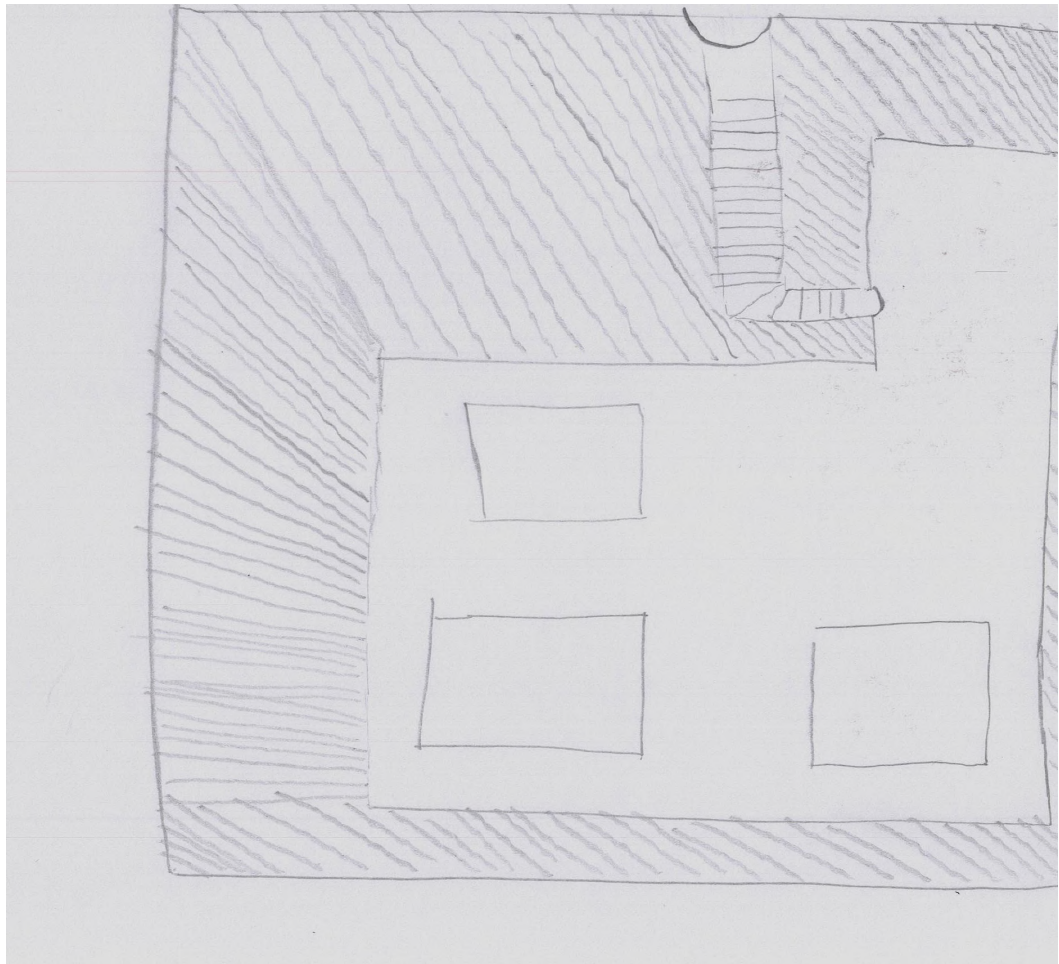


Fig. 7.14: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 14.

