



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

INSTITUTO DE SOCIOLOGÍA

**La incertidumbre más allá del conocimiento:
una *gestalt* constitutiva del trabajo de laboratorio en
resistencia antimicrobiana**

Por

CRISTIÁN NAVARRETE

Tesis presentada al Instituto de Sociología de la Pontificia Universidad
Católica de Chile, para optar al grado académico de Magíster en Sociología

Profesores guía:

BELTRÁN UNDURRAGA

EDUARDO UNDURRAGA

Comisión:

BELTRÁN UNDURRAGA

IGNACIO CABIB

MANUEL TIRONI

Santiago de Chile,

Diciembre 2023

Resumen

Es común distinguir la incertidumbre que se da en los ámbitos de investigación y asistencial. La literatura ha mostrado que esta surge en momentos particulares de la organización de las técnicas, humanos y recursos del trabajo científico y médico. Sin embargo, se ha encontrado evidencia consistente que muestra que la incertidumbre se puede identificar de forma similar en contextos de investigación, médico e incluso comercial. Entonces, si es que la incertidumbre es algo definido por las particularidades del trabajo donde surge, ¿cómo es posible que la incertidumbre se experimente de forma similar a través de distintos contextos de investigación biomédicos?

Para responder, realicé observación participante y entrevistas en tres laboratorios trabajando en resistencia antimicrobiana. Con esto, muestro que la incertidumbre tiene una estructura formal compartida. Esta surge de la experiencia del error en el trabajo y, se experimenta como *gestalt* porque luego explica dichas posibilidades de error. Así, en la medida en que el trabajo científico descansa en procesos que deben ser reproducidos para tener certezas sobre la correcta ejecución de actividades, la incertidumbre será una experiencia constitutiva y generalizada en la ciencia.

Este trabajo sistematiza los hallazgos sobre la incertidumbre descritos en la literatura y explica su generalidad. Además, promete la apertura de una agenda de investigación poco desarrollada en Latinoamérica, así como una identificación de los procesos cotidianos que se encuentran detrás de los esfuerzos para manejar la resistencia antimicrobiana en el país.

Agradecimientos

Para mí la sociología fue amor a primera vista. Fui encantado por la investigación y la docencia. Por este motivo decidí entrar al magíster, cuyo resultado es esta tesis. Esta, como casi todo en la vida no se hace solo y por ello quiero agradecer.

Quiero agradecer a mi padre Manuel, quien ya no pisa esta tierra y de quien nunca más podré sentir sus cálidos abrazos y miradas de orgullo. Sin su apoyo y estímulo constante a superarme no estaría donde estoy. Gracias a mi madre Cristina, con quien comparto mi nombre y me enseñó lo que es hermoso de esta vida: querer, amar y cuidar a quienes te importan, haciendo lo que tú y ellos valoran. Sin ti, la vida no tendría el color y sabor que tiene cada día que despierto y agradezco que todavía estes conmigo, amándome y apoyándome. Gracias a mis hermanos, Pablo, Marcela y Marcelo por estar para mí siempre. Por sus abrazos, comidas, risas y apoyo en todo. Gracias a toda mi familia por quererme. Y, por supuesto, a la Romita, mi fiel acompañante de lo cotidiano.

Al Díaz, Juan, Omar, Joaquito, Pablo, Pipe, gracias por ser mis amigos, creer en todo lo que hago, apoyarme y darme algunos de los mejores días de mi vida. De ustedes siempre serán mis alegrías de infancia y todas las que vienen. No imagino el mundo sin ustedes. Los amo con todo mi corazón.

Xavi, Nico, Apu, José, Larry, Digue, Manu, Viche, Pan, Nacho, mis queridos amigos que conocí en la universidad y me han apoyado en todas las cosas desde entonces. Palabras de ánimo, risas, oídos para escucharme sobre la tesis y recomendaciones sobre la misma. Gracias por existir, ser como son y abrir sus corazones y tiempo para mí.

Gracias Javi por cuidarme, por escucharme, por las palabras de ánimo con la tesis y los problemas. Gracias por estar ahí en todas y para todo. Eres una mujer increíble y con un corazón y calidad que solo puedo agradecer la suerte porque lo compartas conmigo.

Gracias a Beltrán, Ignacio y Manuel por sus comentarios, revisiones y sugerencias en cada una de las versiones de esta tesis. Sin ustedes, su tiempo y su perspicacia esta tesis no habría llegado a donde llegó. Espero que esté a la altura de su apoyo.

A Eduardo Undurraga, mi co-tutor en esta tesis, me dan ganas de salir de mi escritorio mientras escribo y abrazarlo. Un gran mentor, un excelente ser humano, que

desde que lo conocí motivó mi curiosidad y ganas de perseguir la investigación. Sin él y su apoyo esta tesis no sería posible. Espero algún día ser lo que tú has sido para mí en estos años como académico y persona. Mejor si viene con tu habilidad para la cocina.

También me gustaría agradecer Francisco Salinas por sus constantes comentarios, recomendaciones y luces en los argumentos de esta tesis. Cada una de las conversaciones que tuvimos fueron maravillosas y agradezco haberlas tenido. Igualmente, debo a agradecer a Daniel Chernilo quien siempre me invitó a pensar sobre distintos fenómenos y elementos de la teoría social. Trabajar contigo y Francisco como ayudante fue cada día un regalo, independiente de todas las correcciones.

De igual modo me gustaría agradecer al grupo de lectura de realismo crítico que tuve un tiempo antes de ingresar al magíster, Mauricio, Alexandra, Almendra, Gabriela y Nacho. Conversar con ustedes siempre fue aire fresco ante las vicisitudes de la vida.

Por supuesto, gracias a los consejos y conversaciones con Matías, Lucas, Catalina, Bianca y Leslie. Mi paso por ese seminario y las horas que pasamos juntos fueron un excelente insumo y estímulo para pensar los argumentos y preguntas de mi tesis.

He escrito toda esta tesis en español porque este es mi idioma, but I would also like to thank Tom Fryer. A kindhearted human, an incredible researcher, a terrific colleague to talk about sociology and great person to ask for intellectual advice. All those hours chatting about critical realism, emergence and methods have been incredibly useful for this thesis even if those words do not appear once here.

Este trabajo fue financiado por los fondos reservados para las tesis de magíster del FONDCEYT del investigador responsable Eduardo Undurraga. Agradezco esta oportunidad y espero que muchos otros colegas puedan beneficiarse de este tipo de fondos.

Finalmente, gracias a todos los y las participantes de mi tesis. A todos los laboratorios que visité, a sus directores y trabajadores. Creo firmemente que la etnografía es un compromiso por la construcción del conocimiento desde las relaciones interpersonales, y ustedes fueron quienes estuvieron en todo momento conmigo hasta que agarré el lápiz para escribir esto. Gracias por su amabilidad, paciencia, tiempo y genialidad. Sin ustedes este trabajo no hubiese sido posible.

Para Manuel Navarrete,
quien no podrá leer estas palabras.
Cumplí nuestra promesa por ti.

Contenidos

1. Introducción.....	8
2. Revisión de literatura.....	10
2.1. Biología y sociología de los antibióticos.....	10
2.2. La incertidumbre de la resistencia a antibióticos.....	11
2.3. Sociología de la incertidumbre científica y biomédica	13
2.4. El puzzle de la tesis	19
3. Metodología.....	21
3.1. Una etnografía de laboratorios	21
3.2. Análisis de los datos	25
4. Resultados.....	28
4.1. La experiencia de la ambigüedad	28
4.2. La bestia del trabajo en resistencia a antibióticos	34
4.3. Entre tres laboratorios trabajando con resistencia	36
4.3.1. Laboratorio CI	37
4.3.2. Laboratorio CA.....	41
4.3.3. Laboratorio R.....	45
4.3.4 La comparación de técnicas por medio de las inferencias que permiten.....	48
4.4. La cadena de producción de certeza	49
4.5. Rastreando problemas y resolviendo ambigüedades	53
4.6 La incertidumbre como <i>gestalt</i>	58
4.7. La diferenciación de la incertidumbre	65
5. Conclusión.....	67
Bibliografía.....	74
Anexo	80
Pauta de Entrevista:	80

Imágenes y figuras

Imagen 1: Mesón de trabajo, realizando microdiluciones	29
Imagen 2: Microplaca anotada por Amparo	31
Imagen 3: Placa sembrada con disco e e-test	39
Imagen 4: Placas de mismo paciente	44
Figura 1: Placa de ensayo de doble agar con fagos.....	47
Figura 2: estructura del error en placas con crecimiento bacteriano	57
Figura 3: Estructura formal de la incertidumbre	61

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

©2023, Cristián Marcelo Navarrete Oyanedel

1. Introducción

“Entonces”, me dice la Doctora Antonia, directora de un laboratorio clínico asistencial. “Yo creo que es generativa la incertidumbre de la investigación. Para nosotros la incertidumbre, yo sufro por eso. Porque yo era re buen clínico cuando estaba haciendo el internado. Tuvimos un profesor que era muy famoso, un semiólogo, que me dijo un día, ‘tengo que hablar contigo, ¿supe que va a hacer laboratorio clínico?’ Y yo le dije, sí, ‘pero ¿cómo no vas a hacer clínico, eres tan buena, te va tan bien!’ Yo terminé todo mi internado con un siete, o sea, era muy buen clínico. Entonces me dice, ‘¿por qué?’ Porque no quiero matar a nadie. Y él me dijo algo que me condenó para siempre (sus ojos se cierran un poco y su voz se atenúa): ‘desde el laboratorio los vas a matar igual, solo que no te das cuenta, no vas a saber’ (...) Entonces están las dos incertidumbres. Es distinto en la ciencia que en la asistencia. Me encantaría tener resultados infalibles para la asistencia. Nunca equivocarme con un paciente. En cambio, probablemente las buenas ideas salen en la investigación cuando uno se equivoca, cuando tiene un resultado inesperado. Es muy distinto”.

Esta conversación con la Dra. Antonia tuvo lugar en una entrevista luego de terminar mi observación en su laboratorio. La Dra. explica que la incertidumbre es distinta entre un laboratorio asistencial y uno de investigación debido al peso que se le atribuye a la equivocación. Profundizando en esto, ella me señaló que en su laboratorio los errores tienen un impacto en los pacientes, en su vida, mientras que en la investigación estos impactan “la verdad”. Esto es intuitivo y tiene respaldo empírico, en tanto se ha encontrado que la incertidumbre surge en momentos particulares de la organización de las técnicas, instrumentos, humanos y recursos del trabajo científico y médico (Star, 1985). Por lo que sería esperable que la experiencia de esta sea distinta en ambos sitios. Sin embargo, la literatura ha mostrado consistentemente que los momentos y forma en que surge la incertidumbre se repite en el contexto psicológico del autismo (Pickersgill, 2020), la investigación en epigenética (Pickersgill, 2016; Lloyd & Raikhel, 2018), y laboratorios de las ciencias naturales y compañías en biotecnología (Fochler & Sigl, 2018).

Si esto es así, entonces tanto lo identificado por la Dra. como por la literatura aparentemente presentan una contradicción. Por lo que cabe preguntarse ¿cómo es posible

que la incertidumbre se experimente de forma similar a través de distintos contextos de investigación biomédicos?

Este puzzle es lo que busca resolver esta tesis. Para abordarlo, se derivaron tres preguntas específicas: (1) ¿qué métodos se ocupan en los laboratorios?; (2) ¿qué problemas y errores surgen en la realización de las técnicas de laboratorio?; y (3) ¿en qué momentos del trabajo científico surge la incertidumbre y a qué o quiénes se atribuye?

Para responder a la pregunta de esta tesis realicé observación participante y entrevistas en tres laboratorios trabajando en resistencia antimicrobiana en Santiago, a lo largo de tres meses. Esta aproximación etnográfica fue necesaria debido a que el objeto de investigación refiere a un proceso material y semiótico (Law, 2016; Castillo-Sepúlveda et al., 2022). Por lo que para explicar cómo es posible que la incertidumbre se experimente de forma similar en distintos contextos, fue necesario seguir una serie de elementos materiales (como las bacterias, los instrumentos, las hojas de cálculo, etc.) y los significados que estos toman, comparándolos a través de laboratorios.

Esta tesis argumenta que la incertidumbre tiene una estructura formal compartida a través de los tres sitios estudiados. Esta surge de la experiencia del error en el trabajo cotidiano, y se experimenta como *gestalt* porque luego explica dichas posibilidades de error. Así, en la medida en que el trabajo científico descansa en una cadena de procesos que deben ser reproducidos para tener certezas de que lo que se está haciendo es correcto, la incertidumbre será una experiencia constitutiva y generalizada en la ciencia.

Con esto, este trabajo sistematiza los hallazgos previos de la literatura, resuelve lo que parecía una contradicción en esta y explica su generalidad. Además, promete la apertura de una agenda de investigación poco desarrollada en Latinoamérica (Fried-Nielsen, 2019; Lu et al., 2020; Thompson & Chandler, 2021), así como una identificación de los procesos cotidianos detrás de los esfuerzos para manejar la resistencia antimicrobiana en el país.

La estructura de la tesis es la siguiente. Primero, se revisa la literatura sobre la resistencia antimicrobiana y su relación con la sociología, así como la evidencia que se tiene sobre la incertidumbre en el trabajo científico. Luego, se detallará la metodología de la tesis, justificando los métodos de levantamiento de información, la selección de casos y la capacidad explicativa de los métodos. Tercero, se expondrán los resultados del

trabajo de campo y entrevistas, construyendo el argumento antes presentado. Finalmente, se concluirá relacionando los hallazgos de este trabajo con la literatura en incertidumbre científica, explorando sus implicancias, aportes y limitaciones.

2. Revisión de literatura

2.1. Biología y sociología de los antibióticos

Antes de hablar sobre la incertidumbre, que es uno de los puntos centrales de la tesis, se debe comenzar estableciendo algunas bases sobre la resistencia a antibióticos y por qué esta es un objeto sociológico.

La mayoría de los compuestos antimicrobianos son moléculas naturalmente producidas que inhiben o destruyen microorganismos, siendo los antibióticos un tipo producido de estos compuestos. Debido a estas moléculas naturalmente producidas, las bacterias intrínsecamente desarrollan mecanismos para superar la acción de antibióticos para sobrevivir. Ahora, cuando se discute sobre la resistencia a antimicrobianos (RAM), la atención en realidad es usualmente referida a la adquisición de resistencia en una población bacteriana que originalmente era susceptible a un determinado antibiótico (Munita & Arias, 2016). En simple, la resistencia puede ser el resultado de una mutación genética (transmisión vertical) o de la adquisición de genes externos por el contacto con otras bacterias (transmisión horizontal) (Munita & Arias, 2016; Gillings et al., 2017).

Usualmente la historia de la resistencia a antibióticos (RAB) es explicada desde la introducción de los antibióticos, en particular desde el desarrollo de la penicilina durante la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, la evidencia muestra que el grupo de genes que potencialmente puede conferir resistencia a los antibióticos es mucho más grande y antiguo¹ que el cuerpo completo de genes de resistencia clínicamente relevantes (Gillings et al., 2017). Incluso en la historia más reciente, los genomas de organismos resistentes apuntan a un set más amplio de agentes, como el uso de medicamentos fabricados mediante manipulación química y una serie de desinfectantes fabricados con

¹ Se han encontrado familias de genes capaces de conferir resistencia en antiguo permafrost de Beringia (D'Costa et al., 2011) y en bacterias derivadas del microbioma de antiguas cuevas aisladas en Nuevo México (Bhullar et al., 2012)

iones metálicos tóxicos para las bacterias previo a la introducción de la penicilina (Landecker, 2019).

Lo anterior significa que la resistencia es un fenómeno de larga data y sobre la cual la acción humana ha interferido incluso antes de la introducción de los antibióticos. Pese a que la resistencia opera al nivel de mecanismos microbiológicos, lo cierto es que su escala actual es el resultado del uso de antibióticos en humanos, animales y agricultura a nivel global (Orzech & Nichter, 2008; Holmes et al., 2016; Munita & Arias, 2016; Chatterjee et al., 2018). Lo que, debido a su conjunción histórica con los procesos de industrialización del siglo XX, hace que sea posible comprenderla como una condición ecológica colectiva del industrialismo tardío (Landecker, 2016).

De este modo, la RAB incluso definida desde sus mecanismos biológicos se hace un objeto interesante para la sociología puesto que sus dimensiones dependen de una serie de “asuntos humanos”.

2.2. La incertidumbre de la resistencia a antibióticos

Más allá de que el surgimiento y dimensión actual de la RAB tienen que ver con la industrialización y el conocimiento científico (Landecker, 2016), un creciente cuerpo de literatura ha llamado la atención hacia una red de lógicas y significados con los cuales los antibióticos están enredados (Tompson & Chandler, 2021). Particularmente, a la forma en que científicos y gobiernos proyectan hacia el futuro de la RAB, la incertidumbre que rodea estas proyecciones, y cómo estas re-ingresan en la producción de conocimiento científico.

Brown & Nettleton (2017, 2018) han mostrado un movimiento doble por el cual la vida microbiana es utilizada para reconfigurar agendas políticas acerca del futuro de la economía nacional por medio de la incertidumbre existencial que genera la RAB, así como la forma en que principios económicos entran en las explicaciones biológicas de esta. Para lo primero, reconfigurar agendas políticas, analizaron cómo en el Reino Unido los debates en torno a la resistencia se utilizan para la caracterización política del país junto a discursos del terror en torno al pasado de la medicina, problemas migratorios y de raza. Respecto de lo segundo, principios económicos, los autores han argumentado que en determinadas áreas de investigación en microbiología el capitalismo es visto como el

modelo por excelencia del comportamiento de bacterias resistentes, y en base a esto se parece llegar a explicaciones funcionalistas de selección social para explicar la ventaja relativa de ciertas cepas microbianas frente a otras.

Parte del potencial de los microorganismos para movilizar agendas políticas parece tener que ver con que los antibióticos operan como infraestructuras materiales, afectivas y políticas de la vida contemporánea (Chandler, 2019). Esto significa que: (1) son parte de los elementos materiales que han posibilitado los servicios de salud en su forma contemporánea (como cirugías y control de infecciones); (2) hacen posible la definición de ciertas relaciones entre personas, organizaciones y naciones, por ejemplo, que cuidadores mediquen a sus niños para que vuelvan antes a clases en caso de tener amigdalitis; y (3) posibilitan ciertos valores económicos en torno al “progreso” y “modernización” como claves nacionales en la promoción de la salud de la población. Por lo que poner en duda la efectividad futura de los antibióticos también parece poner en cuestión ámbitos básicos de la vida cotidiana.

De igual modo, los antibióticos generan una infraestructura epistémica en la medida en que moldean la forma en que comprendemos y producimos conocimientos acerca de otras entidades biológicas (Brives & Pourraz, 2020). Una de las posibles soluciones que se ha propuesto frente a la resistencia a los antibióticos es la realización de terapia de fagos, que consiste en el uso de virus bacteriófagos para eliminar bacterias y tratar sus infecciones. Sin embargo, como argumentan Brives & Pourraz (2020), esto se ha visto obstruido porque los fagos han sido considerados como medicamentos industriales. Lo que hace que sean tratados bajo criterios propios de los antibióticos que no son adecuados a ellos. Por lo que la certeza del conocimiento que se tiene frente al uso actual de antibióticos también logra introducirse en la investigación de otros elementos biológicos, generando incertidumbre sobre su taxonomía y lo que debemos hacer con ellos.

Así, la dificultad de medir la magnitud de la RAB y sus consecuencias futuras (Stallins & Strosberg, 2020; Hillock et al., 2022), junto con el sentimiento de necesidad de actuar para frenar la amenaza, hace que el problema se vuelva una cuestión de inferencias, proyecciones (Chandler, 2019) y lógicas anticipatorias (Podolsky, 2018) para guiar la acción presente. Es decir, que el avance de la RAB es fundamentalmente incierto en su futuro, pero que el intento de manejar dicha incertidumbre está en el corazón del

accionar político-científico. Lo que resulta relevante en tanto la forma en que dicha ambigüedad y falta de determinación en torno a la RAB son manejadas, influye en el tipo de investigación biológica, procedimientos médicos y estrategias de gobernanza que se realizan (Stallins & Strosberg, 2020).

Por su relevancia, el fenómeno de la incertidumbre requiere un tratamiento más detallado y profundo que el que se le ha dado en la literatura hasta ahora. En los trabajos revisados, esta es entendida como un límite del conocimiento en torno a la proyección y planificación del futuro, debido a la naturaleza indeterminada de este. Si bien, es posible comprender la incertidumbre de este modo (por ejemplo, Beck, 1992, 1996), la literatura no ha profundizado en la forma en que la incertidumbre se experimenta en el trabajo científico y clínico cotidiano. Lo que es un problema teórico y empírico importante porque sobre dicho trabajo se forma gran parte de la cuantificación y manejo de los cuerpos de la población para la estimación de modelos anticipativos de la carga de resistencia de un país y sus efectos (véase los objetivos estratégicos 2 y 3 del Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos de la WHO, 2016²). Los estudios han dejado de lado un elemento que es anterior a dicha anticipación de carga y sus potenciales efectos: la experiencia de la incertidumbre en el trabajo biomédico en resistencia a antibióticos.

Más allá de este problema, la definición de incertidumbre que esta literatura maneja es problemática debido a que no presta atención a la amplia literatura en incertidumbre científica en sociología. La siguiente sección revisará esta literatura y mostrará que la definición de la incertidumbre como falta de conocimiento no presta suficiente atención a las dimensiones materiales de la incertidumbre.

2.3. Sociología de la incertidumbre científica y biomédica

Un gran aspecto de lo que implica el trabajo científico es el codearse y manejar la incertidumbre (Star, 1985; Roth, 2009; Pickersgill, 2011, 2016; Jasanoff, 2015; Nowotny, 2015; Han et al., 2019; Greenhalgh & Engebretsen, 2022). Lo que tiene que ver con que

² Se pueden observar los mismos lineamientos en el Plan Nacional contra la Resistencia a Antimicrobianos en Chile

muchas veces los objetos con los que tratan se comportan de forma inesperada, las presiones de tiempo y financiamiento en el marco de proyectos abundan, constantemente se puede poner en duda la correcta aplicación o interpretación de un método, entre otros elementos que componen el flujo diario del trabajo científico.

La incertidumbre ha sido reconocida como un fenómeno ubicuo en el trabajo de investigación y diagnóstico, y a partir de esto se han identificado distintos “tipos de incertidumbres”. Posiblemente por este motivo, la literatura ha identificado distintos aspectos de la incertidumbre que en principio podrían parecer contradictorios. Si bien, la incertidumbre es un fenómeno que aparece en diversos contextos de la vida, una revisión de todos ellos es imposible en el marco de este trabajo. A continuación, se revisará la literatura sobre incertidumbre en el trabajo científico y biomédico con el fin de clarificar los principales usos del concepto, así como principales hallazgos entorno a su estudio.

Como nota Star (1985), desde los primeros trabajos de estudios de laboratorio se ha mostrado que existen una serie de procesos por el cual los científicos eliminan las incertidumbres que surgen en el trabajo de laboratorio, para presentar versiones simplificadas en artículos y reportes (véase Knorr-Cetina, 1981; Latour & Woolgar, 1979; Pinch, 1981). Independiente de las particularidades de estos primeros estudios, lo que muestran es que en la presentación de los datos la certeza va aumentando paulatinamente desde la observación hasta su publicación. Con ello, el énfasis de estos trabajos se concentró en mostrar la incertidumbre que surge en la práctica científica y su eliminación discursiva.

Brevemente luego de la publicación de estos trabajos y siguiendo parte de sus hallazgos, Star (1985) se concentró en mostrar algo que a su juicio estudios anteriores no habían analizado en detalle: la forma en que la incertidumbre es eliminada como el resultado de una relación simultánea entre las vicisitudes locales del trabajo científico y clínico, y los factores organizacionales y políticos de larga escala asociados a la división disciplinar de la ciencia. Así, a partir del análisis del trabajo de neurofisiólogos británicos a finales del siglo XIX, la autora mostró que el manejo de la incertidumbre local y su transformación en certidumbre global es un aspecto central a la organización de la investigación científica.

A partir de este trabajo, Star (1985) fue capaz de notar cuatro tipos de incertidumbre relacionados con la dificultad de determinar algo sin ambigüedad. La

incertidumbre taxonómica surge cuando se trata de clasificar qué tipo de cosa es un objeto de estudio, como qué es la depresión. La incertidumbre de diagnóstico aparece con la aplicación de las clasificaciones, por ejemplo, ¿tiene depresión ese paciente? La incertidumbre política ocurre en el curso de la creación o mantención de divisiones del trabajo, colaboraciones y alianzas. Finalmente, la incertidumbre técnica es creada por los problemas que surgen en la utilización de instrumentos y material experimental.

Frente a estos tipos de incertidumbre, Star (1985) identificó seis mecanismos que científicos utilizan para transformar la incertidumbre local: (1) atribuir la certeza de los resultados a otras disciplinas, por ejemplo, fisiólogos apoyándose en evidencia clínica; (2) centrarse en ciertos aspectos de intervenciones científicas, dejando de lado aspectos locales inciertos, por ejemplo, cuando un “paciente muere, pero la operación es considerada un éxito” (p. 409); (3) la substitución por tipos ideales, por ejemplo, de la imagen de *un* cerebro, a la imagen *del* cerebro en un atlas científico; (4) el cambio entre criterios clínicos y básicos, como el intento llevado a cabo por neurólogos de localizar tumores cerebrales que fue considerado un éxito porque se encontró una solución clínica, pese al fallo en el intento de localización; (5) generalizaciones *ad hoc* de resultados de casos, que se sostiene en la distribución de “evidencia” local que al levantarse sobre hipótesis de investigación aumentan certeza global; y (6) la subsunción de preguntas epistemológicas en debates internos que terminan por validar, en la práctica, el uso de técnicas que son cuestionadas en el primer lugar.

De forma análoga a la inquietud de Star (1985) por el estudio de la incertidumbre como un proceso local, por medio del estudio etnográfico de un laboratorio investigando la visión de peces, Roth (2009) mostró cómo la incertidumbre se da en el momento a momento de la producción de objetos científicos. Esta surge continuamente debido a tres elementos. Los objetos con los que tratan científicos, por ejemplo, con la creencia de que en principio se ha observado un tipo de fotorreceptor, para después descartarlo por observaciones inconsistentes que parecen indicar otro tipo de entidad. La acción de científicos, cuando estos se comienzan a cuestionar lo apropiado de ciertos procedimientos que se realizaron previamente frente a resultados inesperados o inadecuados. Y, la incertidumbre asociada a herramientas e instrumentos cuando estos entregan resultados no deseados, usualmente atribuida a problemas del *setting* de intervenciones (como una lámpara mal colocada, una etiqueta mal hecha en el estudio, etc.). De este modo, Roth (2009) define la incertidumbre radical como la situación que

científicos continuamente enfrentan, porque lo que hacen en un procedimiento no es claro hasta que tienen sus resultados. Los resultados tampoco son claros hasta que se tiene seguridad de que el procedimiento haya sido correctamente realizado.

El trabajo etnográfico de Roth (2009) se centra en un contexto científico distinto al de Star (1985) y muestra un nuevo elemento respecto a la incertidumbre que involucra este trabajo; sin embargo, su identificación de los elementos sobre los que surge la incertidumbre, son los mismos que la autora reconoce como incertidumbre taxonómica y técnica. Lo que muestra la robustez de esta tipología en otros contextos. Más relevante es que ambos autores muestran que la incertidumbre es algo que surge cotidianamente en el trabajo científico. Además, ambos se aproximan a la incertidumbre identificando los momentos que esta surge y explicando los efectos que esta tiene. Por ello, su concepto de incertidumbre refiere a las situaciones que se pueden caracterizar como inciertas y qué hacemos frente a ellas.

A través de análisis documental y entrevistas de investigadores canadienses, ingleses y norteamericanos, Pickersgill (2011) ha identificado que la incertidumbre taxonómica (que él denomina ontológica) y la diagnóstica (que él denomina epistemológica) se encuentran constantemente presentes en la investigación en neurociencia sobre trastornos mentales. Lo que nuevamente viene a confirmar la tipología construida por Star (1985). Más allá de esto, el autor mostró que la resolución de ambos tipos de incertidumbre se encuentra mutuamente constituida. Esto quiere decir que, en el caso de los trastornos mentales, la certeza de que un determinado tipo de trastorno refiere a una entidad real se logra por medio de la seguridad en los métodos que buscan diagnosticar dicho trastorno en el primer lugar (como el *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*).

Más recientemente, Fochler & Sigl (2018) han identificado lo que ellos denominan *anticipatory uncertainty*, la que se genera con la inseguridad de un proyecto de investigación para ser productivo. De este modo, esta incertidumbre debido a la anticipación por la productividad de un proyecto de investigación, en el marco de fondos y carreras científicas, afecta las consideraciones epistémicas del propio objeto que busca estudiarse. Por ejemplo, en el caso de que se cambie de objeto de investigación o se busquen ciertos resultados en lugar de otros, puesto que son más atractivos.

Ahora, si bien esta experiencia de inseguridad respecto de la productividad de la investigación en el marco de la organización del trabajo científico es relevante, no es claro que sea distinto de lo que Star (1985) reconoció como incertidumbre política. Lo que se debe a que el fenómeno identificado por Fochler & Sigl (2018) se genera sobre la precariedad de la organización de fondos científicos, su consecución y mantención. Que es a lo que apunta Star (1985). De este modo, la incertidumbre anticipativa puede considerarse como un subtipo de incertidumbre que confirma los hallazgos de Star (1985).

Lo que es novedoso respecto del trabajo de Fochler & Sigl (2018) es que identifican que esta anticipación es también el resultado de una presión moral por parte de la comunidad a ser un sujeto organizado y productivo. Es decir, no es solo la organización del trabajo científico, sino el tipo de virtudes y normas que se valoran dentro de este, el que genera incertidumbres acerca del futuro.

Este último punto acerca del futuro es relevante puesto que, a diferencia de los autores antes revisados que identifican situaciones presentes en las que se genera incertidumbre, Fochler & Sigl (2018) muestran un caso en que la incertidumbre es generado por una actitud orientada al futuro.

Dejando de lado la robustez de la tipología de Star (1985), la literatura ha identificado consistentemente cómo la incertidumbre produce más acción social (Timmermans et al., 2017). Rheinberger (2010), por ejemplo, ha argumentado que fue la ambigüedad y falta de precisión del concepto de gen lo que permitió que fuera tan productivo en torno al surgimiento de la biología molecular durante la segunda mitad del siglo XX. De igual modo, en el contexto de la epigenética, Pickersgill (2016) ha mostrado que existe una falta de consenso dentro de las ciencias biológicas acerca del significado de la epigenética, los efectos que aborda y sus mecanismos. Pese a ello, dicha incertidumbre no paraliza el trabajo científico. La inestabilidad conceptual no parece ser necesariamente contraria a la innovación biomédica, sino que la empuja. Por lo que la incertidumbre se vuelve parte de la maquinaria de conocimiento de la práctica científica, incluso dentro de un campo en que su propio estatuto es ambiguo. Lo que refiere no solo a lo que no-sabemos acerca del mundo, sino también a las preguntas sobre qué teorías se aceptan y los puntos materiales de arranque para tratar dichas preguntas.

Sin embargo, en casos de controversias políticas, como el cambio climático, se ha identificado que usualmente científicos u otros actores relevantes actúan estratégicamente cubriendo elementos inciertos para asegurar autoridad, legitimidad o fondos (Shackley and Wynne, 1996; Zehr, 2000; Moreira et al., 2009).

Esto muestra que la tensión de la incertidumbre como algo a ser minimizado, superado, o algo valorado positivamente, caracteriza los rangos de la experiencia de la incertidumbre en el trabajo biomédico (Lloyd & Raikhel, 2018).

Con todo esto, esta literatura se caracteriza por abordar la incertidumbre a partir de las situaciones que la generan y lo que los actores hacen con ella. A todos estos estudios, les subyace la comprensión de la incertidumbre como algo que es poco seguro, discutible, ambiguo, problemático de asumir o resolver. Si bien esto es sumamente útil, en tanto otorga herramientas analíticas relevantes para estudiar distintas formas de la experiencia de la incertidumbre empíricamente, también genera falta de claridad en torno a la categoría analítica de incertidumbre que los autores ocupan ¿Es la misma que la de los participantes? ¿Todos los elementos mencionados anteriormente son lo que genera la incertidumbre o son precisamente lo que significa experimentarla? De este modo, falta en la literatura claridad en torno al concepto de incertidumbre, pero en el peor de los casos asumen algo que deberían mostrar empíricamente: qué es o de dónde derivan su definición implícita de incertidumbre.

Precisamente a este problema de “falta de sistematicidad” tratan de responder Han et al. (2019) a través de un análisis conceptual de la incertidumbre revisando trabajos anteriores en torno a la incertidumbre en la literatura sobre salud. Así, y sirviéndose de un trabajo anterior (Han et al., 2011), los autores definen la incertidumbre como “un estado epistémico humano que consiste en la conciencia metacognitiva de la ignorancia” (Han et al., 2019, p. 1759, traducción propia). Con esto, los autores luego definen tres dimensiones fundamentales e independientes de la incertidumbre: (1) su fuente, su (2) problema, y su (3) *locus*.

Sobre la primera dimensión, Han et al (2019) argumentan que la incertidumbre tiene tres fuentes: la naturaleza probabilística, ambigua o compleja de ciertos fenómenos bajo estudio. Respecto de la segunda dimensión (problema de la incertidumbre), definen tres grandes categorías en las que un tipo determinado de incertidumbre (la primera dimensión) aplica: la científica, la práctica y la personal. Tres grandes categorías que

pueden ser subdivididas según los problemas concretos que se enfrenten. Por ejemplo, la falta de certeza en la prognosis de un paciente (científico), la mantención de estructuras de cuidado (práctica), o dudas existenciales debido a una enfermedad (personal). Finalmente, la tercera dimensión refiere a las mentes particulares en los que la incertidumbre debe ser localizada; como el paciente, médico tratante, o ambos.

A nivel conceptual el trabajo de Han et al. (2019) es sumamente útil en tanto otorga una definición operacionalizada para el trabajo de campo, e indica tres dimensiones con las que sistemáticamente se puede abordar la incertidumbre. Algo relevante, es que esta sistematización no calza de buen modo con la tipología de Star (1985) ampliamente repetida y confirmada en estudios de ciencia, tecnología y sociedad (STS por sus siglas en inglés), ni con los elementos generativos antes reconocidos. Lo que podría deberse a que el esfuerzo de Han et al. (2019) es anterior a cualquiera de los momentos en que pueda surgir la incertidumbre, o lo que se haga con ella. Lo que queda manifiesto en su definición de las fuentes de la incertidumbre en torno a la “naturaleza” del objeto de estudio.

Ahora, más allá de que estas aproximaciones no calcen, el problema es que la incertidumbre se define de manera contradictoria. El trabajo en STS muestra que la incertidumbre no “está en la cabeza de las personas”, sino que es algo que surge de la relación de las personas con sus objetos, materiales y formas de organizar el trabajo (Castillo-Sepúlveda et al., 2022). Lo que no es coherente con la definición de Han et al. (2019) de la incertidumbre como un estado mental de falta de conocimiento. De lo que se deriva que la aproximación de la literatura de la [sección 2.2.](#) también es incoherente por caer en el mismo problema.

2.4. El puzle de la tesis

Hasta aquí podría parecer que esta falta de coherencia entre ambas aproximaciones se debe resolver seleccionando una. El problema es que ambas tocan puntos relevantes de la incertidumbre que no parecen desechables. Como se revisó anteriormente, la tipología de Star (1985) (i.e., incertidumbre taxonómica, diagnóstica, política y técnica) ha encontrado variados casos en que la incertidumbre es experimentada de esta forma. E incluso aunque algunos cambios puedan realizarse, el argumento de la autora parece robusto en el tiempo y en diversos contextos. Por otra parte, Han et al. (2019) otorgan una sistematicidad al

concepto de incertidumbre que la literatura en estudios de ciencia y tecnología carece. En principio, alguno podría sostener que esta sistematización es un error porque asume que la incertidumbre tiene una forma fundamental de ser o los conceptos son definibles a partir de dicha esencia. Pero incluso aunque este fuera el caso, esta objeción tiene dos problemas: (1) eso no quita que la literatura STS no sea clara en qué exactamente están entendiendo por incertidumbre y cómo se diferencia de otros conceptos relacionados; y (2) pese a que distintos tipos de incertidumbre hayan sido identificados y sus características hayan sido advertidas como dependientes de la situación práctica, la verdad es que la evidencia apunta a la robustez de dichos tipos y experiencias a través de contextos heterogéneos.

El primer punto indica que todavía hay aclaraciones analíticas que hacer en torno al concepto de incertidumbre. Más relevante es el punto dos, que parece indicar algo paradójico dentro de la literatura sobre incertidumbre científica surgida desde los estudios de ciencia y tecnología. Es este segundo punto el que genera el puzle que esta tesis desea resolver, y que espera arrojar luces sobre el punto (1): si es que la incertidumbre es un fenómeno que se da por las particularidades de los métodos, objetivos y la organización del trabajo científico, entonces ¿cómo es posible que la incertidumbre se experimente de forma similar a través de distintos contextos de investigación biomédicos?

Ahora, si bien este puzle ha sido presentado como derivado de un problema inherente a la literatura, la verdad es que la formulación y hallazgo de dicho problema fue el resultado del trabajo etnográfico llevado a cabo para la tesis y la confrontación de la literatura con dichos datos. De este modo, aunque esto será un tema de análisis en los resultados de la tesis, sostengo que dicho problema teórico está relacionado con la experiencia de la incertidumbre en el trabajo de investigación biomédico cotidiano. Antes de ello, las siguientes secciones describirán la metodología que se siguió para resolver el puzle de la tesis.

3. Metodología

3.1. Una etnografía de laboratorios

Para abordar la pregunta de investigación, seguí una aproximación etnográfica dado que esta se alinea con el objetivo de la investigación y con la evidencia que existe sobre la incertidumbre en las ciencias sociales.

Si es que es cierto que la incertidumbre se experimenta de forma similar a través de distintos contextos de investigación, como sugiere la evidencia, entonces sería razonable esperar que exista un set de procesos que expliquen dicho fenómeno. Entonces, en vista de que la incertidumbre surge en momentos particulares de la organización del trabajo científico (Star, 1985), decidí realizar observación participante y entrevistas en tres laboratorios en Santiago porque estas técnicas serían capaces de levantar datos robustos sobre las lógicas, procesos y relaciones a través de las cuales se realiza y comprende el trabajo de laboratorio (Desmond, 2014; Law, 2016; McGranahan, 2018).

Por la naturaleza de la pregunta de investigación, la comparación entre sitios fue una pieza clave para la robustez de los hallazgos, en tanto la variación (o no) de la experiencia de la incertidumbre en estos sitios es parte de lo que debía ser capturado y explicado. Al mismo tiempo, esta comparación permitió generar inferencias robustas a través de distintos contextos y así probar argumentos frente a estas variaciones (Small, 2009; Tavory & Timmermans, 2014; Katz, 2015a, 2015b).

Teniendo en cuenta que esta tesis no busca generar resultados representativos, en el sentido estadístico, seguí una selección de sitios secuencial (Small, 2009). De este modo, si bien seleccioné dos laboratorios que tenían el potencial de generar variaciones relevantes en torno a la experiencia de la incertidumbre, pero manteniendo el foco en RAM, el tercer laboratorio seleccionado fue una adición debido a lo que se observó en terreno.

Aprovechando que uno de mis co-tutores había investigado temas asociados a la RAB con diversos directores de laboratorios en Chile, conversamos sobre posibles sitios para llevar a cabo la tesis con este enfoque etnográfico y multi-situado, enlistando laboratorios con distintos enfoques de investigación. A partir de esto, me acerqué a un laboratorio de bioingeniería y uno de veterinaria puesto que la diferencia de disciplinas podría aportar variación en torno a las técnicas y objetivos, pero debido a problemas a la

hora de coordinar el terreno y a que los miembros del segundo laboratorio estaban en un congreso en el extranjero no pude comenzar el trabajo como el diseño de mi tesis planteaba. Al poco tiempo después de esto conocí a Vicente, el director de un laboratorio de investigación en genómica y mecanismos de resistencia a antibióticos (laboratorio CI), en una reunión de un grupo de investigación en resistencia antimicrobiana. En ella le comenté de esta tesis y su respuesta inmediata fue positiva, recalcándome que “la incertidumbre está en todos lados, pero nadie habla de ella”. El lunes siguiente comencé a trabajar en su laboratorio realizando observación participante expectante por su respuesta.

El laboratorio CI es un laboratorio de investigación clínica, parte de un instituto de investigación en una Universidad privada. Tiene una jornada de trabajo estable de ocho horas en las que realizan labores de “rutina” e “investigación” como ellos las llaman, y todo el personal está contratado (aunque los cargos varían). La rutina consiste en procedimientos que se realizan constantemente para estudiar la susceptibilidad de bacterias a antibióticos y hacer seguimiento de esto en el tiempo. Lo que se hace en investigación, en cambio, varía según el proyecto que estén abordando, aunque usualmente involucra el estudio cuantitativo de susceptibilidad³, comparación de métodos de susceptibilidad y análisis de resultados de secuenciación genómica. Todo con el objetivo de estudiar prevalencia y mecanismos de resistencia.

En este laboratorio estuve un mes, asistiendo tres veces a la semana y observando media jornada laboral ahí, exceptuando los viernes que tenían *labmeetings* en los cuales presentaban los avances de proyectos de investigación. En dichos días me quedaba la jornada completa (ocho horas, aunque a veces se extendía más). Durante este mes acompañé a las participantes en sus labores en el laboratorio, les hacía preguntas, conversábamos y almorzábamos juntos. En ese tiempo pude observar el trabajo de cinco mujeres asistentes de investigación, una mujer y un hombre que se encargan de preparar todos los materiales del laboratorio, una de las dos doctorantes que trabajan ahí, dos

³ Se puede estudiar la susceptibilidad de una bacteria a un antibiótico de forma cuantitativa o cualitativa. La diferencia es el resultado que da el método: los métodos cualitativos dan una categoría a la bacteria (es susceptible, resistente o intermedia al antibiótico), mientras que los cuantitativos dan esto y además cuantifican cuán resistente es.

investigadoras, un investigador y el director, que cada cierto tiempo visitaba el laboratorio para chequear el trabajo.

El segundo laboratorio que visité fue el de veterinaria antes mencionado (laboratorio R), que forma parte de la Escuela de Medicina Veterinaria de otra Universidad privada de Chile, parte del mismo grupo de investigación en RAB. Dado que estuvieron un tiempo en congresos en el extranjero, el comienzo de mis visitas se aplazó por un mes. Este es un laboratorio de investigación y en él participan distintos investigadores principales. El grupo de investigación con el que trabajé se dedica al estudio de bacteriófagos (también conocidos como fagos), que son virus que “comen” bacterias y, por ende, llaman la atención a la hora de estudiar alternativas a antibióticos. A diferencia del laboratorio anterior no tenía una rutina que se cumpla diariamente con una jornada laboral establecida, sino que cada investigador/a o ayudante asiste al laboratorio según las necesidades de su proyecto. Dado que este se encuentra inserto en una escuela de la Universidad, fue común observar estudiantes de pregrado y posgrado realizando trabajos de cursos o de tesis en este. Además, por lo mismo, no todos quienes asisten al laboratorio son remunerados.