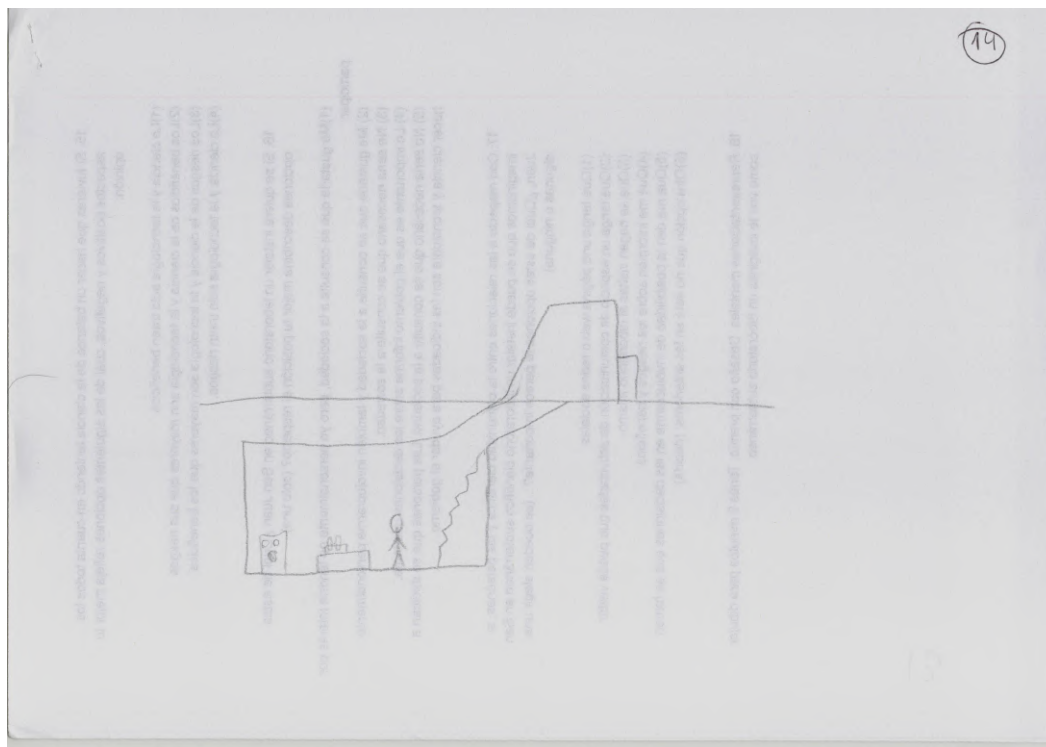


Fig. 7.15: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 15.



Fig. 7.16: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 16.

Fig. 7.17: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 17.

Fig. 7.18: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 18.

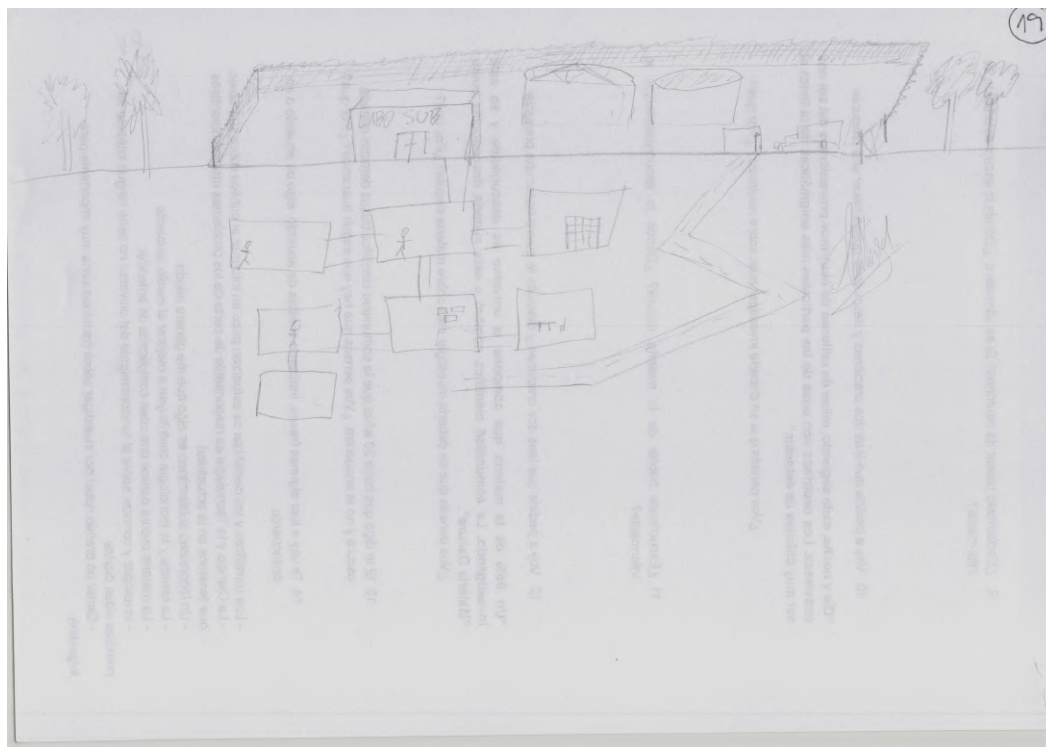


Fig. 7.19: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 19.