Al laboratorio R tuve el tiempo de ir dos semanas, tres días cada una. Para lo cual estaba alrededor de 2 o 3 horas observando el trabajo de laboratorio asignado para ese día de alguno de los participantes. Logrando observar el trabajo de un estudiante de pregrado, una doctorante y una investigadora posdoctoral. Por el hecho de que estuve menos tiempo, y porque no hubo una rutina establecida que pudiese seguir más extensamente, aquí fue más difícil establecer *rapport* con los participantes y pude observar menos conexión entre los procedimientos.

Puede parecer un problema metodológico haber comenzado con un laboratorio no previsto y haber pasado menos tiempo en el laboratorio R que era parte inicial del diseño. Sin embargo, al igual que el resto de los sitios, el laboratorio CI aporta una variación organizacional relevante para el estudio del objeto de la tesis. Más allá de eso, fue una ventaja comenzar en este laboratorio puesto que pasar jornadas completas ahí y poder familiarizarme con sus trabajadores me permitió generar un conocimiento relativamente rápido y cercano del trabajo de laboratorio con bacterias y antibióticos. Algo que nunca había presenciado como sociólogo. Más relevante aún, el trabajo en este laboratorio me dio la pista para pasar al tercer laboratorio, puesto que este surgió en repetidas

conversaciones sobre la relevancia clínica del trabajo que se realizaba en el laboratorio CI, así como el trabajo que se realizaba en conjunto con la Doctora Antonia, directora de un laboratorio clínico asistencial (CA).

El laboratorio CA forma parte de la misma Universidad que el laboratorio R. Como mencioné, llegué a este laboratorio porque en el laboratorio CI se mencionó en repetidas ocasiones el trabajo de este y de la Doctora Antonia. Pero lo que me pareció relevante para el problema de investigación fue la similitudes y diferencias que los participantes del laboratorio CI reportaban del trabajo en el laboratorio de la Dra. Esto se debe a que ambos son laboratorios que trabajan con muestras de pacientes⁴ y uno de los principales procedimientos que realizan son estudios de susceptibilidad. Se diferencian, sin embargo, en que el laboratorio CI tiene una gran área de investigación y sus datos se recolectan con este objetivo, mientras que el CA es principalmente un laboratorio asistencial de salud. Por lo que le llegan exámenes de pacientes y su labor consiste en identificar bacterias, liberar antibióticos y extender informes. De este modo, a medida que se hablaba del trabajo de la Doctora Antonia y del laboratorio C en mi primer sitio, inferí que podría ser lo más cercano que encontraría a un contrafactual: mi expectativa era que, de ser cierto lo que me mencionaron en el laboratorio A, entonces ambos compartirían técnicas, pero variaría la forma en que el trabajo se organiza debido a sus objetivos distintos. Por este motivo, asistí las últimas dos semanas del tiempo del terreno de mi tesis al laboratorio CA, observando su trabajo 3 veces por semana durante la jornada de la mañana (alrededor de 3 a 4 horas). Con lo que pude observar el trabajo de 8 personas (3 hombres y 5 mujeres).

En total, realicé alrededor de 100 horas de observación, durante dos meses: 70 en el laboratorio CI, 14 en el R y 16 en el CA. Durante todo este trabajo, seguí una rutina estricta de transcripción de notas: siempre luego de dejar el sitio lo primero fue transcribir. Lo que significó un desafío, en especial las primeras semanas en que todo era desconocido. Razón por la que, además del trabajo de observación, tuve que formar una mejor base en microbiología y en el trabajo de laboratorio. Esto implicó no solo preguntar por los procedimientos de las participantes, sino también la consulta de trabajos

⁴ Por esto ambos son laboratorios clínicos

relevantes en el área, artículos de investigadores de los laboratorios, asistir a cursos de microbiología clínica y visitar sitios de venta de insumos de laboratorio online.

Luego de terminar la observación, desarrollé una pauta de entrevista semi-estructurada a partir de los hallazgos de las notas de campo. Al terminar el primer mes de observación en el laboratorio CI pude entrevistar a Vicente. Luego, tuve que esperar un tiempo debido a otro congreso al que gran parte de los laboratorios asistió. Por lo que, mis siguientes entrevistas a las directoras de los laboratorios CA y R tuvo un mes de diferencia con la entrevista a Vicente. Finalmente, tuve la oportunidad de entrevistar a una asistente de investigación y una posdoc, dado que en mi tiempo con ellas mencionaron elementos de interés para el análisis.

Las entrevistas fueron grabadas en audio y transcritas localmente en mi computador utilizando el modelo de reconocimiento de voz de OpenAI (<https://openai.com/>) Whisper (Radford et al., 2023)⁵ utilizando Python. Esto arrojó un archivo de texto con marcas de tiempo que luego edité manualmente para ponerlo en formato y rescatar elementos contextuales o presenciales que el modelo no puede captar.

Una de las principales fortalezas de esta metodología fue el trabajo comparativo que se pudo generar entre laboratorios. Debido a sus características y objetivos, estos podrían categorizarse en un espectro desde lo clínico hasta la investigación. Esto significó tener tres casos que comparten su trabajo en resistencia a antimicrobianos, pero que varían en aspectos substantivos en la forma en que se organizan a la hora de abordarla. Lo que permitió responder a la naturaleza comparada de la pregunta de investigación.

3.2. Análisis de los datos

Hasta aquí he hablado de que la pregunta de investigación implica que debe haber un set de procesos responsables por la similitud de la incertidumbre a través de sitios que se ha reportado en la literatura. Esto se debe a que la pregunta refiere a condiciones de posibilidad. Recientemente, la literatura en metodologías cualitativas ha indicado que este tipo de preguntas requiere un abordaje causal a través de la identificación de (a) un set de

⁵ Véase también <https://github.com/openai/whisper>

condiciones suficientes y necesarias (Goertz & Mahoney, 2012), o bien (b) mecanismos causales (Small, 2013; Katz, 2015a, 2015b; Lichterman & Reed, 2015; Fryer, 2022; Timmermans & Tavory, 2022). Frente a estos desarrollos, esta sección mostrará la estrategia de análisis que seguí, tomando como base una postura intermedia entre la búsqueda de mecanismos causales y descripciones constitutivas (Pacewitz, 2022).

El caso de (a) se ha mostrado principalmente en el caso de la sociología histórica, mientras que el grupo de literatura (b) ha avanzado el argumento de que los métodos cualitativos, y principalmente la etnografía, tienen la ventaja a la hora de capturar procesos causales. Así, el argumento de estos autores se podría resumir como: mientras los enfoques cuantitativos se encargan de estudiar los *efectos causales*, los cualitativos se encargan de estudiar los *procesos causales*. Esto es, todo el set de acciones, significados y elementos heterogéneos responsables de un fenómeno de interés (Small, 2013; Tavory & Timmermans, 2013; Lichterman & Reed, 2015; Glennan, 2017).

Más allá de la validez de dicha distinción, lo interesante es que recientemente se ha defendido la idea de que lo cualitativo tiene un lugar propio a la hora de realizar análisis causales para explicar fenómenos de interés.

De este modo, un movimiento plausible para el análisis de los datos levantados fue seguir las recomendaciones del grupo (b) y generar un “modelo explicativo” del proceso causal que hace posible la experiencia similar de la incertidumbre a través de sitios. Sin embargo, esto asume que la explicación cualitativa versa principalmente sobre la identificación de mecanismos causales. Y, como ha mostrado Pacewitz (2022), lo cierto es que el trabajo etnográfico también se concentra en realizar explicaciones constitutivas. Estas son descripciones analíticas sobre cómo se forman fenómenos sociales y cómo es mejor categorizarlos. Toman la forma de: (1) X existe en dado grupo humano; (2) X es un caso de Y; y (3) X tiene las propiedades $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. De modo que el resultado suele ser un argumento sobre los elementos que *definen* un fenómeno y cómo se relacionan entre sí. Dichas explicaciones pueden estar relacionadas con elementos causales, pero no son causales en el sentido que no refieren a lo que *gatilla* un determinado efecto.

Pacewicz (2022) sostiene que este tipo de argumentos es relevante puesto que permite que los etnógrafos extiendan sus hallazgos empíricos y teóricos a situaciones no observadas con éxito a través de la selección de ciertos casos. Lo que se debe a que, al

mejorar la comprensión o categorización de un fenómeno, entonces es esperable que esto informe el estudio de este *mismo* fenómeno social en otro contexto. Ahora, si bien el autor muestra que la etnografía logra informar investigación más allá de los casos seleccionados, no es clara la razón substantiva por la cual esto se logra: más allá de que en efecto investigadores destacados logren que sus argumentos hagan esperable su hallazgo en otro contexto, por qué esa expectativa es metodológicamente válida. Pacewicz (2022) parece sugerir que la validez externa de estos argumentos se debe a que apuntan a los *building blocks* de los fenómenos sociales, pero ¿por qué deberíamos asumir que estos son iguales en Chile que en EE. UU.?

Lo que está implícito en el argumento de Pacewicz (2022) es que la constitución de determinados fenómenos sociales parece ser compartida en distintos contextos. Sin caer en justificaciones sobre los *building blocks* de la realidad social, sostengo que es plausible explicar dicha repetición de la constitución de fenómenos sociales a través de contextos debido al grado en que los actos que componen dichos fenómenos se estandarizan y extienden geográfica y temporalmente. Como sostiene Haslanger (2018), una práctica social es un patrón de comportamiento aprehendido que nos permite coordinarnos como miembros de un grupo respecto de lo que hacemos con un recurso, debido a la capacidad de respuesta mutua al comportamiento del otro (y el recurso), a través de significados compartidos. Debido a esto, las prácticas sociales tienden a perdurar en el tiempo. De modo que, en cuanto una serie de acciones se vuelve una práctica social es posible estudiar cómo esta se constituye. Lo que sugiere que la validez metodológica de sostener que una explicación constitutiva es relevante o extensible a casos no observados descansa en que dicha explicación verse sobre prácticas sociales en el sentido antes descrito.

Con todo esto, una respuesta a la pregunta de esta tesis parece requerir la descripción detallada de las prácticas (en el sentido anterior) de laboratorio a través de la identificación de elementos causales que generan la incertidumbre, lo que se ha realizado consistentemente en la revisión de literatura y la constitución de la incertidumbre como un fenómeno con ciertas propiedades determinadas. En base a esto, hice análisis temático siguiendo los lineamientos de Timmermans & Tavory (2022), pero sin asumir que el objetivo es exclusivamente la identificación de mecanismos causales.

Primero realicé codificación abierta a partir de las notas de campo para tener una idea de los principales temas que surgieron durante la observación participante a través de los sitios y poder generar una comparación entre estos. Estos fueron la forma en que se organizaban los laboratorios, la necesidad de tener certeza en la realización de ciertos procedimientos, los problemas que surgían en el trabajo, la forma en que se comprende la RAB y la incertidumbre. Estos orientaron la construcción de las entrevistas semi-estructuradas⁶.

Con todos los datos ya levantados, traté de profundizar en la comprensión de los entrevistados sobre la incertidumbre y el trabajo que pude observar durante la observación. A partir de ello, desarrollé un diagrama que explica dicha comprensión. Con esto, realicé codificación enfocada para testear dicha explicación a través de las notas y entrevistas en los tres sitios. Dado que hubo un desfase entre mi primera y últimas entrevistas, frente a la curiosidad de la directora del laboratorio CA y una posdoctorante del laboratorio CI, tuve la oportunidad de luego de la entrevista con ellas conversar de la tesis y mi modelo explicativo. Todas estas instancias de confirmación llevaron a la elaboración final de los diagramas que se presentarán en los resultados.

4. Resultados

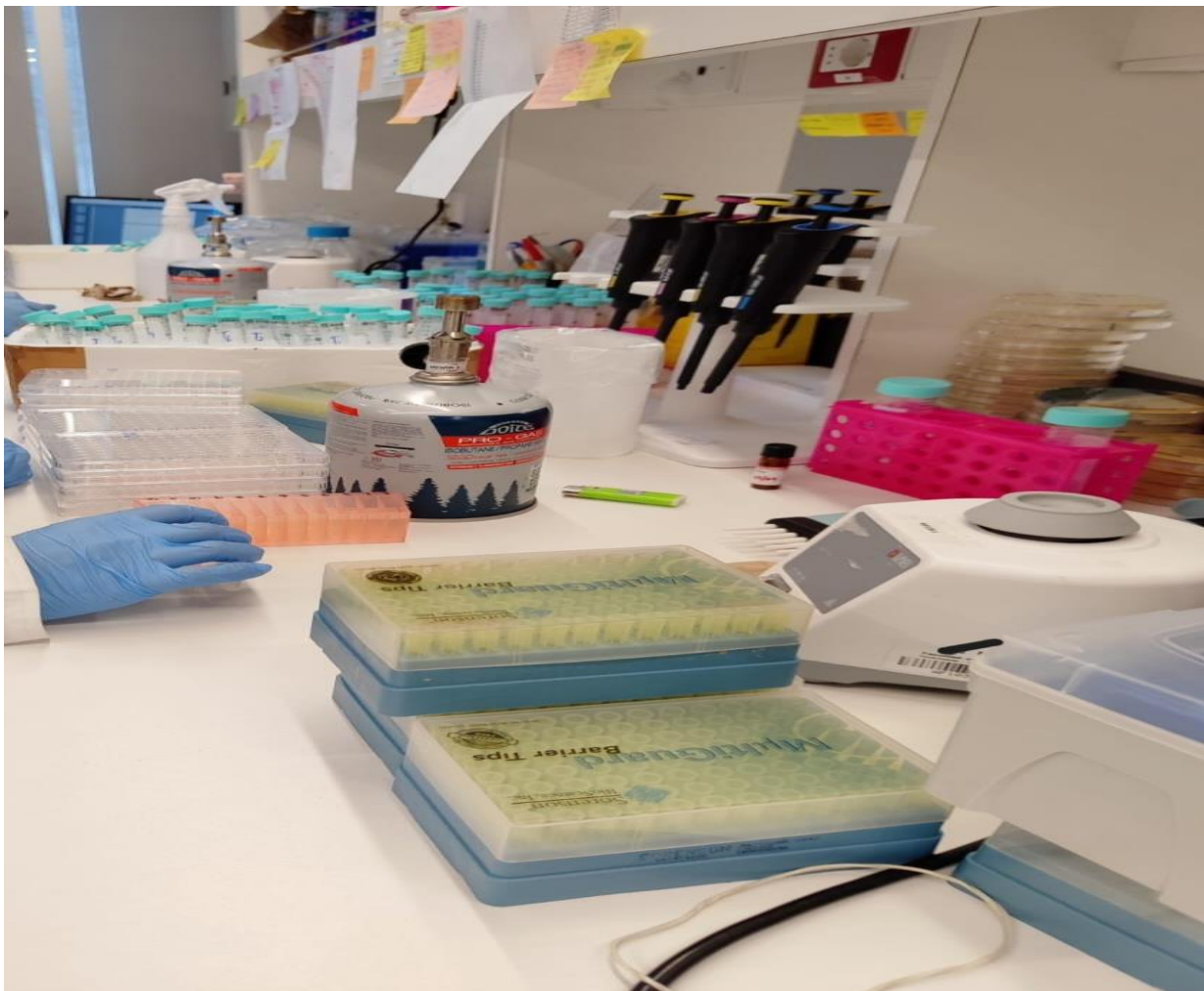
4.1. La experiencia de la ambigüedad

Cuando Vicente me dijo que la incertidumbre estaba en todos lados me emocioné y pensé que, por ende, el terreno sería relativamente sencillo de navegar. Sin embargo, mi primer día fue tan emocionante como abrumador. Entré al laboratorio CI siguiendo a una de las asistentes de investigación, veía varios mesones blancos a lo largo de un espacio rectangular, equipos, instrumentos, notas y caras que no conocía. Nunca había estado en un laboratorio de investigación y todo era nuevo. Pese a que se suponía que la incertidumbre estaba en todos lados, o yo no era capaz de verla o tal vez Vicente se refería a otra cosa, pensé.

⁶ Véase anexo para revisar la pauta

Mi principal shock al llegar fue darme cuenta de que ni siquiera era capaz de nombrar las cosas que estaban encima del mesón, por lo que me costaba ver cómo lograría ver algo así como la incertidumbre en todo esto. Pero los días fueron pasando y a medida que conocía más a las asistentes de investigación y ellas me explicaban su trabajo, además de llegar a leer sobre microbiología mientras repasaba mis notas, comencé finalmente a comprender los métodos que utilizaban, sus objetivos y los problemas cotidianos que surgían en torno a estos.

Imagen 1: Mesón de trabajo, realizando microdiluciones



Fuente: Fotografía tomada por mí en el laboratorio A

En el caso de la imagen 1, por ejemplo, gracias a las explicaciones de participantes y un gran tiempo visitando tiendas de insumos de laboratorio online, ahora entiendo que el mechero sirve para generar una zona estéril, que las cajas más cercanas a la imagen guardan puntas plásticas para colocarles a las micropipetas, que son esos instrumentos negros con círculos de colores azul, amarillo y rosado y sirven para tomar bacterias o

antibióticos, y así con el resto de los elementos en el mesón, incluidas las notas. El punto autoetnográfico de esto es que no fue hasta que obtuve este stock de conocimiento base sobre el cual se trabaja en el laboratorio que pude ver los problemas y ambigüedades que surgen en el trabajo cotidiano con bacterias y antibióticos.

Por ejemplo, la ambigüedad y complicación que surge al “leer una microplaca” y establecer en qué pocillo se detuvo el crecimiento. Una microplaca es un recipiente plástico, que en el caso de las usadas en el laboratorio A contiene 96 pequeños pocillos, que se utiliza con el fin de establecer la concentración mínima de un antibiótico a la cual se inhibe el crecimiento de una bacteria (MIC por sus siglas en inglés). Para esto, la microplaca debe ser rellenada cuidadosamente con bacterias y antibiótico (ambos en forma líquida). De este modo, el resultado es una microplaca con líquido en cada uno de esos 96 pocillos, y la única rotulación que estas tienen son las concentraciones del antibiótico (arriba de las columnas en la imagen 2), y va disminuyendo hacia la derecha, y el código de la muestra (a la izquierda de las filas). Con ello, su lectura consiste en inspeccionar visualmente la placa para ver dónde deja de crecer la bacteria. Con lo que se identifica a qué concentración ya no hay turbidez en el líquido o donde dejan de haber “puntitos pequeños” en este, que podrían ser crecimiento bacteriano.

Imagen 2: Microplaca anotada por Amparo



Fuente: Fotografía tomada por mí en el laboratorio A

La ambigüedad en esto surge debido a que no todas las bacterias crecen igual. Algunas dejan “puntitos blancos” en el pocillo, mientras que en ciertos casos la persistencia de este “puntito” se le denomina “*trailing*”, lo que no cuenta como crecimiento. Observé este fenómeno y la recurrencia de esta ambigüedad en la constante consulta de una asistente con otra respecto de la lectura de las placas o la consulta de doctorantes a asistentes, o estas a investigadoras. De este modo, el resultado en una microdilución suele ser ambiguo en algunos casos y la resolución de esto pasa por la discusión con colegas del laboratorio. Uno de estos casos ocurrió cuando:

Estábamos con Angela (asistente de investigación) y Amparo (asistente de investigación) sentados frente al mesón. Delante nuestro hay varias microplacas, y ellas están pasando los resultados al cuaderno del laboratorio. Mientras siguen pasando los resultados Alejandra (doctorante) se da vuelta del mesón a nuestras espaldas para mostrarle una microplaca a Amparo y decirle “aquí ¿qué diríai? Y en la D también. Es que ese punto no sé qué hacer”. “Pa’ mi ese punto es más grande que trailing”, dice Amparo luego de colocar la placa a contraluz. “Pero en

el CLSI⁷ ‘mosquito’ (haciendo referencia a lo que ve en ese pocillo) no es crecimiento, se supone que es contaminación”. Amparo se da vuelta y vuelve a pasar los datos, mientras Alejandra atrás nuestro se puede escuchar haciendo leves gruñidos y luego expirando “no sé qué hacer”. A lo que Amparo se vuelve a dar vuelta brevemente para decir “ya, pero ¿la Amanda (investigadora) dijo que no era crecimiento? Si es así, yo lo mantendría así” (nota de campo 1, laboratorio CI).

Este problema con el *trailing* se repitió otro día que Angela estaba leyendo microplacas con Amparo y un día anterior a estos cuando Alejandra me contaba de los resultados de sus placas. Además, es usual ver a asistentes compartirse placas para corroborar resultados de bacterias que son “hueviadas”, como la “PAE” (*Pseudomona aeruginosa*) que, como Alejandra nos comentó revisando microplacas con Amparo, se le suele adelantar en las concentraciones de antibióticos “cuando no debería”.

En este contexto, la nota autoetnográfica de que solo fui capaz de notar estas ambigüedades una vez que obtuve cierto conocimiento base sobre el trabajo que se realizaba en el laboratorio, cobra relevancia. En principio puede parecer obvio. Después de todo sabemos que el conocimiento tácito es clave a la hora de llevar a cabo el trabajo científico cotidiano (Polanyi, 1966; Garfinkel, 2022). Sin embargo, esto es sugerente porque muestra no solo que el descubrimiento y trabajo científico descansan en dicho conocimiento implícito, sino que la experiencia de la falta de claridad o ambigüedad se hace posible con este. La ambigüedad surge: (1) en base a todo el conocimiento previo; y (2) debido a los elementos esperados que ese conocimiento hace posible. En el caso del *trailing*, este hace ambigua la lectura, por el hecho de que es esperable que un “puntito blanco” sea crecimiento bacteriano usualmente. Es el quiebre de esa expectativa y la necesidad de reajuste por medio de la corroboración colectiva lo que genera y resuelve la ambigüedad, no estrictamente la falta de conocimiento o la percepción de esta. Lo que es más claro si es que se toma en cuenta que incluso “sabiendo” lo que es el *trailing* es posible ver a las participantes discutir sobre si un “puntito” es crecimiento o no, lo que como se dijo antes, depende de la bacteria y antibiótico con la que se trabaje.

⁷ El Clinical & Laboratory Standards Institute Guidelines (<https://clsi.org/>)

Es más claro aún que la ambigüedad no se produce exclusivamente por la falta de conocimiento cuando se nota que esta es resuelta consultando a Amanda. En esta situación, las asistentes “saben” qué es el *trailing* porque lo han visto antes y lo han revisado en el CLSI, y entienden que probablemente lo que tienen en frente sea un caso de esto. Pero la ambigüedad es resuelta solo cuando se consulta a una investigadora. Alguien que posee un rol distinto dentro del laboratorio, y que, de hecho, se encarga de aconsejarlas y monitorear sus avances. Aquí, un escéptico podría sostener que Amanda resuelve la ambigüedad porque tiene más conocimiento del asunto gracias a su experiencia como investigadora con doctorado. Sin embargo, esto se debe descartar en la interacción descrita puesto que el fenómeno del *trailing* es encontrado al mismo tiempo por Alejandra y Amanda unos días antes del fragmento mostrado arriba. De hecho, es Alejandra quien, según lo que ella me cuenta, por primera vez le muestra este fenómeno a Amanda para consultarle por la interpretación de una microplaca. Al hacer esto, Alejandra me cuenta que la investigadora consultó el CLSI y le explicó sobre el *trailing*, pero que ella antes también hubiese contado eso como crecimiento. De este modo, cuando en la nota de arriba hablan de consultar a Amanda, tanto ella como la investigadora “conocieron” y manejan el fenómeno del *trailing* de forma similar. Pero es solo Amanda como investigadora quien tiene el poder de zanjar la ambigüedad.

Esto parece dar una primera clave respecto de la experiencia de la ambigüedad en los resultados de los procesos del mesón del laboratorio CI: esta es el resultado del desapego de los resultados a lo que esperado de estos debido a la experiencia y conocimientos previos.

Ahora, dado el objetivo de la tesis cabe preguntarse ¿por qué es relevante hablar de la ambigüedad? Para responder esto, hay que tener en cuenta que un requisito metodológico del trabajo de campo consistió en no asumir las formas que toma la incertidumbre en el terreno, debido a que esto es precisamente una de las cosas que se quiere estudiar. De este modo, pese a que es posible definir las interacciones antes descritas como casos de incertidumbre diagnóstica (Star, 1985), el ejercicio de esta tesis va más allá de eso. Siguiendo este requerimiento, en lo que sigue trataré de mostrar que, si bien es posible distinguir la experiencia de la ambigüedad de la incertidumbre, esta última surge de la repetición de la experiencia de la ambigüedad, y otras, en el trabajo científico cotidiano. Sobre esto se argumentará que la incertidumbre tiene una estructura formal que es implícita a lo que la sociología de las ciencias ha descrito en su tipología

(Star, 1985; Roth, 2009; Pickersgill, 2011, 2016; Hollin, 2017; Fochler & Sigl, 2018), pero no corresponde a la definición de esta como falta de conocimiento (Han et al., 2011, 2019; Hillen, 2017). Para ello, la siguiente sección tratará de definir de mejor manera el objeto etnográfico que se busca describir.

4.2. La bestia del trabajo en resistencia a antibióticos

Tuve la oportunidad de entrevistar a Vicente alrededor de un mes luego de haber terminado de hacer observación en su laboratorio. En la entrevista hubo un momento en que Vicente comenzó a hablar del “problema” de la resistencia a los antibióticos y posibles soluciones a este. Conversando, me percaté que él hacía constante alusiones a lo que sabemos y no sabemos actualmente. Al notar esto, le resalté su mención a lo que no sabemos y decidí preguntarle sobre qué otras cosas no hay conocimiento que a él le gustaría tener. Frente a esta pregunta él me dijo lo siguiente:

“Uuuf es que hay miles po’. Desde, por ejemplo, ¿qué determina que una bacteria se haga patogénica o no? ¿Qué provoca una infección o no? ... Ni siquiera sabemos cómo usar bien los antibióticos. La mayoría de las veces las dosis de antibióticos que usamos son dosis que están aprobadas en estudios clínicos, pero que no necesariamente son las dosis optimizadas para evitar resistencia. No sabemos cuántos días usar los antibióticos. Cada vez tenemos más claro que necesitamos al parecer muchos menos días de lo que todos nosotros creemos. O sea, yo diría que *la incertidumbre está a tantos niveles que me cuesta mencionarte*. Porque es a todo nivel, desde qué antibiótico usar, por cuánto tiempo usarlo, en qué dosis usarlo, si tenemos que combinarlo o no, cómo disminuimos el riesgo de resistencia. Hay muchas, muchas cosas que no sabemos” (itálicas añadidas).

De esto podría desprenderse que Vicente, que es el director del laboratorio y divide su tiempo en el trabajo clínico como médico infectólogo e investigador, asocia el “no conocer” a la incertidumbre. Ahora, al seguir discutiendo esto pensé en la relación que se había generado por un lado entre el problema de la resistencia y sus soluciones, y el “no conocimiento” y la incertidumbre, por el otro. Por lo que decidí conversar esto con Vicente y preguntarle si es que entonces cuando él me hablaba de incertidumbre la entendía como la falta de conocimiento respecto a ciertos asuntos o la incapacidad de resolver ciertos problemas relacionados a los antibióticos. A lo que él me respondió:

“Hay muchos (problemas) que no podemos resolver porque hay incertezas que son inherentes a todo lo que hacemos. O sea, te digo, ¿ya, ¿qué tenís? Pa’ ver si tenís una infección bacteriana. La mayoría de las infecciones bacterianas tienen fiebre. Pero ¿hay infecciones bacterianas que no tienen fiebre? Sí. Además, hay fiebres que no son bacterianas. Entonces, ¿qué más le ponemos a este puzzle? Después tengo este examen físico, después tengo este laboratorio. Y vas armando literalmente algo que parece una vaca. Pero cada una de esas cosas tiene la misma incertidumbre que tiene la fiebre. Ahora cuando las vas juntando, tu incertidumbre se va disminuyendo, porque es menos probable que tenga oreja de vaca, tenga cola vaca, diga mu, y además haga caca como vaca. Ya puta, podría ser una cebrá, puta sí, pero ¡está más difícil! Entonces, va disminuyendo tu incertidumbre, pero nunca, nunca, nunca tenís la vaca completa. *Entonces, a eso me refiero con incertidumbre, de ni siquiera las cosas que no sepamos. Es la naturaleza de la bestia.* Cada una de las cosas, de los exámenes que tenemos, siempre tienen un margen de error” (cursiva añadida).

De esta interacción puede verse que Vicente explica la incertidumbre a partir de la metáfora de una vaca y una bestia. La incertidumbre tiene la estructura de esta vaca que no vemos en su completitud, sino que vamos armando de a poco con rastros que va dejando, pero, pese a juntar todos estos, nunca alcanzamos la certeza completa de su identidad. De esto cabe destacar que él parte asumiendo que es una vaca porque tenemos el resto de los elementos alrededor, tal que al recolectarlos asumimos esto. De este modo, la inferencia que realiza es similar a lo que llamaríamos una *gestalt* (Polanyi, 1966; Lakoff & Johnson, 2008), en el sentido que percibimos implícitamente la vaca como un todo diferente de sus partes y hasta anteriores a ellas, pese a que la identificamos como vaca debido a sus partes. Lo mismo vale para la identificación de una infección bacteriana. Vicente infiere una infección por medio de los síntomas que la componen, pero la infección bacteriana se asume como el todo que de hecho explica los síntomas. Siendo la incertidumbre la experiencia de la posibilidad siempre presente de errar en dicha inferencia debido a la “naturaleza” de la situación.

Lo que lleva a la aclaración de que la incertidumbre ni siquiera es lo que no sepamos, sino “la naturaleza de la bestia”. A su vez, eso enseguida refiere a cada una de las cosas que se hacen en el trabajo, en tanto estas siempre tienen un margen de error. Es ese salto de los síntomas a la infección (las partes a la vaca), lo que siempre admite error.

Y más aún, no es solo que esta posibilidad se repita en diversas situaciones, sino que para él es la “naturaleza” de su trabajo. Puesto que dicha inferencia es el resultado de una serie de prácticas sucesivas en las que consiste su trabajo. De modo tal, que la incertidumbre se utiliza para calificar la experiencia del trabajo clínico, que “naturalmente” te enfrenta a la posibilidad de errar. Lo que indica que la incertidumbre también se experimenta como una *gestalt*: esta encuentra su forma por medio de cada inferencia situada en una interacción clínica particular, pero es ahora la incertidumbre la que explica la posibilidad de error de dichas inferencias.

Como dice Vicente, lo que no sabemos es inmenso. Y la experiencia de ese no saber y las dificultades asociadas a este van a la par con la experiencia de lo incierto, por lo que se vuelven ubicuas. Esto ha sido reconocido con anterioridad en la literatura sobre el trabajo clínico y científico cuando muestra los elementos que generan incertidumbre y cómo se trabaja con ella (Fox, 1980; Star, 1985; Timmermans & Angell, 2001; Roth, 2009; Nowotny, 2015). Sin embargo, esto no es suficiente para explicar la forma en que Vicente describe la incertidumbre desde la continua posibilidad de errar en su trabajo. Si bien esto, en algunas situaciones puede tener que ver con falta de conocimiento, perfectamente puede deberse a otros elementos. Esta experiencia *gestáltica* es lo que responde a la pregunta de la tesis, y esto es lo que se describirá en esta etnografía.

Aquí se podría argumentar que es solo Vicente quien experimenta la incertidumbre de esta manera, sin embargo, sostengo que esta experiencia y los elementos que la componen es compartida en los sitios de observación. A continuación, trataré de mostrar esto sustentándome en las observaciones de las dudas, ambigüedades y problemas que los participantes de mi tesis enfrentan en su trabajo cotidiano con microbios, instrumentos de laboratorio, antibióticos, colegas de trabajo, relaciones entre organizaciones y una tendencia nacional y global al aumento en la resistencia. Esta es una etnografía que busca explicar la experiencia de la incertidumbre como *gestalt*, pasando de lo microbiológico hasta la escala industrial de la resistencia a antibióticos.

4.3. Entre tres laboratorios trabajando con resistencia

Los tres laboratorios que visité tenían objetivos y formas de organizar su trabajo diferente. Como mencioné, el laboratorio CI tiene una jornada laboral de trabajo a la cual todos asisten, e igual el laboratorio CA, pero no el R. Por otra parte, si bien los laboratorios CI

y CA trabajan gran parte del tiempo realizando tests de susceptibilidad antibiótica, lo que pude observar del R es que el trabajo con bacteriófagos implica técnicas distintas a la de los laboratorios anteriores. Esto se refleja en otro hecho importante, que es que tanto el laboratorio CI como CA trabajan guiando gran parte de sus técnicas por el CLSI. Este consiste en un manual de alrededor de 300 páginas que se actualiza anualmente y que tiene guías para el trabajo con test de susceptibilidad y testeo de mecanismos de resistencia antibiótica. A diferencia de esto, dado que este no trabaja con muestras de pacientes, el laboratorio R trabaja con protocolos de investigadores que o bien han sido publicados en papers o bien han sido “traídos” por investigadoras que trabajan en el laboratorio. Pese a estas diferencias hay elementos relevantes que los hacen comparables en el marco de la tesis. A continuación, describiré cada uno de los sitios y estableceré los puntos de comparación que guiarán el resto del análisis.

4.3.1. Laboratorio CI

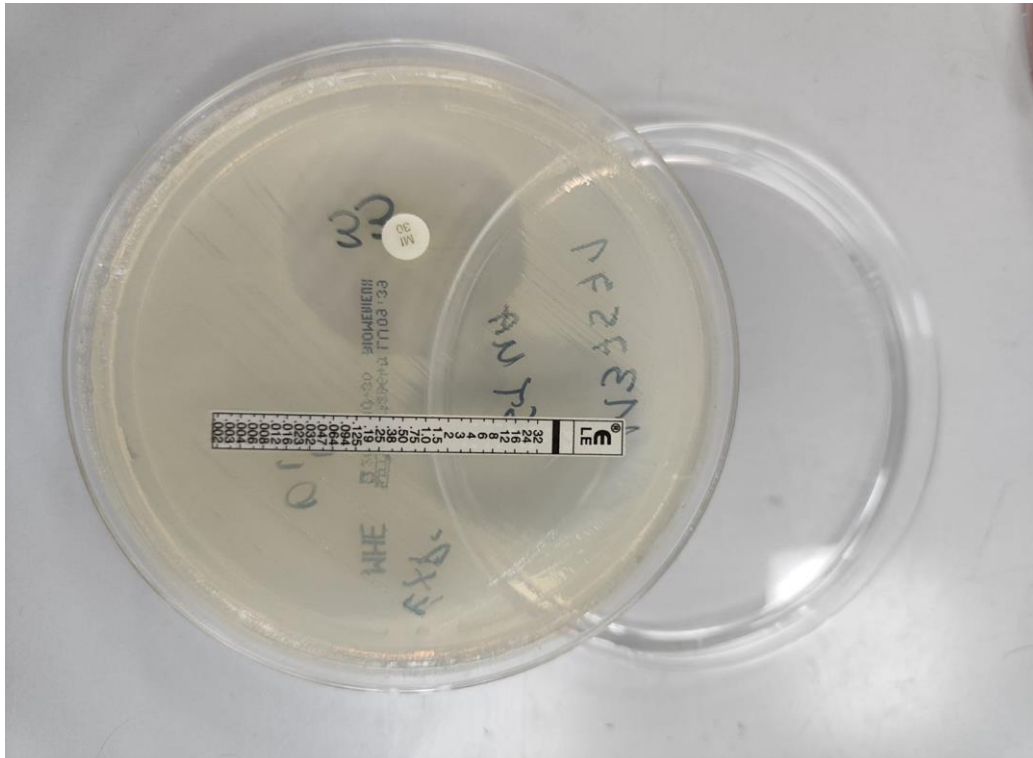
El laboratorio CI se encuentra en el piso -1 de uno de los Institutos de la Universidad. Llegando, una puerta de cristal con un identificador y citófono te separa de la entrada al laboratorio, frente a la cual hay un mesón de cocina con un microondas, un lavaplatos, varias tazas, y adyacente a mano izquierda un largo mesón blanco rectangular y alto para tomar desayuno o almorzar. Si se continúa pasada la entrada hacia la derecha, uno se encuentra un largo pasillo. La primera puerta que se puede divisar corresponde a la del laboratorio central, pero luego hay una serie de oficinas de investigadores que se ven completamente desde fuera, y de las cuales se puede ver en gran parte el laboratorio central porque todo es de cristal. El laboratorio central tiene una forma rectangular con un pasillo que recorre todos los mesones y salas. Hay alrededor de cinco mesones blancos largos, en los que caben entre dos a tres personas trabajando, y se disponen perpendicularmente al pasillo principal. Al final de cada mesón, hay un pequeño escritorio donde se divisa un computador o notebook, donde se registran resultados o se trabaja en proyectos. Por encima de los mesones hay estanterías donde se guardan carpetas, todas llenas de *post-its*. Y es usual ver los mesones como se ve en la imagen 1, lleno de placas, micropipetas, y otros instrumentos para trabajar.

En mi primer día en el laboratorio, una de las primeras cosas que me explicaron sobre su trabajo es que este está dividido entre lo que llaman trabajo de “rutina” y de

“investigación”. Esto me lo hizo notar por primera vez Ale, a quien le pregunté si es que los mesones tenían a personas asignadas, pero me respondió que en realidad los mesones del laboratorio se separan por trabajos, aunque sí suelen repetirse las personas en estos por dicha razón. Con lo que los primeros mesones se dejan para rutina, en los que principalmente se caracteriza todas las muestras que llegan al laboratorio. Luego están los mesones de investigación, en que se trabaja según proyectos. En general, como me dice Ale, “se busca establecer qué es lo que está pasando en aquellas cepas que se envían de laboratorios, pero se encuentra que no son resistentes por los motivos que se creían”. Así, a partir del trabajo de investigación, todos los viernes hay un *labmeeting* a las 14 horas para presentar avances de lo que se ha hecho en algún proyecto, discusión de algún paper, o presentación de colegas de otros laboratorios para posibles colaboraciones.

El trabajo de rutina consiste en una serie de procesos para establecer el perfil de susceptibilidad de las muestras que van llegando. Usualmente esto consiste en realizar “*e-tests*” y “*Kirby-Bauer*” (o discos). El primero consiste en el “sembrado” de una placa con bacterias y la posterior colocación de una tira de antibióticos rectangular en ella, para ver cómo esta inhibe el crecimiento de la bacteria. Lo cual entrega una categoría (resistente, susceptible o intermedio) y una concentración a la cual se inhibe la bacteria. Para el segundo, se realiza el mismo tipo de “sembrado”, solo que luego se colocan “discos” de antibióticos en la placa. A diferencia del e-test, este método solo entrega una categoría. La Imagen 3 a continuación muestra una placa que tiene ambos métodos, aunque en otro laboratorio.

Imagen 3: Placa sembrada con disco y e-test



Fuente: Fotografía tomada por mí en el laboratorio CA

El círculo blanco en la imagen 3 contiene antibiótico y debido a su forma se le llama disco, mientras que la tira rectangular es otro antibiótico y corresponde a un e-test. En la placa de la imagen se puede apreciar que hay una especie de jalea que tiene rayas. Ese es un medio con agar⁸ sobre el cual se “siembran” las bacterias. En este caso, las rayas blanquecinas con tonos de amarillo que se ven en el agar son crecimiento bacteriano. Con ello, los halos que se generan alrededor del disco y el rectángulo son producto de la inhibición del antibiótico. Así, para ver los resultados de estos métodos, se debe medir el diámetro que genera el disco y ver la concentración (esos son los números) en la tira rectangular donde la bacteria deja de crecer. Lo primero es posible realizarlo contra la mesa, sin embargo, lo segundo usualmente se inspecciona a contraluz, puesto que en el e-test se debe buscar el punto en el cual a ambos lados de la tira dejan de crecer las bacterias. Lo que en ocasiones puede dificultarse si es que un lado crece “más arriba” que otro.

⁸ Una sustancia, que también se ocupa en cocina como agente solidificador

Como mencioné, el trabajo de investigación varía según los proyectos. De estos, pude observar el trabajo de Ale y Amparo. Mientras la primera buscaba estudiar la resistencia de una bacteria a un nuevo antibiótico que todavía no ha llegado a Chile, Amparo pasaba la mayor parte del tiempo que la observé en un estudio de comparación de métodos de susceptibilidad. Por lo que ambas realizaban microdiluciones.

Este método permite estimar la cantidad mínima del antibiótico a la cual la bacteria deja de crecer (MIC). Realizar esta técnica toma un gran tiempo, entre la preparación de materiales que se requieren en el mesón (placas, tubos, micropipetas, etc.), el preparado de los inóculos con bacterias y las distintas concentraciones del mismo antibiótico. Dependiendo de la cantidad de microdiluciones que deban realizarse, esto puede tomar toda una mañana, puesto que este trabajo es realizado por una o dos personas dependiendo del proyecto para el cual se realice. Por otra parte, su realización requiere gran precisión y atención al procedimiento. La primera vez que lo observé fue cuando Alejandra me explicó lo que estaba haciendo para su tesis de doctorado y quedé sorprendido por sus movimientos y su capacidad de explicarme lo que hacía, mientras lo hacía:

En su mesón tenía una microplaca, que iba llenando con concentraciones crecientes del antibiótico y dentro de los cuales había controles: positivo que tenía la bacteria sin antibiótico, y negativo que tenía solo el medio. La idea era ir llenando 15 de esas placas y dejarlas en el refrigerador hasta mañana, para revisar que el procedimiento esté bien hecho. Mientras ella me contaba esto, tenía en su mano derecha una micropipeta multicanal, un instrumento similar a un candelabro que se utiliza para tomar líquido de múltiples pocillos con concentraciones preestablecidas del antibiótico y luego verterlas en la placa al mismo tiempo. Para esto, a la altura de su abdomen estaban las placas, a su derecha tenía una pequeña canoa plástica con la concentración de antibióticos separada por paredes internas, seguido de una caja con puntas de plástico desechables para colocar a la micropipeta. Así, con su derecha desplazaba la micropipeta hasta llegar a las puntas plásticas, bajaba su mano lento hasta colocarse encima de las puntas plásticas y con fuerza hacia abajo las fijaba en posición, luego desplazaba su brazo hacia la canoa con dilución de antibiótico y colocando la micropipeta en un ángulo de 45° para seguir la curvatura de la canoa, toma líquido, abre la tapa de la microplaca con su mano izquierda, echa la concentración y cierra la placa. Lo que

repite hasta llenar todas las columnas de ocho de la placa (nota de campo 2, laboratorio CI).