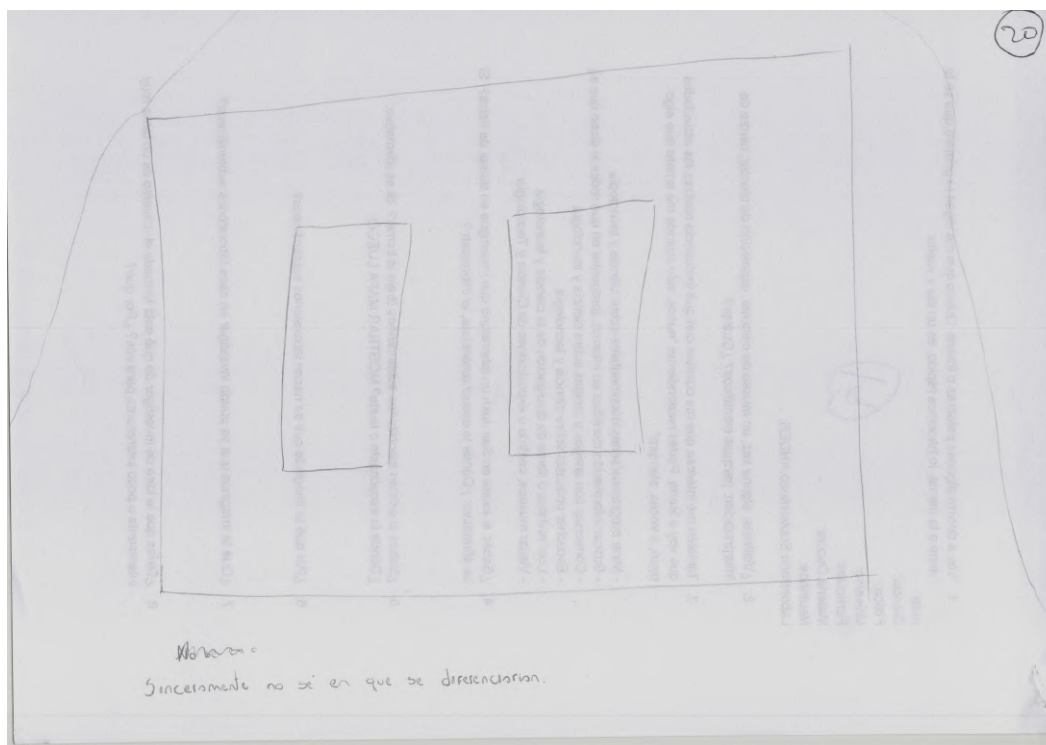


Fig. 7.20: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 20.