Así, cuando la microdilución está hecha y ya pasó un día para ver los resultados, todas a quienes observé en el laboratorio CI toman las microplacas con sus dos manos, las levantan por sobre su cabeza y las ponen entre esta y la luz del techo para ver a contraluz el líquido que hay en esta. En adición a esta inspección visual que busca ver la “turbidez” del líquido en los pocillos o si es que hay algún “puntito blanco”, también es posible ayudarse con un gesto que Amparo le muestra a Angela cuando esta le pregunta cómo ve la turbidez: “tenis que moverlo un poco y vas a ver la turbidez”, dice, mientras toma la microplaca, la pone a contraluz, y la golpea suavemente con la yema de sus dedos; frente a lo que el líquido dentro de ella se mueve levemente.

Todo esto es relevante en el marco de la tesis, en tanto el ejercicio que realizan las participantes al interpretar los resultados de sus placas descansa en una suposición clave: que lo que ven en la placa es el resultado del antibiótico y no otra cosa. Esto es un logro de su trabajo, lo que es reconocido por ellas, y será abordado en otra sección. Ahora, lo que este logro y supuesto permiten es la inferencia clave de su trabajo: que es el antibiótico lo que inhibe la bacteria hasta tal punto, lo que a su vez me permite categorizarla como resistente, susceptible o intermedia. Esta inferencia causal implícita del trabajo de laboratorio es una de las claves comparativas que se seguirá. Y en lo que sigue mostraré que esta se repite en los demás sitios, pese a otras diferencias.

4.3.2. Laboratorio CA

Este laboratorio de microbiología es parte de la red de salud de la Universidad donde también se encuentra el laboratorio R. Este se encuentra en el tercer piso y para entrar se debe tener tarjeta o bien tocar un citófono para identificarse, posición en la cual hay una cámara para ver a quien habla. Al pasar por la puerta un largo y estrecho pasillo te lleva derecho hacia la oficina de la doctora Antonia. Adyacente a ella está la oficina de recepción. Doblando al final de este pasillo a la derecha se puede llegar al laboratorio central. Este tiene una forma más cuadrada que el laboratorio CI y a simple vista se ve un poco más pequeño o compacto.

En este laboratorio los mesones también están divididos según tareas que se realizan, sin embargo, estas no se dividen entre “rutina” e “investigación”. Como me explicó Luis (doctor que trabaja en administración del laboratorio) respecto del flujo de trabajo del laboratorio, este comienza cuando llegan muestras. Estas, llegan sembradas y se dejan en los mesones correspondientes, o llega la muestra para “empezar a trabajarla acá”. Con esto listo, los cultivos comienzan su recorrido en el laboratorio y se trabajan, dependiendo del tipo de muestra, a 24, 48 y 72 horas, o incluso hasta 20, 30 o 60 días desde su llegada.

Así, me describe Luis, hay una parte donde se hace susceptibilidad, otra donde se “firma” los resultados de susceptibilidad y se envía el informe final al paciente, otra donde llegan las placas para hacer diagnóstico (a las 24 horas) de si es patógeno o no, luego las tareas que surgen de las placas (si hay que repetir un sembrado, aislar una bacteria, etc.), la lectura de test (como discos e e-test, discos, entre otros) e identificación bacteriana, el pesaje de antibióticos⁹, el uso de MALDI-TOF que es una máquina para identificar bacterias, y la preparación de medios. Separado de este flujo están los urocultivos y hemocultivos. Los primeros se separan por tipo de muestra debido a la cantidad de estas que reciben (500 muestras de todo tipo y 500 aproximadamente solo de orina). Para los segundos se sacan varios tubos de sangre en el hospital de origen, se meten a una máquina y esta pitea frente a la presencia de co2. Lo que “teóricamente” (Luis hace el gesto con las manos de las comillas con las manos cuando me explica esto) indica que está positivo y tiene bacterias en la sangre. Estas muestras se consideran una prioridad porque se asume que si son positivas ese paciente tiene una sepsis lo que es una condición de emergencia, por lo que son las que se revisan con mayor prisa y se tiene mayor precaución en su reporte.

En las dos semanas que estuve en el laboratorio CA tuve el tiempo para estar toda una mañana en cada uno de estos mesones descritos por Luis. El trabajo de susceptibilidad se realiza de dos formas: por microdilución en agar (o “cathra” por el nombre de la marca de la máquina que se ocupa) o por *Vitek*, que es un método automatizado de testeo.

⁹ Droga llega en polvo y debe ser pesada y luego preparada para su uso, todo para lo cual hay un protocolo pre-establecido dentro de la red de salud

La microdilución en agar se realiza en una placa circular, como las que se usan para sembrar bacterias. El cathra es una máquina metálica que se abre hacia arriba, tiene un lugar para apoyar la placa, para cerrarla y dejar que una serie de 36 puntas ordenadas en forma circular pinchen el medio de la placa. Esas 36 puntas se “cargan” con 35 bacterias y la primera punta se mancha con tinta china. Esto se hace, me explica Juan (TENS), para reconocer cuál es la primera posición de la placa. Lo que es relevante dado que esas 35 bacterias corresponden a 35 pacientes, por lo que su posición en la placa circular se debe mantener a la hora de ver los resultados. De este modo, al día siguiente la lectura de esta placa se realiza abriendo el cathra, colocando la placa en un lugar donde se enciende una luz que permite una mejor visualización, y se busca aquellos puntos donde haya crecimiento bacteriano. En este caso, dado que el medio contiene antibiótico, si es que hay crecimiento, significa que la bacteria es resistente a la concentración con la cual se preparó esa placa. Lo que es anotado en un computador que se encuentra a la derecha del cathra.

De este modo, pese a que la técnica para hacer susceptibilidad es distinta, la forma de lectura que tiene es similar a la descrita en el laboratorio A. Se busca identificar el momento en que crece (o no) una bacteria. Por ende, la suposición clave de que lo que crece se debe a su relación con el medio con antibiótico y la habilitación a la inferencia de que el antibiótico inhibe a X concentración es la misma que en el laboratorio A.

Respecto del resto del trabajo, hay tres lugares donde se realiza identificación de bacterias: en el mesón de orinas, el mesón diagnóstico, y el de complementario donde se chequea lo que se hizo en diagnóstico después de un día y se interpretan otros tests. El principal trabajo consiste en la identificación de la bacteria que está crecida en la placa (o placas) del paciente y establecer si esta es patógena o parte de la microbiota normal. Para hacer esto, todos los mesones cuentan con un computador y un lector de código de barras, que lee un código pegado a la placa y contiene la solicitud de examen que se le hizo al paciente. Por lo que se tiene información personal de este, antecedentes de exámenes de laboratorio si los tiene, lugar de extracción de la muestra y perfil de susceptibilidad si ya se la ha hecho. Una vez se identifica la bacteria, se abre un programa de la red de salud en la cual se rellena la información de la bacteria que se ve. Lo que automáticamente va generando un informe que se le entrega al paciente una vez esté listo.

Imagen 4: Placas de mismo paciente



Fuente: Fotografía tomada por mí en el laboratorio CA

La imagen 4 muestra una fotografía de dos placas de un paciente que tome cuando estaba observando el trabajo de Pamela en el mesón de complementario. Antes de tomar la foto, Pamela había tomado las dos placas de este paciente, de un montón que tenía en el mesón, las pasó por el escáner para abrir su hoja en el programa, pero antes de verla, abrió cada placa por menos de unos 30 segundos en total, las cerró, me miró a mí y a Gael (pasante de infectología que llegó la misma semana que yo), sonrió un poco y nos explicó lo que vio en esos 30 segundos. El paciente tiene crecimiento de dos bacterias en el agar sangre (el de la izquierda en la foto), lo que se ve porque hay dos morfologías distintas creciendo en esa placa (hay unos puntos un poco más grandes y claros, y otros más pequeños y opacos). En el agar chocolate (el de la derecha en la foto) se ve una sola bacteria que es la misma que creció en mucha menor proporción en el agar sangre y alrededor de la otra bacteria. Esto indica que en el agar chocolate hay una “*Haemophilus*”

y que en el agar sangre hay un caso de “satelitismo”. Usualmente, el *Haemophilus* solo crece en el agar chocolate porque en este es una variante del agar sangre en el cual los glóbulos rojos han sido lisados, lo que permite que el *Haemophilus* pueda crecer en ese medio puesto que requiere algo que lise los glóbulos rojos. Ahora, hay algunos casos, como el de la imagen en que hay bacterias que logran crecer en ese medio y lisar los glóbulos rojos presentes, lo que permite que el *Haemophilus* crezca alrededor de estas. De ahí el nombre satelitismo.

En este trabajo de identificación bacteriana y patogenicidad también hay una serie de procesos que deben cumplirse y ser correctamente realizados para que la placa pueda ser interpretada. Más allá de esto, pese a que en este caso la inferencia no versa sobre la relación entre un antibiótico y una bacteria, la estructura de la inferencia está ahí al igual que en el caso de las pruebas de susceptibilidad: es la bacteria que identifiqué, y no otro elemento contaminante, la que genera este patrón visual en la placa lo que a su vez me permite identificarla como X.

4.3.3. Laboratorio R

El segundo laboratorio que visité fue el R, sin embargo, lo presento aquí puesto que es el que más difiere de los otros dos. Este laboratorio está en el tercer piso de la Escuela de Medicina Veterinaria. Al entrar hay una gran sala de estudio con mesas, sillas y una cocina para estudiantes de posgrado. Pasando por esta, a mano izquierda de la entrada, está la puerta para entrar al laboratorio central. Dado que este es de la Escuela de Medicina Veterinaria, es compartido por varios investigadores de distintas áreas. El grupo al que observé trabaja con la directora de la Escuela.

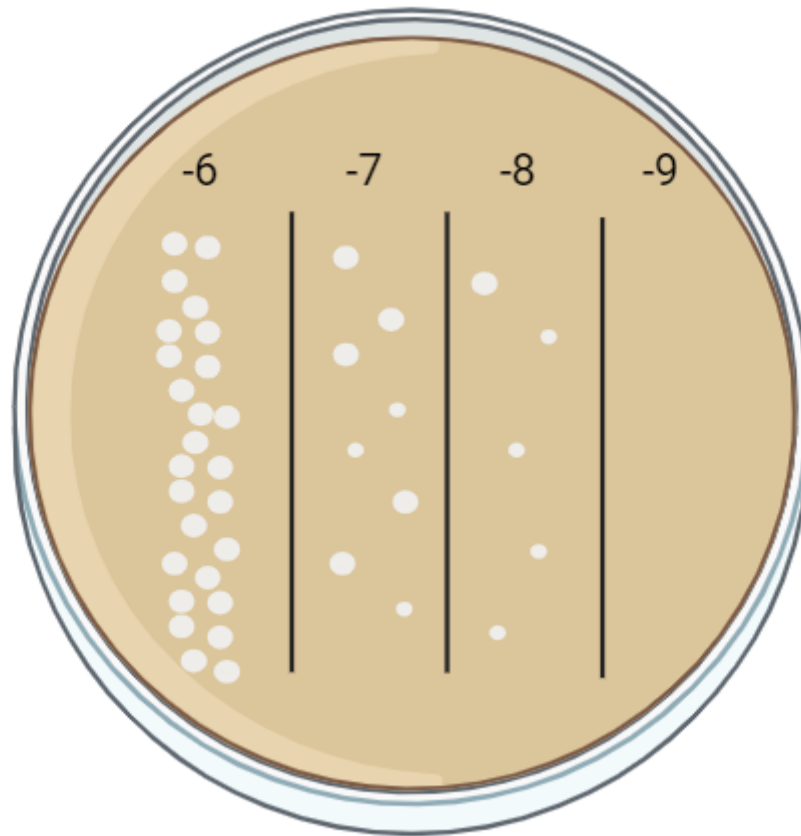
El laboratorio R es el más grande de los que visité. Al entrar a este hay un pasillo que se extiende por varios metros y da a varias puertas hacia la derecha. En cada una de ellas hay una habitación con elementos distintos requeridos para el trabajo. Hay una habitación con un autoclave, que es una máquina que sube a altas temperaturas y sirve para preparar medios y esterilizar otras cosas. Hay otra con centrifugas y otra con refrigeradores a -60° para guardar las bacterias. El laboratorio central se encuentra ingresando a mano izquierda, y si bien es el más grande que visité, el sector del grupo de trabajo que observé es más bien reducido. Este grupo trabaja con bacteriófagos y tienen un mesón, donde caben dos personas sentadas, dedicado solo para su trabajo. Lo que

según me explicó Pedro (estudiante de tercer año de pregrado en bioquímica), se debe a que es difícil trabajar con fagos, puesto que estos se quedan en todas partes y son difíciles de limpiar. Atrás de este pequeño mesón que está pegado a una de las paredes del laboratorio se extienden perpendicularmente otros dos mesones considerablemente más largos. En ellos los participantes que observé también trabajan, pero todo procedimiento que implique el manejo de fagos se realiza en el mesón designado.

En este laboratorio fue el que menos horas estuve, y debido a que no tiene una jornada laboral establecida, me fue difícil ver cómo se conectaban las distintas actividades que observé. Más aún, gran parte de los trabajos que pude observar aquí, son trabajos de preparación de los fagos para que cumplan con ciertas características que permitan su posterior uso en pruebas o experimentos. Este trabajo de preparación es esencial, en los otros laboratorios, pero será asunto de otra sección. Ahora, debido a esto, solo pude ver una instancia en la cual el tipo de inferencias antes descritas ocurría.

Esto fue un día que pude observar el trabajo de Ana (posdoctorante del laboratorio), que frente al mesón largo antes descrito tenía nueve placas, de las que me comentó tres son controles y el resto son para hacer un ensayo en doble agar (una placa con medio y bacteria mezclados) sobre el cual se inocula el fago. Estas placas ya estaban hechas, y lo que observaría hoy sería como ella interpreta los resultados. En este laboratorio no tuve la oportunidad de tomar fotos, sin embargo, la figura 1 muestra una representación propia de lo que se veía en una de esas placas.

Figura 1: Placa de ensayo de doble agar con fagos



Fuente: Creación propia a partir de lo visto en el campo

En el mesón, la placa tiene marcado arriba la fecha, el experimento y el nombre de la persona que lo realizó. Abajo, van marcadas las concentraciones del fago: -6, -7, -8, -9. Para ver los resultados, Ana toma la placa, la pone sobre un foco de luz led que hay en el mesón y apuntando la placa un poco hacia mí me dice “¿ves que hay dos morfotipos?”. Con un lápiz me indica dos puntos con distinta forma: “veo uno un poco más grande y uno harto más pequeño”, al último le dice puntiforme “para no darte el nombre” (del fago con el que está trabajando). En esta situación, lo que Ana hace es identificar a que concentración se leerán los resultados y luego contar la cantidad de placas de lisis que hay en ese carril. En la figura 1 los círculos representan las placas de lisis, pero a diferencia de las placas con cultivos bacterianos de las imágenes anteriores,

lo que uno ve aquí no son puntos resaltados que son “colonias bacterianas”, sino pequeños agujeros en el agar que resultan de la destrucción celular de la bacteria.

Ahora, independiente de la forma en que se selecciona qué concentración interpretar, que es algo interesante en sí mismo, lo que debe notarse es que para este caso nuevamente aplica lo dicho en los otros laboratorios. La inferencia que se realiza en esta actividad es la misma que en los casos anteriores: es el fago con el que estoy trabajando el que genera las placas de lisis que veo, y no otra cosa, lo que me permite contarlas como tal.

4.3.4 La comparación de técnicas por medio de las inferencias que permiten

Pese a las diferencias entre algunas de las técnicas, en todos estos casos se está trabajando con placas y lo que se busca es identificar algo en su crecimiento. En algunos casos el pocillo donde la bacteria deja de crecer (microdilución en caldo), en otras el diámetro de un halo (discos), el punto donde las colonias bacterianas se detienen (e-test), el lisado de un bacteriófago, o incluso la bacteria misma que está creciendo y si es patógena o no. Pese a que el objetivo pueda variar, en todas se debe asumir que hasta aquí el resto de las cosas se ha realizado bien, y que por ende puedo inferir lo que deseo inferir por medio de mis instrumentos. Por lo tanto, es en torno a este intento que las ambigüedades o los problemas de interpretación surgen: ¿es esto crecimiento en la microplaca o no?, ¿es esto una placa de lisis u otra cosa?, ¿leí bien el e-test, o en realidad está “más arriba” la MIC?, ¿es este crecimiento patógeno o no? Estas son las preguntas que surgen en los sitios y es habitual que se resuelvan corroborando con colegas del laboratorio.

De este modo, el ejercicio de descripción y comparación anterior es lo que habilitará a esta tesis ahondar en las experiencias de ambigüedad y duda antes descritas. En lugar de asumir que estas son instancias de incertidumbre científica, que sería un error metodológico, trataré de mostrar que es sobre la repetición de estas experiencias en el trabajo cotidiano que la incertidumbre surge y se reconoce explícitamente.

En las siguientes secciones se abordarán los procedimientos que hacen posibles la interpretación de resultados de las técnicas hasta aquí descritas y se mostrará qué pasa cuando hay un quiebre en esa cadena de procesos hasta llegar a la inferencia deseada. Ahora, una cosa que hasta aquí ha sido implícita, pero quedará más clara en lo que sigue

es que las inferencias descritas no son el resultado del “cerebro de un individuo”, sino que son el logro de una red de elementos entrelazados entre sí, incluyendo bacterias, medios, fagos, antibióticos, personas con funciones particulares, instrumentos, y otras organizaciones. Esta es probablemente una de las lecciones más relevante de los estudios de ciencia y tecnología, y se mantiene cierta para los casos aquí estudiados.

4.4. La cadena de producción de certeza

¿Qué tiene que haber pasado antes para poder ver los resultados de un cultivo bacteriano como los de la imagen 4? O los resultados de una microdilución, o una placa con fagos. Hasta aquí he descrito algunos de los productos que los tres laboratorios generan, analizan y reportan. Sin embargo, antes de llegar hasta este punto hay una gran cantidad de trabajo que debe ser realizado. Y debe ser correcta y precisamente realizado para poder obtener resultados válidos. E incluso cuando esto ha sido así, errores ocurren y los resultados son puestos en cuestión posteriormente. No todos los laboratorios organizan este trabajo de igual manera, pero los tres lo hacen y quienes lo realizan explican que este es un trabajo sumamente relevante para la operación de todo el resto de las cosas que uno ve en el laboratorio.

Este trabajo es llevado a cabo por dos personas del laboratorio CI que se encargan todos los días de preparar medios de cultivo sólido en placas o líquido en botellas, de preparar tubos con algodón para hacer diluciones, y de esterilizar y guardar todos los instrumentos que se ocupan en el laboratorio. Ruth y Felipe son quienes se encargan de este trabajo en el laboratorio y todas las veces que tuve la oportunidad de conversar con ellos y observar su trabajo, ambos me recalcaron la relevancia de este para el funcionamiento del resto del laboratorio. Como me dijo Ruth el primer día que los vi preparando medios durante la mañana, para lo que ocupan todo un mesón de alrededor de unos 5 metros, este trabajo es “super importante porque todo esto es lo que después las chicas usan (mirando hacia el mesón repleto de placas con medio que estamos esperando a que solidifique, y los refrigeradores a nuestra espalda que tienen medio ya solidificado y rotulado para su posterior uso)”. En este caso, ella hace referencia a la preparación de placas con medios que se ocupan para “cultivar” bacterias. Sin embargo, esto es cierto de todos los instrumentos que se ocupan en el laboratorio y primero pasan por ellos.

De igual modo, incluso a este nivel de descripción hay cosas que todavía deben prepararse de antemano: las placas deben ser comparadas y recibidas, lo mismo para los medios que se compran y usualmente vienen en botellas plásticas en forma de polvo, todo lo que debe ser almacenado y ordenado. Con lo que, solo para preparar una tanda de placas en la mañana, antes Ruth y Felipe deben primero pesar la cantidad necesaria de medio en polvo que van a utilizar durante la mañana, luego mezclarlo con agua, llevarlo al autoclave para mezclarlo a elevadas temperaturas y finalmente colocarlos sobre unas pequeñas máquinas con una placa metálica circular que vibra y gira para terminar de generar un medio líquido homogéneo. Con esto ya preparado, Ruth y Felipe siguen su mañana desempacando placas y colocándolas en filas alrededor del largo mesón antes mencionado. Recién con esto, ahora ellos pueden verter el medio líquido, esperar a que solidifique y luego cuando el agar ya ha solidificado, tapar la placa y darle vuelta para que no vaya a caer líquido que se genere en la placa superior sobre el medio; lo que podría generar problemas en el “sembrado” de bacterias.

En el caso del laboratorio CI hay dos personas contratadas específicamente para estas labores, sin embargo, dado que el laboratorio R no tiene una “rutina” diaria como el CI, dichos cargos contratados no existen. Por lo que me cuenta Pedro, ellos tienen un “semanero” que es una persona que va rotando todas las semanas que está encargada de la preparación de medios y placas para todos los trabajos que tengan que hacerse dentro del grupo de investigación de fagos de la directora del laboratorio, Marcela. Ahora, en este caso, si bien el semanero se encarga de pesar el medio en polvo y colocarlo en una botella de vidrio para luego llevarla al autoclave, en este laboratorio hay solo una persona habilitada para operar dicha máquina. Así, una vez una botella de vidrio es dejada en la habitación donde se encuentra el autoclave, quien la deja debe inscribirse en una hoja de papel con la petición que necesita. Y luego durante la semana, la persona que puede operar la máquina se encargará de añadir agua, calentar el medio, mezclarlo, rotarlo y dejarlo listo para su uso.

Por otra parte, también cada una de las personas que trabaja en algún proyecto en el laboratorio suele preparar o pedir sus medios, acorde a lo que tenga que hacer en la semana. Debido a esto, las veces que pude observar el trabajo de Pedro, fue común ver a Luz (doctorante) pedirle medio líquido a Pedro para que ella pudiese trabajar en procedimientos de su tesis de doctorado.

Con esto, si bien este trabajo de preparación de medios e instrumentos también es realizado y requerido en el laboratorio R, la organización de este es distinta debido a los objetivos del laboratorio y la forma en que se organizan en torno a estos.

Finalmente, el laboratorio CA se asemeja al CI en que ambos tienen personal contratado. En el laboratorio CA, sin embargo, hay 3 personas que trabajan en una sala aparte del laboratorio central preparando medios y se van rotando sus labores para que no sean “tan tediosas”, por lo que me comentan. Estas tres personas son técnicos en enfermería de nivel superior (TENS) y pude ver como preparaban medios pesaban antibióticos realizaban test de susceptibilidad en cathra y preparaban diluciones. Todas labores realizadas en distintos lugares del laboratorio.

Para la preparación de medios, como mencioné antes, hay una sala cuadrada y amplia contigua al laboratorio central, y que de hecho se puede ver por un cristal hacia este. Allí, pude ver como María (TENS) vertía el medio líquido con antibiótico (a una predeterminada) en columnas de alrededor de 10 placas en una cuestión de tan solo minutos. Por otra parte, el pesaje se realiza en una sala pequeña en la que caben apenas tres personas, que está pasando por dentro del laboratorio central, y contiene una pesa analítica. Esta es una máquina con una pequeña placa de metal en el centro, donde se coloca la droga para pesarla, y una “lámpara” de cristal que la cubre para que el pesaje sea lo más preciso posible. Por este mismo motivo, la pesa tiene una pequeña sala solo para ella. Y como me dijo María, este trabajo es “la peor parte porque es como la ley de Murphy. Todo lo que puede salir mal, sale mal. Y si es que pasa, afecta todo el resto del trabajo”. Lo que me explica se hace aún más complicado si uno considera que en el último tiempo han tenido problemas de pago con proveedores y al trabajar con poca droga comienzan a “malabarear” con el stock disponible, tratando de evitar hasta el más mínimo error. Por último, la preparación de diluciones se realiza en un mesón de unos tres metros en el laboratorio central, para lo que tienen que utilizar un densicheck, que es una máquina donde se coloca un pequeño tubo de cristal con bacterias en medio líquido para chequear que la concentración de ella sea la adecuada para su trabajo.

Esto es todo el trabajo que tiene que ser realizado de manera correcta y precisa antes de siquiera realizar cualquier procedimiento de laboratorio para investigar o diagnosticar a un paciente. Si bien, quiénes y cómo se realiza este trabajo varía en los laboratorios de acuerdo con la forma en que organizan su trabajo en pos de sus objetivos

y recursos, lo que se busca es lo mismo en los tres sitios: que todo esté bien preparado para que luego el resto de las personas que trabajan con esos materiales puedan hacer lo que necesitan.

Ahora, este trabajo no es el único que se realiza en laboratorios para asegurar que procedimientos sean válidos. Aparte de estos, es común ver la preparación de medios de control, el uso de medidas de estandarización (para esto se usa el densicheck), y otros procedimientos para, como me dijo Angela y Amparo, tener la certeza de que el trabajo que estamos haciendo sea correctamente realizado.

Este último punto es importante porque fue observando el trabajo de Amparo que escuché por primera vez el uso del concepto de certeza por parte de un participante para referirse a algo de su trabajo. Específicamente, ella estaba utilizando un densicheck para estandarizar la cantidad de bacterias que tenía en un medio líquido, y me comentó que esto era relevante porque deben tener “la certeza de que en una microdilución las MIC se deban al correcto funcionamiento del antibiótico y no a una variación en la concentración de las bacterias debido a la falta de estandarización, por ejemplo”. Lo mismo aplica para la preparación de controles positivos (placas con medio y antibiótico) y negativos (placas solo con medio), así como las instancias en que colegas se preguntan entre sí la correcta interpretación de un resultado. Lo primero se hace para corroborar que no se haya generado contaminación, lo segundo para tener seguridad de un resultado.

De este modo, gran parte del trabajo de laboratorio, antes de cualquier experimento o prueba clínica consiste en generar la certeza de que cada paso ha sido correctamente realizado. Esto es lo que se podría llamar entonces trabajo de certeza y es fundamental en el trabajo de laboratorio. Este tipo de trabajo muestra lo que nota Garfinkel (2022): que la inferencia científica descansa en la organización de las técnicas y el trabajo que se realiza para llevar a cabo dichas inferencias en el primer lugar. Lo que indicaría que es, dependiendo de las formas en que se organice este trabajo, que la posibilidad de dichas inferencias toma lugar. Por lo que la experiencia de la duda y la ambigüedad, así como su resolución, toman forma gracias a cómo se organiza el trabajo de certeza. Este hallazgo es relevante y en este se centrará la siguiente sección

4.5. Rastreando problemas y resolviendo ambigüedades

En mi tercer día en el laboratorio R pude observar el trabajo de Ana. Como describí en la [sección 4.4.3](#), lo primero que me mostró fue las placas que tenía que interpretar, las que contenían un ensayo de doble agar. Luego de explicarme las placas que tenemos en frente en el mesón, se detiene por un momento, gira su cuerpo hacia a mí y comienza a contarme sobre el trabajo de la semana pasada. Lamentablemente, me explicó, esa semana se les había contaminado la titulación¹⁰. Al contarme esto me mostró fotos que Carolina (doctorante trabajando con ella) le había enviado al celular. En estas se podía ver que el medio de la placa de control sin bacteria se veía poco homogéneo y con mayor turbidez de lo usual, y que los medios con el ensayo tenían varios morfotipos y patrones de crecimiento irregular. Por lo que como me explica Ana, el ensayo no funcionó y no lograron contar las unidades formadoras de placas de lisis (PFU por sus siglas en inglés) con ese ensayo¹¹.

Y cuando pasa esto, me explica, “comienzas a hablar con tu colega y preguntar cómo se hicieron las cosas. Cómo trabajó, cómo se puso los guantes, el cubrebocas, como manipuló las bacterias ¿Qué salió mal? ¿Fue algo relacionado a la bacteria o al operario?”. A lo que agrega que Carolina lleva un año y medio trabajando en el laboratorio y tiene buenas prácticas, por lo que concluyeron que fue la temperatura a la que había quedado el medio lo que mató las bacterias y luego, con las bacterias restantes, se contaminó. Además, me cuenta que en un ensayo anterior los resultados indicaban el crecimiento de la bacteria en presencia del fago, lo que no era esperado. Razón por la cual repitieron el ensayo, y las placas que teníamos enfrente eran el nuevo resultado.

De esto hay que destacar dos cosas: (1) la forma en que se resuelven estos problemas conversando e interrogando; y (2) que Carolina es reconocida como alguien de buenas prácticas, por lo que estas no son cuestionadas. De este modo, cuando surge algo inesperado la cadena de producción de certezas antes descrita es puesta en cuestión, así como los individuos que realizaron dichas acciones.

¹⁰ La titulación es el proceso por el cual preparan la concentración de fagos en una botella de medio líquido que van a utilizar para el resto de ensayos o experimentos

¹¹ Esto es lo que se cuantifica con este ensayo: la cantidad de placas de lisis que se identifican

Esto que me cuenta Ana es una experiencia común en el trabajo de laboratorio con bacterias, fagos y antibióticos. Frente a un resultado inesperado lo primero que suele hacerse es consultar a un colega que esté trabajando contigo, que esté familiarizado con lo que estás haciendo, o directamente que sea un investigador a cargo del proyecto o relacionado a este. Esas preguntas que me cuenta Ana, aunque no de la misma forma, las presencié en el resto de los laboratorios, y son relevantes porque indican la experiencia de la siempre presente posibilidad del error. Este elemento que me percaté en la entrevista con Vicente es algo compartido en los sitios y en torno a este se suelen rastrear los posibles problemas o errores que pueden haber llevado a un resultado inesperado o inválido.

El caso de las microdiluciones en el laboratorio A descrito en la [sección 4.2.](#) es uno donde se experimenta una ambigüedad y esta se resuelve consultado. Ahora, el rastreo de problemas también ocurre cuando se utilizan otras técnicas, y esto también es recurrente. En mi último día en el laboratorio CI, por ejemplo, vi cómo Angela, Amparo y Jorge (investigador) estaban revisando los resultados de unas placas con discos que habían dejado del día anterior en el marco de la investigación de Jorge sobre la adquisición de mecanismos de resistencia a metales pesados generado por el terremoto del 2010 en Chile. Estaban los tres frente a un mesón de laboratorio con delantales blancos y guantes conversando sobre una placa que se había contaminado. Luego de explicarme por qué estaban revisando esa placa comenzaron a discutir qué podría haber pasado para que la placa se contamine:

Descartaron el inóculo porque utilizaron el mismo para sembrar varias placas, pero solo uno o dos se contaminaron, y descartaron el medio porque su control no estaba contaminado. “¿No será el pipeteo?”, dice Jorge en un momento”. A lo que Amparo señala que “puede ser, pero esto lo hizo la Ana, aunque con puntas sin filtro”. “Aaaah lo hicieron con puntas sin filtro. Creo que vamos a tener que hacerlo con filtro porque las pipetas, aunque las autoclaven, yo creo que deben estar más cochinas”, dice Jorge. Y, al terminar de decir esto, toma una de las pipetas que utilizaron y comienza a inspeccionarla con las manos y ojos. Con esto se percató que la pipeta estaba sucia, y sacándole una de las partes delanteras comenzó a limpiarla con una toalla nova. Luego de unos minutos Angela vuelve de buscar unas cosas en otra parte del laboratorio y pregunta qué pasó al final. A

lo que Jorge le dice que utilizaron las puntas sin filtro y que la “p200¹² es muy promiscua”. A lo que todos nos reímos. (nota de campo 3).

En esta interacción se pueden apreciar el tipo de consideraciones cuando un problema surge en el crecimiento de una placa. En este caso, que se contamine. Frente a esto, se discute colectivamente la serie de acciones que se realizaron hasta llegar a este punto, para rastrear el problema y luego cambiar este punto una vez se repita el procedimiento. En la cita, esto se puede ver en el pensamiento en voz alta de Jorge y en la solución que da una vez llega a la conclusión de que el problema es lo “cochina” que es la P200: limpiarla y volver a realizar con puntas con filtro en la pipeta. Por otra parte, nótese que aquí nuevamente se vuelve a nombrar el estatuto de uno de los actores para descartar su responsabilidad. En este caso Ana. Lo que indica que humanos, bacterias, placas, antibióticos e instrumentos son tratados de forma simétrica al rastrear el origen de un problema.

Ahora, pese a que el rastreo del problema es simétrico para estos elementos, existen motivos para culpar a uno o a otro, así como motivos para exentar la culpa. En el caso de los humanos el puesto que se ocupa en el laboratorio, el tiempo que se lleva en este, así como las buenas prácticas se consideran para descartar a estos actores. Interesantemente, Jorge utiliza el calificativo de “promiscua” para la P200 para decir que esta es muy utilizada y, por ende, acumula suciedad. Por lo que la adscripción de calificativos normativos se da no solo en las “buenas prácticas” de humanos, sino en su conjunción con los instrumentos de trabajo.

En adición, estas interacciones muestran que la experiencia de un problema, y la ambigüedad en el caso de las microdiluciones, genera más acción: (1) la puesta en cuestión a través de la discusión colectiva; y (2) la repetición de procedimientos. Lo que es similar a los elementos “generativos” descritos en el caso de la incertidumbre (Timmermans et al., 2017).

En el laboratorio CA no presencié ninguna placa contaminada, sin embargo, en este laboratorio es común ver que a un informe de un paciente le falta información o que

¹² Una pipeta. P200 denota la cantidad de líquido que puede tomar. Debido a la concentración de esta, suele utilizarse en el laboratorio

lo que crece en una placa tiene una morfología ambigua que hace difícil la identificación de la bacteria en dicha placa. Y para estos casos el mismo tipo de interacción es reconocible.

Pude observar el trabajo de Marcelo (tecnólogo médico) dos días distintos. En cada uno de estos días lo vi en mesones diferentes porque cada semana rotan los puestos de trabajo del laboratorio CA. Pese a que observé su trabajo en dos áreas distintas (el mesón de orinas y el mesón de diagnóstico), su trabajo consistía en una rutina relativamente similar: sentarse frente al mesón, ir tomando placas de pacientes que estaban amontonadas, escanear el código de estas, revisar los informes de pacientes y las placas, para luego anotar en el programa del laboratorio los resultados que él veía en la placa; todo lo que pasaba a un informe automáticamente. En estas ocasiones, durante toda la mañana que estuve con él recurrentemente colegas del laboratorio se le acercaban a mostrarle una placa con crecimiento bacteriano y preguntarle qué es lo que él creía que estaba creciendo. A lo que él les daba su respuesta, y si es que no estaba seguro les comentaba que mejor las mandaran a “MALDI” para identificarlas. Interacciones para los cuales, si bien no hay un problema como la contaminación, si hay una ambigüedad que debe ser resuelta. En estas situaciones, se identifica un crecimiento bacteriano ambiguo y la resolución a esto es la fijación conjunta de una identidad a eso que crece, no el rastreo de problemas.

Así, hay dos tipos de errores posibles: (1) que haya un error en alguno de los elementos y procesos del trabajo de certeza; y (2) que haya un problema o error de interpretación de resultados. La figura 2 muestra la estructura de esta situación. En ella puede apreciarse que la resolución del escenario (2) lleva a lo que Latour (1999) junto a otros han denominado inscripción, que es el acto de modificación de convertir lo observado en palabras, números, u otra serie de objetos manejables. En este caso, el cambio de lo que se ve en un cultivo bacteriano a las palabras o números que se pueden ver en cuadernos en el caso del laboratorio CI y R, o el informe de un paciente en el laboratorio CA. En cambio, la resolución del escenario (1) consiste en la interrogación colectiva antes descrita.

Figura 2: estructura del error en placas con crecimiento bacteriano



Fuente: Creación propia a partir de notas de campo y entrevistas

Algo que podría contrariar la estructura de estas figuras es que al observar el trabajo de Marcelo en el mesón de diagnóstico noté que él incluso aunque pudiese reconocer con cierta seguridad qué bacteria estaba creciendo en un hemocultivo, aun así, pedía en el software de la Red que se le hiciese un MALDI-TOF. Los hemocultivos, me explica Marcelo, son sencillos de interpretar porque usualmente crece solo un tipo de bacteria (porque es raro ver bacterias en la sangre). Aunque que existen casos, y al decirme esto noto que su voz se torna rasposa y sus labios más rectos, en que se ven varias bacterias y eso suele indicar que el paciente no sobrevivirá. En ese sentido, el trabajo de identificación y susceptibilidad del laboratorio es importante porque aumenta la probabilidad de supervivencia del paciente y disminuye la morbilidad. Con ello, cuando le pregunto por qué se realizan “maldis” si es que esto es fácil de identificar, me señala que en hemocultivos se necesita un “método no-humano” para identificar la bacteria, puesto que solo una puede ser dañina.

En esta situación pareciese que el trabajo anterior no es cuestionado, sin embargo, se debe notar que Marcelo sí pone en cuestión algo: su propia capacidad de identificar una bacteria comparada contra la de una máquina, en una situación en que cada hora es relevante para la vida de un paciente. De este modo, en los hemocultivos se busca evitar un posible error “humano” utilizando el MALDI-TOF. Por lo que la posibilidad de errar en la identificación de una bacteria es tomada como un escenario no deseado y por ende se pasa enseguida a una confirmación posterior.

Con todo esto, la experiencia de la ambigüedad y de problemas, así como la evasión de estos, son cuestiones recurrentes en el trabajo de los laboratorios visitados. Estas experiencias podrían decirse que siguen una estructura similar a lo que Crisosto &

Salinas (2017) denominan red de incertidumbre: una red de elementos heterogéneos que genera efectos no previstos que deben ser solucionados. En los casos descritos, la ambigüedad y contaminación son el resultado de una red de elementos heterogéneos. Sin embargo, en los laboratorios la experiencia de estos fenómenos es algo, reconocido, usualmente previsto y no refiere a un límite en la cognición humana como Crisosto & Salinas (2017) hablan de la incertidumbre en su trabajo. Por ello, es difícil sostener que estas experiencias son generadas por eventos no previstos. La ambigüedad al inspeccionar visualmente microplacas, cultivos o placas de lisis es el resultado de un elemento que rompe las expectativas de lo que visualmente se reconoce como crecimiento. Mientras que la experiencia de problemas debido a placas contaminadas es el resultado de un error en algún momento de la cadena de producción de certeza antes descrita.

Esto no significa que lo descrito por Crisosto & Salinas (2017) como incierto en su contexto de estudio equivocado, sino que los problemas y posibles errores son algo que se tiene constantemente en mente y bajo control. Esto es algo en que ahondaré en la última sección.

Por supuesto, es difícil dirimir cuando algo es crecimiento y tiene una forma poco usual y cuando es contaminación en algunos casos. Como en cuando en la nota de campo 1 Amparo le dice a Alejandra que ese punto con forma de mosquito en la microplaca es contaminación. Pero esto no quita que sea útil distinguir analíticamente entre ambas experiencias, en especial porque es común experimentarlas por separado.

Hasta ahora he hablado del trabajo de certeza y la experiencia de la ambigüedad y problemas que generan dudas. Sin embargo, la incertidumbre todavía es algo sin tematizar. En la siguiente sección me haré cargo de la tensión hasta aquí presente entre estas categorías y trataré de dar respuesta a la pregunta de la tesis.

4.6 La incertidumbre como *gestalt*

Durante todo el tiempo que estuve haciendo observación participante en los sitios de mi tesis, el único lugar donde explícitamente los participantes utilizaron la palabra incertidumbre para referirse a algo fue en el laboratorio CI. Sin embargo, el argumento de mi tesis es que la incertidumbre es algo que se experimenta como una *gestalt* y por

ello sirve para explicar el resto de las inferencias que se hacen en el trabajo de laboratorio. A continuación, mostraré por qué este es el caso.

Antes de que los participantes aceptaran a participar en mi tesis, fui a un *labmeeting* en el laboratorio CI. En este me dieron 15 minutos para presentar mi proyecto de tesis. En esta presentación hablé de cómo llegué a este laboratorio y por qué me interesaba la incertidumbre. Frente a esto, todos los presentes me manifestaron su interés de participar y me preguntaron cómo definía la incertidumbre. A lo que respondí que si bien, creía que el objetivo de mi tesis era responder a esto, la literatura ha delineado la tipología de Star (1985), que ha sido ampliamente repetida.

A lo largo del mes que estuve en el laboratorio diversos participantes utilizaron el concepto de incertidumbre para referirse a algo. Sin embargo, siempre que lo hicieron, me miraban y sonreían al hacerlo. Un ejemplo de esto se dio un día que estaba junto a Angela y Amparo registrando los resultados de unas microdiluciones en el cuaderno del laboratorio. Mientras estábamos los tres sentados y yo observaba su trabajo llegó Ana y sonriendo le dijo a Angela “confirmado, ¡son perlas! Ahora que quedó la sospecha, incertidumbre (se corrige y me mira), me dijo que estaban con mucho trabajo de otros proyectos. Por lo que no tienen tiempo para utilizar otro pellet”. Haciendo referencia a unas muestras de ADN que habían mandado a EE.UU. y ellos al abrirlas habían visto unos residuos esféricos que no sabían si era contaminación (esas son las perlas), pero que en realidad es algo normal. Y explicando que, dado que surgió la sospecha de contaminación, los de EE.UU. le comentaron que no es necesario que desde el laboratorio CI manden otras muestras (los pellets) para poder repetir el procedimiento en caso de contaminación, porque ellos en realidad no tienen tiempo para esto.

Más allá de esta interacción, en el laboratorio utilizaron el concepto para referirse a situaciones en las que es difícil decidir que antibiótico darle a un paciente, la dificultad de definir ciertas bacterias como clones, la sospecha de que un resultado sea contaminación o la naturaleza probabilística de un análisis. Esto me hizo pensar que era mi presencia, y el hecho de que había detallado tanto el tema de mi tesis, lo que inclinaba a los participantes a usar la etiqueta de incertidumbre para referirse a situaciones. De ahí esa mirada que yo interpretaba como cómplice.