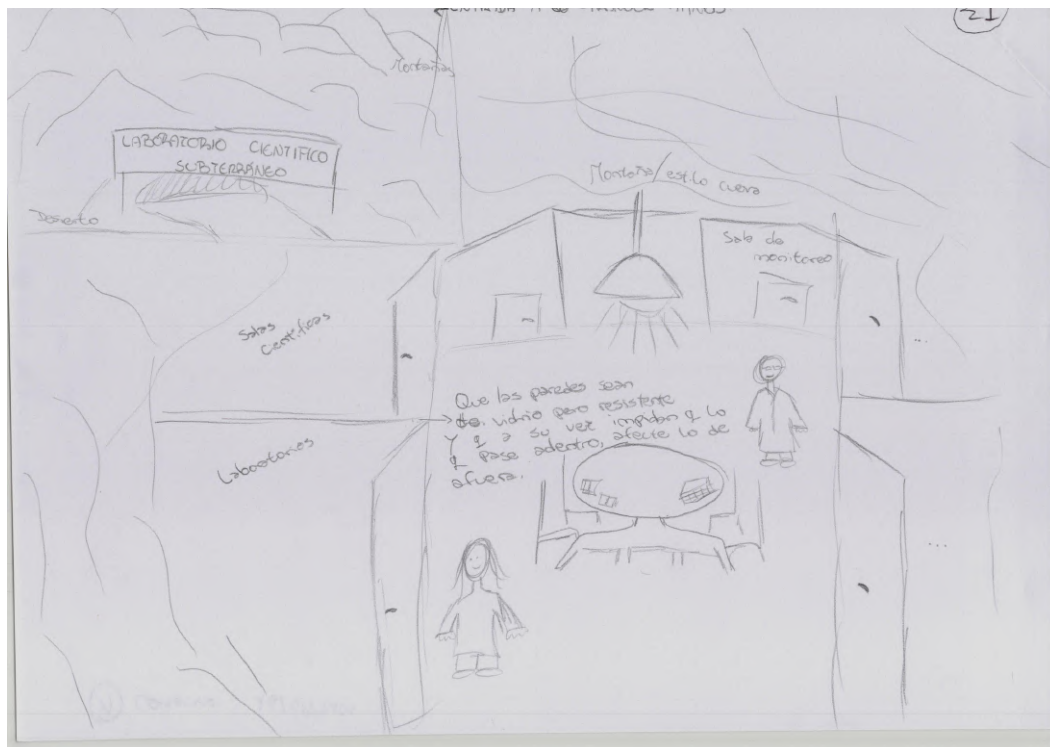


Fig. 7.21: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 21.

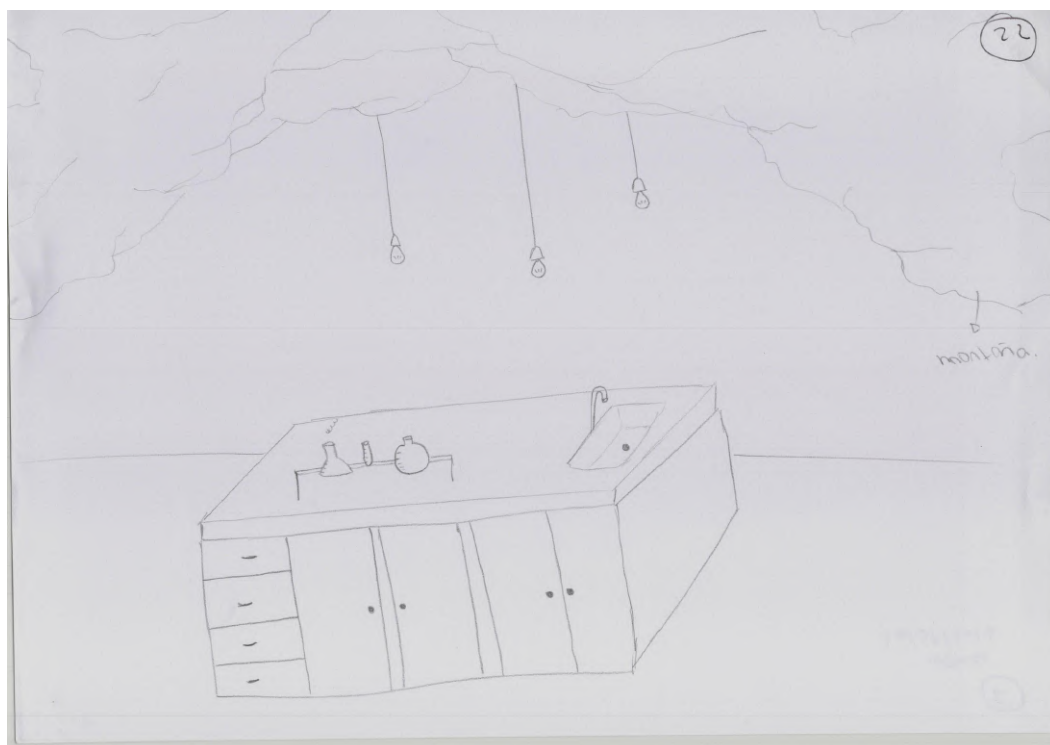


Fig. 7.22: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 22.