Algo a notar es que estos mismos participantes utilizaron el concepto de certeza en repetidas ocasiones, sin embargo, con su uso no venían aparejadas estas miradas y

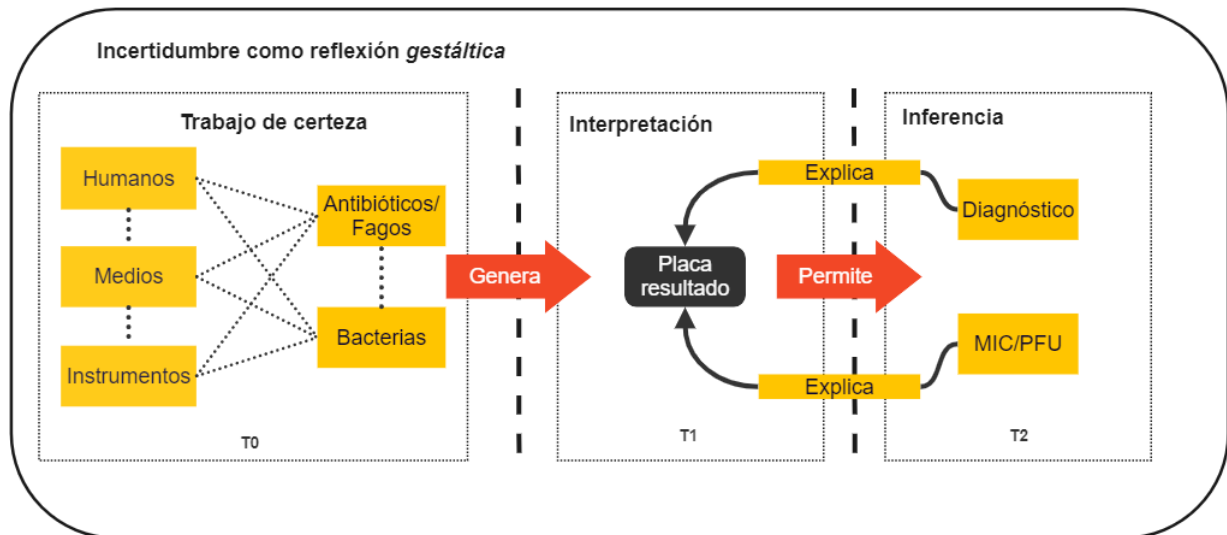
sonrisas. Un ejemplo es el citado en la [sección 4.4.](#) al hablar del trabajo de certeza, pero estas menciones igualmente fueron comunes. Una de ellas fue observando el trabajo de Angela cuando estaba utilizando una máquina que se llama “Cytation” y sirve, según me explicó, para ver qué proporción de lo que sacaron de la bacteria es ADN versus otras cosas. Sirve para ver “cuan contaminado está”, me dice. A lo que le pregunto si esto se realiza después de un procedimiento llamado cuantificación. Pero me corrige y me dice que esto también es cuantificación, solo que el “Qubit” (la máquina que utilizó en días anteriores para cuantificar) te da la certeza de estar trabajando con ADN porque trabaja con una sonda que sí o sí se une a este. Aquí (en el Cytation) ves qué otras cosas tienes en el tubo y su proporción. Aparte de esto, era usual escuchar el concepto haciendo referencia a la seguridad que teníamos de que un resultado era válido y no el resultado de un mal procedimiento anterior, así como la seguridad con el que sabemos sobre mecanismos de resistencia en la literatura. En todas estas situaciones, la mención era incidental y no llamaba atención a mi persona.

Al seguir el trabajo de campo y luego de la entrevista con Vicente noté que el concepto de incertidumbre no es utilizado cotidianamente porque en los casos que lo mencionaron los participantes estaban conscientemente utilizando este concepto para reflexionar sobre su situación. El hecho de que utilizaran la palabra luego de detenerse y mirarme es indicativo de esto también. Esto es relevante porque indica que la experiencia de la incertidumbre no es el resultado “inmediato” del trabajo científico, sino que surge como experiencia reflexiva de este. Sin embargo, todo el análisis hasta aquí realizado, muestra que dicha reflexión y uso del concepto para referirse al propio trabajo no refiere primariamente a la falta de conocimiento, sino a la posibilidad de error en el transcurso del trabajo cotidiano. Esto es la sospecha de que algo esté contaminado y esto es a lo que la ambigüedad de un resultado abre las puertas: la posibilidad de haber hecho algo mal o que un resultado sea incorrecto. Esto quiere decir que la incertidumbre es un concepto que se ocupa para explicar la forma en que se experimenta el trabajo científico en el laboratorio.

Como se mostró, el trabajo de los tres sitios consiste en la realización de inferencias para ciertos fines. En el caso del laboratorio CI la inferencia sobre las MIC de estudios de susceptibilidad para la escritura de papers en el marco de proyectos de investigación y una caracterización de cepas mediante otros métodos. En el laboratorio R sobre las unidades formadoras de placas de lisis para la escritura de papers en marcos de

proyectos de investigación. Y en el laboratorio CA sobre el diagnóstico de pacientes para generar informes que les llegan a estos por órdenes médicas. Estas inferencias son posibilidades gracias a todos los procedimientos de producción de certeza que se realizan y, por ende, tienen la estructura de la Figura 3.

Figura 3: Estructura formal de la incertidumbre



Fuente: Creación propia a partir de notas de campo y entrevistas

En esta figura puede observarse la estructura de la inferencia que los laboratorios realizan. En ella, las líneas gruesas que separan cada T representan el corte en el flujo esperado de la acción debido a errores cometidos en la realización del trabajo de certeza, la interpretación o la inferencia. Además, cada tiempo está caracterizado en una caja de punteada que representa todo el trabajo que se debe realizar antes de tener una placa con un resultado al frente (T0), el momento en que se interpreta dicho resultado (T1), y el resultado de la inferencia (T3). Aquí queda clara la estructura *gestáltica* de la inferencia en tanto esta es el resultado de la red de elementos que se emplean en el trabajo científico, pero a la vez es el elemento que explica los resultados de la placa y resto de esfuerzos. En el caso de la figura esto está segmentado en momentos, pero la verdad es que esto es realizado en cosa de segundos o minutos, dependiendo de lo que se esté interpretando y quién lo haga. En el laboratorio CA, los tecnólogos médicos eran capaces de identificar las bacterias y diagnósticos en un par de segundos luego de haber abierto la placa. En el laboratorio CI y R tomaba un poco más de tiempo revisar las microplacas o ensayos de doble agar.

En esta estructura, sigo el argumento de Polanyi (1966) y Lakoff & Johnson (2008), en tanto la inferencia realizada tiene la estructura de una *gestalt*. Sin embargo, a diferencia de Polanyi (1966) que sostiene que la inferencia científica es *gestáltica* porque tácitamente capta propiedades “naturales” que permite unir lo aparentemente dispar, las experiencias aquí descritas sugieren que lo que se une en la inferencia no son propiedades de objetos “externos” al esfuerzo que supone trabajar con ellos. Lo que se une en los resultados del trabajo de laboratorio son todos los elementos, procesos y conocimientos previos que se han generado gracias a estas mismas redes de inferencia para cumplir con objetivos específicos. Por lo que lo inferido no es algo “externo” al mismo esfuerzo y trabajo que implica diagnosticar y generar datos de interés científico. Esto es lo que la inferencia une y luego explica. Y, por ende, tiene la forma de una *gestalt*.

Ahora, sugiero que la incertidumbre tiene una estructura similar debido a que esta es una experiencia que se constituye sobre las instancias repetidas de inferencias y la constante posibilidad de error que estas suponen. Lo que luego se moviliza para explicar dicha experiencia repetida de la posibilidad de error. De ahí que los participantes del laboratorio CI hablen reflexivamente de la incertidumbre y la usen para señalar dichos errores, como cuando me miran y sonríen al mencionarla. Así, argumento que hay que tomar las palabras de Vicente en su entrevista de forma literal: la incertidumbre es una experiencia que versa y explica la experiencia del trabajo que realizan. Por este motivo es una *gestalt* derivada de la estructura de la *inferencia*, porque se ocupa para explicarla pese a que surge de ella.

Además de las observaciones en los laboratorios mi interacción con Vicente, esto fue algo corroborado en el resto de las entrevistas. En ellas conversé con más detalle con Amparo, una posdoctorante del mismo laboratorio, Marcela y la Dra. Antonia. Durante ellas, todas las entrevistadas asociaron la incertidumbre a los errores o dificultades que enfrentan en su trabajo. En el caso de Amparo, ella me explicó que, pese a que las técnicas que utilizan están estandarizadas por el CLSI, “igual puede haber variaciones entre lo que lee una persona y otra”. Lo que en el transcurso del trabajo de laboratorio puede llevar a problemas de interpretación. Así: “si estoy viendo que los controles me están dando bien en todo esto no desconfiaría. Ahora, si estoy viendo cambios solamente en lo que digo yo, dudo de mí, más de lo que vino hacia atrás”. Lo que fue repetido en la entrevista a un posdoctorante del mismo laboratorio que recalcó que, asumiendo que todo ha sido

correctamente realizado, “después viene todo un procesamiento e interpretación de los datos”. Lo que me dice que también tiene un rango de incertidumbre.

Algo relevante a notar es que, en la entrevista con Marcela, ella tempranamente en la entrevista mencionó que una nunca está tranquila hasta que los proyectos no han sido cerrados económicamente, debido a que ella tiene que firmar un pagaré en blanco por montos cercanos a los 50 millones. Más allá de esto, me indicó que “sin financiamiento significa que tenís que empezar a sacar a la gente, no hay fondo pa’ tesisistas, y eso es una incertidumbre”. Si bien, esto no es algo incluido explícitamente en la figura 3, ni fue algo que observé durante el trabajo de campo puesto que no seguí directamente el trabajo de directores, este aspecto organizacional de los fondos es algo que sostiene el funcionamiento del propio laboratorio. De este modo, puede ser conceptualizado como un trabajo que mantiene la reproducción de los procesos descritos con anterioridad y simplificados en la figura 3.

Ahora, todavía podría indicarse que en la medida en que solo en el laboratorio CI utilizaron el concepto de incertidumbre de esta manera durante la observación, mi argumento es una extensión indebida a los otros sitios. Sin embargo, a esto debe responderse dos cosas: (1) el argumento no es que todos los participantes conceptualicen explícitamente la incertidumbre de esta manera, sino que esta forma de entender la incertidumbre es la más robusta en términos analíticos para describir y explicar la experiencia de la posibilidad de error continuo que supone el trabajo de laboratorio; y (2) la incertidumbre es un concepto que investigadores en resistencia a antibióticos usan para referirse a las experiencias descritas en contextos donde no intervine. Respecto del punto (2), antes de comenzar el terreno de mi tesis, tuve la oportunidad de participar en un curso de cuatro días acerca del diagnóstico de laboratorio de resistencia bacteriana. Asistí online, y mi tema de tesis todavía no estaba siquiera demarcado. En este, escuché a varios investigadores y profesionales del área, y en uno de estos días, el escenario actual de la terapia con antibióticos fue caracterizado por un paso de antiguas certezas al predominio de la incertidumbre, debido a que muchas veces ni siquiera se sabe qué esquema antibiótico dejar a pacientes.

Esto último podría interpretarse como evidencia contraria al argumento de la tesis: el escenario es caracterizado como predominantemente incierto porque lo que no sabemos aumenta. Esto es precisamente el caso, como me comentaron en el laboratorio CA, ellos

ven el aumento constante de la resistencia en las placas que trabajan en sus mesones. Como me explica Juan, que lleva alrededor de 30 años en el laboratorio, es común para él ver cada vez más placas con bacterias resistentes y que antes no lo eran. De igual modo, es cada vez más común ver informes de pacientes con “todo resistente”. Y, como me señaló Jimena (médica especializándose en laboratorio CI), esto lleva a que no sepamos qué darle a un paciente. Esto muestra que el “no-saber” juega un rol en la experiencia de la incertidumbre; sin embargo, no es posible reducir la incertidumbre a esto. Porque la incertidumbre surge en el proceso total de la organización del trabajo, los microorganismos, instrumentos y humanos.

A diferencia de la posibilidad de la contaminación o la ambigüedad de un resultado que son cosas que se resuelven cuestionando el trabajo anterior y discutiendo con otros, enfrentarse a un paciente con “todo resistente” implica el límite de las inferencias que se desarrollan en los laboratorios clínicos como el CA. Frente a esto, como me dice Camila, “solo queda rezar”, y en el mejor de los casos esperar que una sinergia funcione¹³. Sin embargo, comparte con las otras experiencias que la posibilidad de inferir algo es puesta en cuestión. Y es en esto en lo que consiste el error de los laboratorios. No en un error de inferencia *a la* Polanyi (1966) de ser incapaz de identificar las propiedades “naturales” de un fenómeno, sino sobre la incapacidad de continuar un curso de acción que nos preocupa y para el cual hemos organizado nuestro trabajo.

En esta situación, la incertidumbre designa la incapacidad de identificar un tratamiento antibiótico adecuado para un paciente con una infección severa. Por lo que esto pone en cuestión la capacidad esperada de la cadena de procesos que se realizan en el laboratorio. Similar a lo que pasaría si es que no hubiese financiamiento, como describe Marcela, el aumento global en la resistencia y su impacto local cuestiona la propia capacidad del trabajo de laboratorio. Esto es lo que Latour (2013) llamaría una crisis: un cese en la reproducción de una red. Así, es un cuestionamiento de la reproducción de la estructura notada en la figura 3.

Con lo hasta aquí descrito se puede responder a la pregunta que dio origen a este trabajo ¿cómo es posible que la incertidumbre se experimente de forma similar a través

¹³ Los estudios de sinergia consisten en probar dos antibióticos para ver si es que logran inhibir el crecimiento bacteriano actuando en conjunto. Algo que no lograrían por separado.

de distintos contextos de investigación biomédicos? A partir del trabajo científico observado en los tres sitios y lo conversado con participantes, se debe responder: porque la incertidumbre tiene una estructura formal compartida a través de los tres sitios estudiados. Esta surge de la experiencia del error en el trabajo cotidiano, y se experimenta como *gestalt* porque luego explica dichas posibilidades de error. Así, en la medida en que el trabajo científico descansa en una cadena de procesos que deben ser reproducidos para tener certezas de que lo que se está haciendo es correcto, la incertidumbre será una experiencia constitutiva y generalizada en la ciencia.

En base a esto, la siguiente sección especificará el argumento y mostrará diferencias relevantes en torno a la estructura de la incertidumbre hasta aquí descrita.

4.7. La diferenciación de la incertidumbre

A medida en que la resistencia a antibióticos ha aumentado globalmente, la cadena de procesos que constituyen el trabajo de laboratorios asistenciales se pone en cuestión por su incapacidad de asistir a pacientes con infecciones severas. Esto es algo específico a este tipo de laboratorios, y en esta última sección mostraré que, si bien la estructura formal de la incertidumbre es compartida, su “control” es distinto.

Dado la diferencia entre la primera entrevista a Vicente y el resto, tuve la oportunidad de dialogar entre sus observaciones respecto de la incertidumbre y la del resto de entrevistadas. Esto permitió un gran punto de comparación y testeo del modelo de la incertidumbre antes descrito. En mis últimos días en el laboratorio CI le comenté a Vicente que me gustaría observar el laboratorio CA porque me habían comentado sobre sus similitudes. A lo que él me respondió que claro, comparten métodos y eso los hace similares, pero “allá la incertidumbre es mucho menor”. En la entrevista con la Dra. Antonia conversé con ella sobre esta percepción y ella me respondió que no era tan así. Me dijo que Vicente posiblemente “se refiere a que un laboratorio clínico necesita tener un programa de aseguramiento de la calidad”. Sobre esta diferencia me explicó que:

Hay una parte de *control* y, *fundamentalmente, un programa de aseguramiento de la calidad brutal*. Porque los errores van a tener un impacto en los pacientes. A diferencia de Vicente, su error puede tener un *impacto en la verdad*. Que es importante también. Uno va a publicar, tiene que ser veraz, ojalá. Pero no un

impacto en que podis matar a alguien (pausa por unos segundos). Entonces a eso se refiere. Pero en lo que él está equivocado es en que la incertidumbre es la misma o mayor. Si *la única diferencia es que la tenemos que controlar mejor*. Y la única manera en que tú la controlas mejor es teniéndola presente a todo el rato. (cursiva añadida)

La Dra. aquí hace alusión a las implicancias de los errores de laboratorio y el “programa de aseguramiento de calidad” en relación con el control. De esto se desprende que la mayor diferencia entre estos laboratorios no es la falta de errores, sino la tolerancia y las implicancias que estos tienen. De este modo, como dice la doctora, la única diferencia es que tienen que controlarla mejor. Sobre esto, la Dra. siguió profundizando y hacia el final de la entrevista me explicó que hay diversas formas de organizar el trabajo de laboratorio. Puso el ejemplo de Stanford, el de una clínica chilena y luego de su laboratorio:

Nosotros trabajamos por tareas. Alguien hace el diagnóstico macroscópico. Alguien hace Maldi. Alguien hace sensibilidad. Y después hay un gallo que se llama el de firma. Entonces el de firma pesca lo que hizo el tecnólogo 1, pesca lo que hizo el tecnólogo 2, pesca lo que hizo el tecnólogo 3. Piensa si le hace sentido y lo firma. Y eso es rotatorio. ¿Qué cosas buenas tiene? Que este (tecnólogo 2) puede cachar si este se equivocó (tecnólogo 1) (apuntando a un dibujo que hizo), porque no le da el diagnóstico macroscópico con la identificación. Y este (tecnólogo 3) se va a dar cuenta si la bacteria no le coincide con la sensibilidad. ¡Y este!, que es el más importante de todo (firma), se tiene que dar cuenta si algo no es coincidente aquí. O sea, *todas estas formas de trabajo en la microbiología son manejo de la incertidumbre*. Son formas de trabajo para que la gente se equivoque lo menos posible. O sea, este problema viene de mi historia misma, la microbiología. (cursiva añadida)

Con esto es posible notar que la gran diferencia que existe entre el laboratorio CI y CA no es en si estos tienen incertidumbre o no, sino en cómo la manejan con la forma en que organizan su trabajo. Esto es precisamente el argumento que hace Star (1985), sin embargo, vuelve a indicar la relevancia del error en la experiencia de la incertidumbre. Así, se puede sostener que la estructura formal de la incertidumbre es la misma entre sitios que la descrita en la sección anterior, pero el manejo de la incertidumbre es distinto

por la forma en que se organiza el trabajo. Debido a que en este caso las vidas están en juego, asegurar la correcta continuidad de la acción, como descrita en la figura 3, es esencial en este laboratorio. Y pese a que el equivocarse en la investigación puede tener costos personales o profesionales, las implicancias de estos no son la vida de un paciente. Volviendo a la cita que inició este trabajo “desde el laboratorio los vas a matar igual, solo que no te das cuenta, no vas a saber”. Este es el peso del trabajo asistencial que no comparte el científico.

5. Conclusión

La pregunta que inicio esta tesis fue ¿cómo es posible que la incertidumbre se experimente de forma similar a través de distintos contextos de investigación biomédicos? Para responder a esta pregunta realicé observación participante y entrevistas en tres laboratorios de Santiago que trabajan con resistencia antimicrobiana, a lo largo de tres meses. Gracias a este trabajo, fue posible observar las técnicas que realizaban los laboratorios, los resultados de estas, los problemas y errores que surgen al realizarlas, así como lo que los participantes describen como incierto o no. Esto permitió responder a las tres preguntas específicas de la tesis: (1) ¿qué métodos se ocupan en los laboratorios?; (2) ¿qué problemas y errores surgen en la realización de las técnicas de laboratorio?; y (3) ¿en qué momentos del trabajo científico surge la incertidumbre y a qué o quiénes se atribuye? Más allá de esto, permitió captar la incertidumbre de la forma en que ha sido descrita en la literatura, como un objeto semiótico-material (Castillo-Sepúlveda et al., 2022), siguiendo las asociaciones que generan dicha experiencia.

Con todo esto respondí a la pregunta general de esta tesis sosteniendo que la incertidumbre tiene una estructura formal compartida a través de los tres sitios estudiados. Este descubrimiento vino de la mano con la entrevista con Vicente, quien me indicó la relación entre incertidumbre, los errores y el trabajo. Siguiendo esta comprensión, y el trabajo de Star (1985), ahondé en los momentos concretos en que en los laboratorios se experimentaban errores o problemas. Con esto, y el resto de las entrevistas, establecí que la incertidumbre surge de la experiencia del error en el trabajo cotidiano, y se experimenta como *gestalt* porque luego explica dichos errores. Así, en la medida en que el trabajo científico descansa en una cadena de procesos que deben ser reproducidos para tener certezas de que lo que se está haciendo es correcto, y que incluso suponiendo que esto se

ha realizado bien todavía los resultados pueden ser puestos en cuestión, la incertidumbre será una experiencia constitutiva y generalizada en la ciencia. A lo que debe precisarse que, si bien esta estructura de la incertidumbre es compartida, su manejo es diferenciado de acuerdo con las particularidades de cómo se organiza el trabajo en cada sitio.

Esta generalización a partir de la observación de tres laboratorios puede parecer arriesgada o poco sustentada. Sin embargo, argumento que es adecuada en la medida en que el modelo de la incertidumbre captado en la figura 3 permite explicar tanto la tipología de Star (1985) como su robustez en investigaciones recientes.

Tomando como base la Figura 3, nótese que cada tipo de incertidumbre puede ser localizada en ella. La incertidumbre diagnóstica, puede ser localizada como un problema en la interpretación de resultados. La interacción descrita con Amparo y Camila es de hecho un caso de ella. La incertidumbre técnica puede localizarse en los instrumentos al momento del trabajo de certeza. La incertidumbre política puede explicarse como un caso especial en que la reproducción del trabajo simplificado de la figura 3 es puesto en cuestión. Este sería el caso, por ejemplo, descrito por Marcela ante la posibilidad de no conseguir fondos de investigación. La incertidumbre taxonómica, si bien es la única que no fue descrita aquí, esto se debe a que no se ahondó en discusiones sobre qué es un determinado fenómeno biológico. En todos laboratorios se observó el trabajo de elementos ya identificados, por lo que usualmente los problemas eran sobre la “incertidumbre diagnóstica”. Pese a esto es posible explicar este tipo de incertidumbre como una que versa sobre la adición o especificación de elementos en T0. Por ejemplo, un fago que antes no se había descrito, un nuevo mecanismo de resistencia, etc.

En adición, el argumento de la tesis permite abordar la relevancia del no-conocimiento (Han et al., 2019) como un aspecto relevante de algunas situaciones que generan incertidumbre, pero no como su aspecto definitorio. Lo que indican los hallazgos de la tesis más bien es que es el error pragmático y la falta de continuidad que este genera en un curso deseado de acción lo que define a la incertidumbre. Por lo que la falta de conocimiento puede ser considerado como algo que puede generar este tipo de errores.