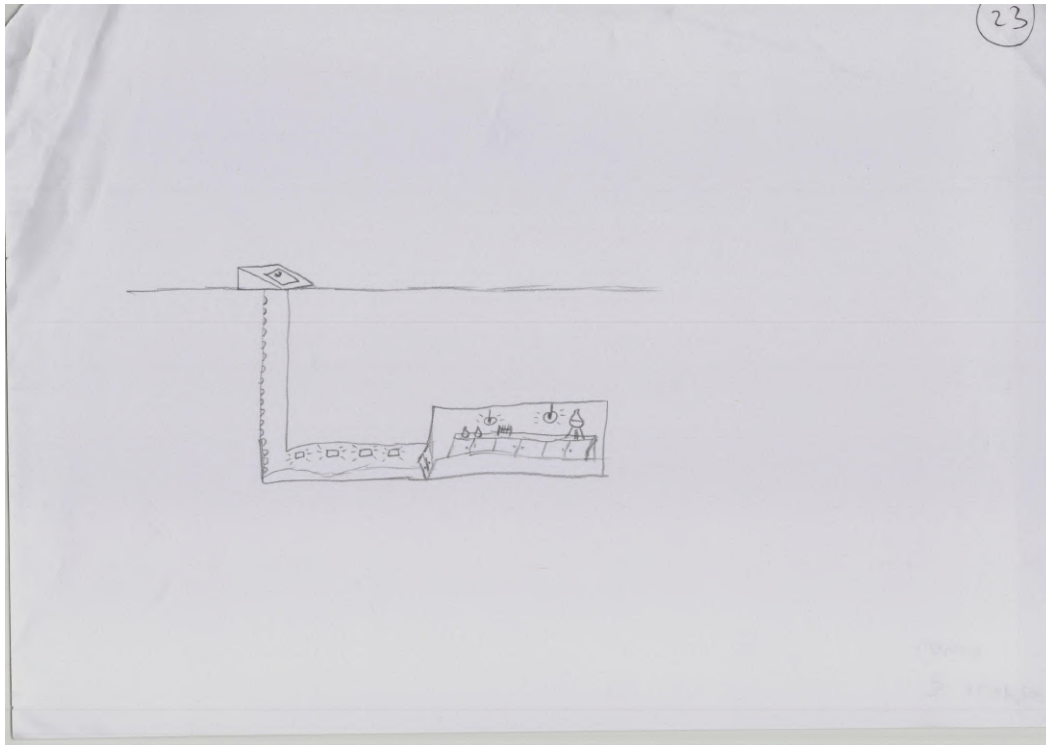


Fig. 7.23: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 23.

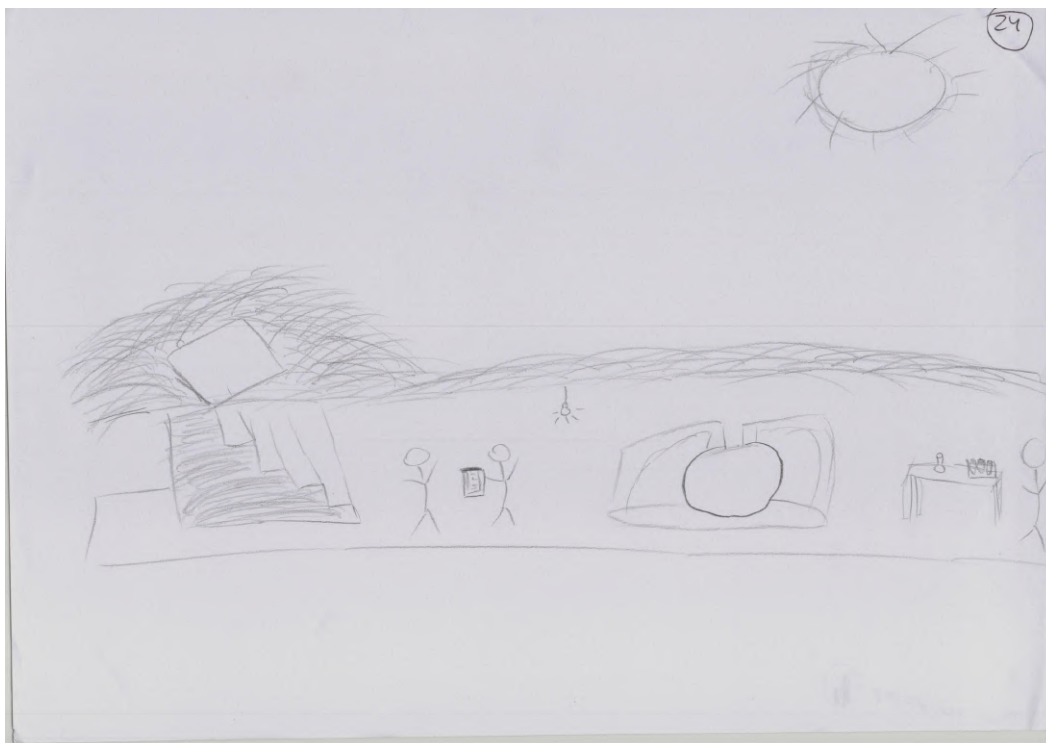


Fig. 7.24: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 24.

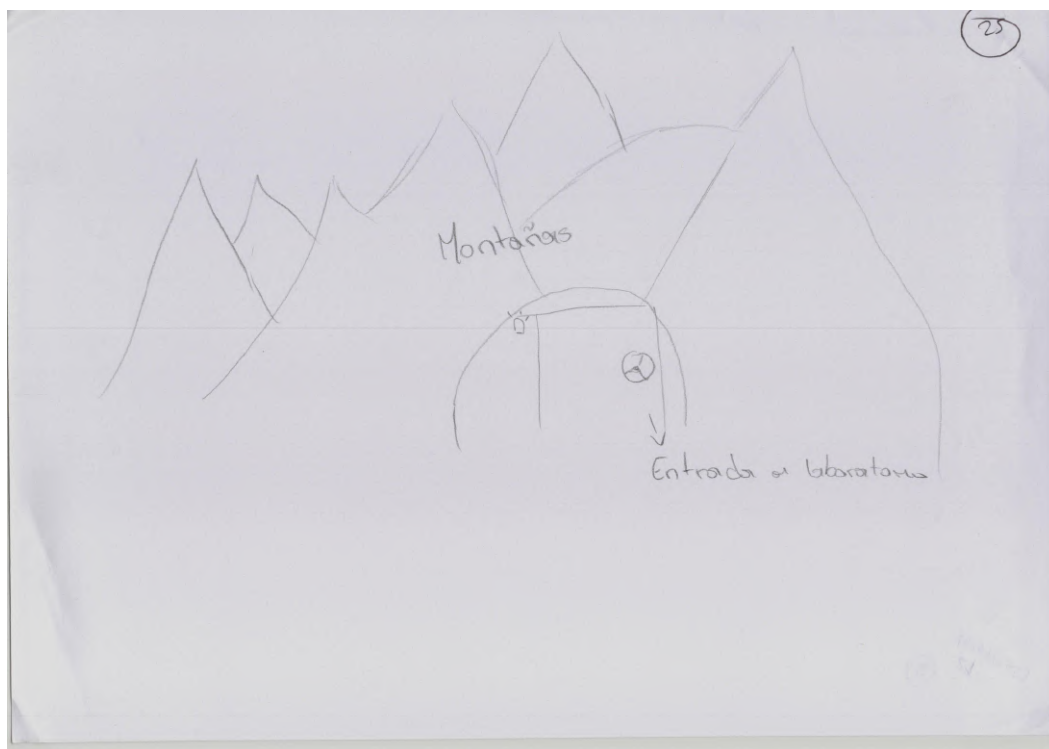


Fig. 7.25: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 25.



Fig. 7.26: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 26.



Fig. 7.27: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 27.

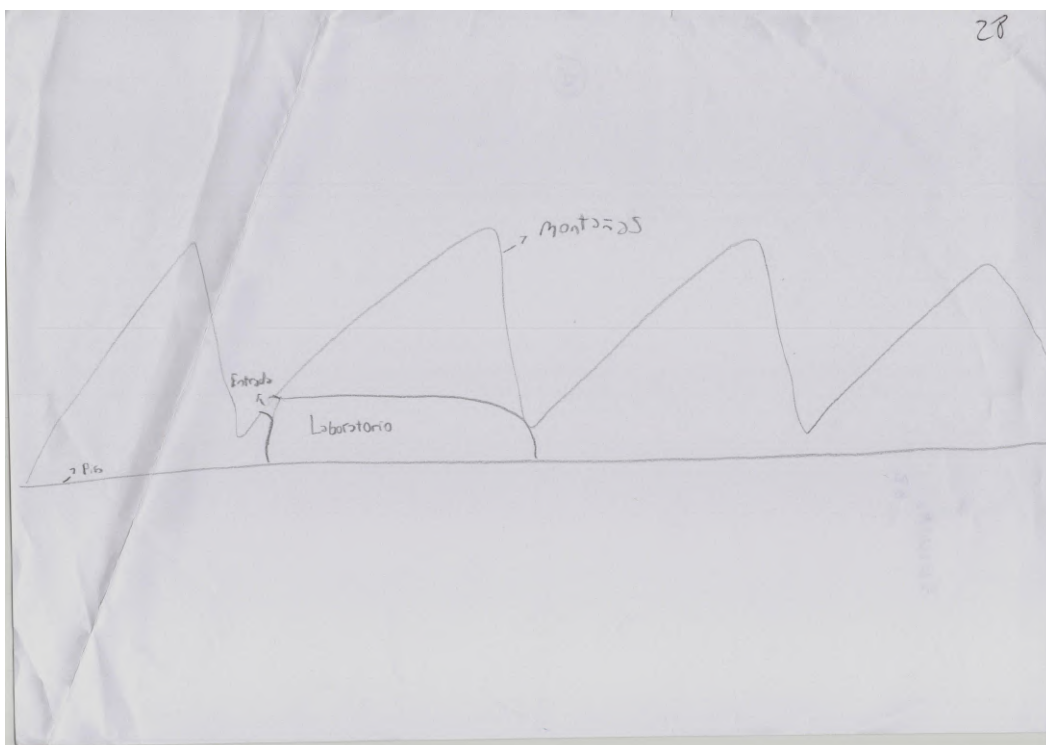


Fig. 7.28: Dibujar un laboratorio subterráneo. Dibujo 28.

Anexo II

En este anexo se presentan las preguntas realizadas a los estudiantes entrevistados, siguiendo el orden en que fueron planteadas. Este orden refleja tanto la dificultad conceptual de las preguntas (de menor a mayor dificultad) como el grado de compromiso requerido para responderlas (de menor a mayor compromiso). 1. Voy a decirte algunas palabras o frases. Quiero que me digas lo primero que se te viene a la mente, lo hacemos rápido, es un ida y vuelta:

- a. Aula:
- b. Ciencia:
- c. Física:
- d. Universo:
- e. Partículas:
- f. Materia Oscura:
- g. Neutrinos:
- h. Laboratorio Subterráneo ANDES:

2. ¿Visitaste, alguna vez, un museo de ciencias, exposición de ciencia, centro de interpretación, parques científicos? ¿Cuáles?

3. También me interesa que me cuentes con qué frecuencia realizas las actividades que voy a leerte. Podés responderme “nunca, solo cuando me entero que algo pasó, a veces, siempre”:

- a. Mirar programas/series/documentales sobre ciencia y tecnología
- b. Buscar información científica en internet. (preguntar en qué redes si dicen que sí)
- c. Conversar con amigos o amigas sobre ciencia y tecnología
- d. Escuchar podcasts sobre ciencia y tecnología
- e. Leer revistas o libros de divulgación de la ciencia y tecnología
- f. Visitar museos, centros o exposiciones de Ciencia y Tecnología

4. ¿Sabés si existe en San Juan un laboratorio que investigue en temas de física? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?

5. ¿Sabés si existen laboratorios subterráneos (bajo la tierra)? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste o leíste? (Mostrar mapa luego)

6. ¿Por qué te imaginás que se hacen laboratorios subterráneos?

7. ¿Qué te imaginás que se pueda investigar en esos laboratorios subterráneos?

8. ¿Dirías que la idea de investigar de qué está formado el universo es un tema muy interesante o poco interesante para vos? ¿Por qué?

9. ¿Escuchaste hablar de neutrinos? Si es afirmativo: ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?

10. Voy a pedirte que leas dos oraciones y después te quiero hacer una pregunta:

“Día y noche, cada segundo, miles de millones de neutrinos provenientes del sol nos atraviesan. Los neutrinos son unas de las partículas más enigmáticas de la física al ser muy difíciles de detectar.”

¿Vos pensás que se debería investigar más sobre neutrinos? ¿Por qué?

11. ¿Escuchaste hablar de la materia oscura? ¿Dónde lo escuchaste/leíste, te informaste?

12. Voy a pedirte que leas dos oraciones y después te quiero hacer una pregunta:

“Un 85 % de la materia que compone el universo es desconocida y se está investigando. La comunidad científica nombró a esta materia desconocida como ‘Materia Oscura’.”

¿Vos pensás que se debería investigar más sobre materia oscura? ¿Por qué?

13. Si te digo que hace 30 años que la comunidad científica busca detectar materia oscura y no la encuentra: ¿Vos pensás que hay que seguir buscando? ¿Por qué?

14. Te voy a leer algunas frases. Indicame si estás de acuerdo, algo de acuerdo o en desacuerdo:

- a. Los científicos y las científicas se esfuerzan poco en informar al público sobre su trabajo.
- b. La Ciencia y la Tecnología es responsable de parte de los problemas medioambientales que tenemos en la actualidad.

- c. Un laboratorio subterráneo es algo que me genera miedo.
- d. La ciencia y la tecnología contribuyen a mejorar el medio ambiente.
- e. La materia oscura parece una cosa complicada de entender.
- f. Investigar y conocer sobre el funcionamiento del universo no tiene ningún impacto en nuestras vidas diarias.
- g. Ganar un premio Nobel por investigar sobre neutrinos sería muy importante para Argentina.

15. Si tuvieras que hacer un balance de la ciencia teniendo en cuenta todos los aspectos positivos y negativos, ¿cuál de las siguientes opciones refleja mejor tu opinión?

- A. La ciencia y la tecnología solo traen beneficios.
- B. Los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que sus riesgos.
- C. Los riesgos de la ciencia y la tecnología son mayores que los beneficios.
- D. La ciencia y la tecnología solo traen riesgos.

16. Si se quiere instalar un laboratorio subterráneo en San Juan, ¿cuál de estas opciones describiría mejor tu posición al respecto? (Solo una)

- A. Me gustaría que se consulte a la sociedad, pero yo personalmente no tendría interés por participar.
- B. Me gustaría que se consulte a la sociedad y también involucrarme personalmente.
- C. No sería necesario que se consulte a la sociedad.
- D. Lo importante es que el gobierno informe sobre las decisiones que toma.
- E. No sería necesario que se consulte a la sociedad. Las personas que se dedican a hacer ciencia y tecnología son las indicadas para ayudar al gobierno.

17. Con respecto a las relaciones entre la comunidad científica y las personas, si imaginamos que se puede instalar un laboratorio científico subterráneo en San Juan, ¿cuál de estas opciones te parece importante? (Se pueden elegir una, algunas o ninguna)

- a. Que tenga una página web o redes sociales
- b. Que tenga un espacio de comunicación de actividades que pueda visitar
- c. Que se hagan visitas al laboratorio mismo
- d. Que me informen sobre los riesgos y beneficios
- e. Que me den la posibilidad de involucrarme en las decisiones que se tomen
- f. Otra opción que no está en las anteriores: (decirla)

18. Representaciones mentales. Desafío con premio. Tenés 3 minutos para dibujar cómo vos te imaginás un laboratorio subterráneo.