De este modo, el modelo explicativo de la incertidumbre sistematiza la tipología desarrollada anteriormente en la literatura. Sin embargo, además permite explicar por qué una serie de investigaciones (Roth, 2009; Pickersgill, 2016, 2020; Fochler & Sigl, 2018; Lloyd & Raikhel, 2018) han encontrado resultados que la confirman en Norteamérica y

Europa: puesto que, más allá de los momentos en que surge, la incertidumbre tiene una estructura formal compartida que es constitutiva del trabajo científico.

Esta distinción implícita entre los momentos en que surge la incertidumbre y su estructura formal responden a la diferencia que se hizo en la [metodología](#) entre elementos constitutivos y causales de un fenómeno. Con esto me refiero a que, si uno altera un elemento del trabajo de certeza esto va a causar un determinado “tipo de incertidumbre” como ha sido descrito en la literatura. Ahora, dicha alteración no afecta la estructura formal de la incertidumbre. Siguiendo a Latour (2013) esto es el caso porque la ciencia se organiza en torno a dos actividades. (1) La reproducción de una serie de elementos asociados, en este caso los que componen el trabajo de certeza y los recursos económicos. Y, por otra parte, (2) la consecución de una cadena de referencia que es precisamente lo que describe la figura 3 con todos los procesos que llevan a una inferencia. Así, si los resultados de este trabajo y el argumento de Latour (2013) son robustos, entonces es razonable pensar en la incertidumbre como una experiencia constitutiva de la ciencia en general.

Por otra parte, el énfasis en el modelamiento gráfico de la estructura formal de la incertidumbre significó un aporte a la discusión metodológica sobre argumentos causales en investigación cualitativa. Reconectando con esta discusión, la lógica horizontal de la figura 3 puede interpretarse como el mecanismo causal que produce objetos científicos de interés en los tres laboratorios. Pero este mecanismo causal es constitutivo de lo que sugiero como la mejor manera de definir la incertidumbre, por lo que debe destacarse la íntima relación entre procesos causales y constitutivos. Por último, aunque la pregunta de investigación se formuló como una pregunta de "cómo", la respuesta desarrollada aquí muestra por qué la incertidumbre es una característica general o fundamental de la ciencia. Con esto, el modelamiento analítico de las actividades que producen objetos científicos, y la forma en que actividades se vuelven constitutivas del trabajo científico, van en línea con el antiguo esfuerzo por comprender y aprovechar las relaciones productivas entre descripción y explicación (Lichterman & Reed 2015; Reed 2011).

Con esto, sería fructífero que futuras investigaciones exploren la aplicación de este modelo explicativo de la incertidumbre a otros contextos de investigación e incluso otras áreas de la vida. Es común hablar de la incertidumbre como un aspecto inescapable de la vida humana (Nowotny, 2015). La posdoctorante a la que entrevisté también la

comprendía de este modo, como algo inescapable de la existencia humana. Si hay algo de cierto en esta intuición, entonces es relevante estudiar cómo estas experiencias de la incertidumbre se relacionan con lo encontrado en esta tesis. Es difícil predecir que surgirá de dicha contrastación, sin embargo, es plausible pensar que en otras áreas de la vida haya un mayor énfasis en la incertidumbre como una experiencia que pone en cuestión la continuidad de cierta acción deseada. Esto es una de las dimensiones descritas en esta tesis, pero que debido al trabajo de laboratorio tomó la categoría de “errores”.

En relación con los errores, es relevante la discusión que esta tesis puede entablar con la filosofía de las ciencias. En general, puede describirse una corriente por pensar el error en términos epistémicos: como una falta de adecuación entre una proposición y lo descrito por ella (Latour, 2013; Brandom, 2019). Esta idea de la referencia como una adecuación a la realidad, y el error como un problema en la adecuación, pasa por alto todo el esfuerzo práctico que implica generar una inferencia de interés científico o médico. El trabajo de campo de esta tesis muestra que tiene poco sentido, o al menos es impreciso, describir los objetos científicos con las categorías de “externo” o “independiente” de nosotros, por lo que esa idea de referencia es difícil de sostener empíricamente. Esto no niega la realidad de las cosas como nota Chang (2022). Solo indica que los objetos con los que se trabaja en el laboratorio, así como lo que se infiere de estos es en gran medida el resultado de la forma en que se organiza el trabajo científico y que estos encuentran su “realidad” gracias a su robustez a través de distintas pruebas. De ahí que, como sostiene Garfinkel (2022), el descubrimiento de fenómenos científicos sea a la vez un trabajo de descubrimiento de las prácticas que permiten dichas inferencias.

Esto es otro modo de poner lo que se ha argumentado en relación con la literatura en sociología de la incertidumbre científica. Dado que el trabajo de descubrimiento o inferencia científico descansa en el descubrimiento y reproducción de prácticas que permiten esas inferencias, entonces la incertidumbre es algo constitutivo de este ámbito puesto que admite la posibilidad del error en ambos momentos.

Frente a esto, algo que no se pudo abordar durante el trabajo de campo fue el rol que distintos participantes otorgaron al avance de la automatización de técnicas en el campo de la microbiología. De por sí, como notó Jorge, hay cosas para las que necesitamos “certezas no-humanas”, como cuando la vida de un paciente con una infección severa está en juego. De igual modo, la Dra. Antonia me comentó que en la

inexactitud en un laboratorio de microbiología clínica es brutal porque hay “muchas personas y poca máquina”. Frente a lo cual una posible solución, de acuerdo con ella, sería automatizar, “robotizando la microbiología”. Más allá de si es así, esto abre una puerta relevante a la investigación en procesos de automatización y su impacto en la incertidumbre científica y la salud.

En paralelo a esto, otro fenómeno que observé, pero no pude profundizar fue el rol del género en la experiencia de la incertidumbre. Esta es probablemente una de las limitaciones más grandes de la tesis dado la naturaleza de su argumento. Si es que la incertidumbre versa sobre la organización del trabajo científico, y hay contundente evidencia sobre las desventajas sistemáticas que enfrentan las mujeres en el trabajo y la ciencia (Goldin, 2021; Donald, 2023), entonces sería esperable que su experiencia de la incertidumbre sea específica.

Una posdoctorante me explicó que en algunos casos hacer un experimento requiere todo un “trabajo personal”, debido a que estos pueden extenderse por varios días. Lo que es algo complicado de balancear teniendo hijos. De igual modo, Marcela reparó en el tiempo y libertades que sus contrapartes masculinas tienen para viajar todos los meses siendo representantes de la FAO o la OMS, mientras que ella “con suerte ya con dos, tres viajes y estirado al máximo porque tengo un hijo que tengo que cuidar. Entonces ahí, siempre es una incertidumbre que tú dices, claro, mi carrera a lo mejor siempre va a estar un poquito más con un techo”.

De este modo, en el trabajo de campo fui capaz de identificar este elemento, pero el tiempo presupuestado para la tesis no me permitió explorarlo en más detalle. Por lo que una de las deudas de esta investigación es responder a esta inquietud que como me dijo la posdoctorante es “algo que debería investigar” y establecer en qué medida esto especifica el argumento hasta aquí hecho.

Todas estas son áreas promisorias para seguir investigando, pero que esta tesis no tuvo el tiempo de profundizar. Esto abre las puertas a una agenda de investigación sobre la RAM poco desarrollada en Latinoamérica (Fried-Nielsen, 2019; Lu et al., 2020; Thompson & Chandler, 2021), que tiene el potencial de situar las respuestas globales a la RAB.

Ahora, esta tesis tuvo otras dos grandes limitaciones: (1) el poco tiempo que se pasó en el laboratorio CA y R; y (2) la falta de observación de ciertas áreas de los laboratorios. Pese al poco tiempo, logré observar la continuidad de procesos y trabajos en el primer laboratorio, debido a su jornada laboral y forma de división de tareas, sin embargo, dado que en el laboratorio R se asistía según la necesidad de cada proyecto, no me fue posible observar gran continuidad entre las actividades observadas. En adición, debido al tiempo y falta de conocimiento sobre el área, no fui capaz de observar en mayor detalle el área de investigación en genómica en el laboratorio CA.

Con todo esto, una gran ventaja de la tesis fue su énfasis en comparar laboratorios para captar las posibles variaciones entre sus procesos y su relación con la incertidumbre. En base a esto, fue posible responder a la pregunta de investigación sosteniendo que la incertidumbre tiene una estructura formal constitutiva de la ciencia.

Para terminar, posiblemente las implicancias prácticas más relevantes de esta tesis son las siguientes: (1) pese a que la incertidumbre es constitutiva del trabajo científico, la experiencia concreta de esta y su control son algo intervenible; y (2), si es que la imagen del trabajo de investigación que aquí se ha hecho es correcta, entonces las soluciones alternativas que desde estas se plantean son siempre una cuestión política.

El primer punto toma relevancia especialmente respecto de que la experiencia de la incertidumbre es diferente para mujeres. Siendo esto el caso, la tesis muestra que la organización del trabajo científico es algo maleable de acuerdo con los objetivos de este. Como dice la Dra. Antonia, el laboratorio CA se organiza de una manera particular porque se debe controlar los errores al máximo. Pero si esto es así, entonces es completamente plausible pensar en el cambio de la organización de este trabajo para maximizar la equidad entre las implicancias personales que significa errar en el trabajo científico.

En cuanto a lo segundo, los participantes con los que hablé suelen describir soluciones en torno al problema de la resistencia controlando de mejor manera los antibióticos o buscando alternativas a estos. El caso de los bacteriófagos y su uso en alimentos en el laboratorio R es un caso de esto. Por otro lado, Vicente me comentó que una posible respuesta la dan los descubrimientos científicos de la última década. Gracias a estos “nos dimos cuenta de que existía la microbiota ¡Lejos! la mejor alternativa terapéutica para un *Clostridium* es trasplantarle microbiota normal a ese intestino. O sea, trasplantarle caca normal. Santo remedio. Esa es una voladura de cabeza. Esa es nuestra

estrategia, por ejemplo, completamente novedosa, que no involucra ningún antibiótico, y lo único que involucra es restituir un ecosistema normal cuando nosotros mismos nos habíamos dañado usando antibióticos”. De esto, debe notarse que todas las respuestas refieren a intervenciones aisladas. Sin embargo, la resistencia antimicrobiana es una condición ecológica del capitalismo tardío (Landecker, 2016), por lo que cabe preguntarse, ¿son estas las mejores soluciones? Más allá del gran valor de dichas investigaciones, si la política es la capacidad de reflexionar sobre diferentes direcciones sociales (Graber & Wengrow, 2021), entonces el trabajo sobre alternativas a los antibióticos es también una cuestión política porque versan implícita o explícitamente sobre diferentes direcciones de los antibióticos. Lo que es una cuestión de dirección “social” también (Landecker, 2016).

El trabajo de laboratorio no versa solo sobre los mecanismos microbiológicos, sino de su relación con la vida humana y la forma en que organizamos esta. Nótese de este modo, que el problema político de la resistencia antimicrobiana no es entonces solo uno de falta de imaginación de cara a un futuro en que no se abuse de los antibióticos o con nuevas alternativas a estos, sino también de la extensión de las cadenas de referencia del trabajo científico a los elementos “sociales” que suponen y modifican.

Bibliografía

- Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity*. Sage.
- Beck, U. (1996). World risk society as cosmopolitan society? Ecological questions in a framework of manufactured uncertainties. *Theory, culture & society*, 13(4), 1-32.
- Bhullar, K., Waglechner, N., Pawlowski, A., Koteva, K., Banks, E. D., Johnston, M. D., ... & Wright, G. D. (2012). Antibiotic resistance is prevalent in an isolated cave microbiome. *PloS one*, 7(4), e34953.
- Brandom, R. B. (2019). *A spirit of trust: A reading of Hegel's phenomenology*. Harvard University Press.
- Brives, C., & Pourraz, J. (2020). Phage therapy as a potential solution in the fight against AMR: Obstacles and possible futures. *Palgrave Communications*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0478-4>
- Brown, N., & Nettleton, S. (2017). 'There is worse to come': The biopolitics of traumatism in antimicrobial resistance (AMR). *Sociological Review*, 65(3), 493-508. Scopus. <https://doi.org/10.1111/1467-954X.12446>
- Brown, N., & Nettleton, S. (2018). Economic imaginaries of the Anti-biosis: between 'economies of resistance' and the 'resistance of economies'. *Palgrave Communications*, 4(1), 1-8.
- Castillo-Sepúlveda, J., Tirado, F., & Gálvez, A. (2023). Biopolitics and speculative objects in Chilean health projects. *Social Studies of Science*, 53(2), 194-212.
- Chandler, C. I. R. (2019). Current accounts of antimicrobial resistance: Stabilisation, individualisation and antibiotics as infrastructure. *Palgrave Communications*, 5(1), 53. <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0263-4>
- Chang, H. (2022). *Realism for Realistic People*. Cambridge University Press.
- Chatterjee, A., Modarai, M., Naylor, N. R., Boyd, S. E., Atun, R., Barlow, J., Holmes, A. H., Johnson, A., & Robotham, J. V. (2018). Quantifying drivers of antibiotic resistance in humans: A systematic review. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(12), e368-e378. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30296-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30296-2)

Crisosto, R., & Salinas, F. (2017). Una red de incertidumbre en la planificación de megaproyectos urbanos: el caso de la ciudad satélite de Alerce, Chile. *EURE (Santiago)*, 43(128), 229-249.

D'Costa, V. M., King, C. E., Kalan, L., Morar, M., Sung, W. W., Schwarz, C., ... & Wright, G. D. (2011). Antibiotic resistance is ancient. *Nature*, 477(7365), 457-461.

Donald, A. (2023). *Not Just for the Boys: Why We Need More Women in Science*. Oxford University Press.

Fochler, M., & Sigl, L. (2018). Anticipatory uncertainty: How academic and industry researchers in the life sciences experience and manage the uncertainties of the research process differently. *Science as Culture*, 27(3), 349-374.

Fox, R. C. (1980). The evolution of medical uncertainty. The Milbank Memorial Fund Quarterly. *Health and Society*, 1-49.

Frid-Nielsen, S. S., Rubin, O., & Baekkeskov, E. (2019). The state of social science research on antimicrobial resistance. *Social Science & Medicine*, 242, 112596. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112596>

Fryer, T. (2022). A critical realist approach to thematic analysis: producing causal explanations. *Journal of Critical Realism*, 21(4), 365-384.

Garfinkel, H. (2022). *Harold Garfinkel: studies of work in the sciences*. Taylor & Francis.

Gillings, M. R., Paulsen, I. T., & Tetu, S. G. (2017). Genomics and the evolution of antibiotic resistance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1388(1), 92-107.

Glennan, S. (2017). *The new mechanical philosophy*. Oxford University Press.

Goertz, G. & Mahoney, J. (2012). *A Tale of Two Cultures: Qualitative and Quantitative Research in the Social Sciences*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Goldin, C. (2021). *Career and family: Women's century-long journey toward equity*. Princeton University Press.

Greenhalgh, T., & Engebretsen, E. (2022). The science-policy relationship in times of crisis: An urgent call for a pragmatist turn. *Social Science & Medicine*, 306, 115140.

- Han, P. K., Klein, W. M., & Arora, N. K. (2011). Varieties of uncertainty in health care: a conceptual taxonomy. *Medical Decision Making*, 31(6), 828-838.
- Han, P. K., Babrow, A., Hillen, M. A., Gulbrandsen, P., Smets, E. M., & Ofstad, E. H. (2019). Uncertainty in health care: Towards a more systematic program of research. *Patient education and counseling*, 102(10), 1756-1766.
- Hillen, M. A., Gutheil, C. M., Strout, T. D., Smets, E. M., & Han, P. K. (2017). Tolerance of uncertainty: Conceptual analysis, integrative model, and implications for healthcare. *Social Science & Medicine*, 180, 62-75.
- Hillock, N. T., Merlin, T. L., Turnidge, J., & Karnon, J. (2022). Modelling the Future Clinical and Economic Burden of Antimicrobial Resistance: The Feasibility and Value of Models to Inform Policy. *Applied Health Economics and Health Policy*, 20(4), 479-486. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40258-022-00728-x>
- Holmes, A. H., Moore, L. S. P., Sundsfjord, A., Steinbakk, M., Regmi, S., Karkey, A., Guerin, P. J., & Piddock, L. J. V. (2016). Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *The Lancet*, 387(10014), 176-187. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00473-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00473-0)
- Jasanoff, S. (2015). Science and technology studies. In Bäckstrand, K., & Lövbrand, E. (Eds.). *Research Handbook on Climate Governance*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 36-48.
- Katz, J. (2015a). Situational evidence: Strategies for causal reasoning from observational field notes. *Sociological Methods & Research*, 44(1), 108-144.
- Katz, J. (2015b). A theory of qualitative methodology: The social system of analytic fieldwork. *Méthod (e) s: African Review of Social Sciences Methodology*, 1(1-2), 131-146.
- Knorr-Cetina, K. (1981) *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. New York: Pergamon Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2008). *Metaphors we live by*. University of Chicago press.
- Landecker, H. (2016). Antibiotic resistance and the biology of history. *Body & Society*, 22(4), 19-52.

- Landecker, H. (2019). Antimicrobials before antibiotics: war, peace, and disinfectants. *Palgrave Communications*, 5(1).
- Latour, B. (1999). *Pandora's Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, B. (2013). *An inquiry into modes of existence*. Harvard University Press.
- Latour, B. and Woolgar, S. (1979) *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*, 1. print. ed. Beverly Hills, CA: Sage.
- Lichterman, P., & Reed, I. A. (2015). Theory and contrastive explanation in ethnography. *Sociological Methods & Research*, 44(4), 585-635.
- Lloyd, S., & Raikhel, E. (2018). "It was there all along": Situated uncertainty and the politics of publication in environmental epigenetics. *BioSocieties*, 13, 737-760.
- Lu, J., Sheldenkar, A., & Lwin, M. O. (2020). A decade of antimicrobial resistance research in social science fields: a scientometric review. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9, 1-13.
- Moreira, T., May, C., & Bond, J. (2009). Regulatory objectivity in action: Mild cognitive impairment and the collective production of uncertainty. *Social Studies of Science*, 39(5), 665-690.
- Munita, J. M., & Arias, C. A. (2016). Mechanisms of Antibiotic Resistance. *Microbiology Spectrum*, 4(2), 4.2.15. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.VMBF-0016-2015>
- Nowotny, H. (2015). *The cunning of uncertainty*. John Wiley & Sons.
- Orzech, K. M., & Nichter, M. (2008). From Resilience to Resistance: Political Ecological Lessons from Antibiotic and Pesticide Resistance. *Annual Review of Anthropology*, 37(1), 267-282. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.37.081407.085205>
- Pacewicz, J. (2022). What can you do with a single case? How to think about ethnographic case selection like a historical sociologist. *Sociological Methods & Research*, 51(3), 931-962.
- Pickersgill, M. (2011). Ordering disorder: Knowledge production and uncertainty in neuroscience research. *Science as Culture*, 20(1), 71-87.

- Pickersgill, M. (2016). Epistemic modesty, ostentatiousness and the uncertainties of epigenetics: on the knowledge machinery of (social) science. *The Sociological Review*, 64(1), 186-202.
- Podolsky, S. H. (2018). The evolving response to antibiotic resistance (1945–2018). *Palgrave Communications*, 4(1).
- Polanyi, M. (1966). The logic of tacit inference. *Philosophy*, 41(155), 1-18.
- Radford, A., Kim, J. W., Xu, T., Brockman, G., McLeavey, C., & Sutskever, I. (2023). Robust speech recognition via large-scale weak supervision. *International Conference on Machine Learning* (pp. 28492-28518). PMLR.
- Reed, I. A. (2011). *Interpretation and Social Knowledge: On the Use of Theory in the Human Sciences*. University of Chicago Press.
- Rheinberger, H.-J. (2010). *An epistemology of the concrete: twentieth-century histories of life*. Durham NC: Duke University Press.
- Roth, W. M. (2009). Radical uncertainty in scientific discovery work. *Science, Technology, & Human Values*, 34(3), 313-336.
- Shackley, S. and Wynne, B. (1996) Representing uncertainty in global climate change science and policy: Boundary-ordering devices and authority. *Science, Technology & Human Values*, 21(3), pp. 275 –302.
- Small, M. L. (2009). How many cases do I need?' On science and the logic of case selection in field-based research. *Ethnography*, 10(1), 5-38.
- Small, M. L. (2013). Causal thinking and ethnographic research. *American Journal of Sociology*, 119(3), 597-601.
- Stallins, J. A., & Strosberg, S. (2020). Ontology, difference, and the antimicrobial resistance timeline. *Futures*, 115, 102467. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.102467>
- Star, S. L. (1985). Scientific work and uncertainty. *Social studies of Science*, 15(3), 391-427.
- Tavory, I., & Timmermans, S. (2014). *Abductive analysis: Theorizing qualitative research*. University of Chicago Press.

Timmermans, S., & Angell, A. (2001). Evidence-Based Medicine, Clinical Uncertainty, and Learning to Doctor. *Journal of Health and Social Behavior*, 42(4), 342. doi:10.2307/3090183

Timmermans, S., Tietbohl, C., & Skaperdas, E. (2017). Narrating uncertainty: Variants of uncertain significance (VUS) in clinical exome sequencing. *BioSocieties*, 12, 439-458.

Timmermans, S., & Tavory, I. (2022). *Data analysis in qualitative research: Theorizing with abductive analysis*. University of Chicago Press.

Tompson, A. C, & Chandler, C. IR. (2021). *Addressing antibiotic use: Insights from social science around the world*. London School of Hygiene & Tropical Medicine. <https://doi.org/10.17037/PUBS.04659562>

World Health Organization (2016). *Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241509763>

Zehr, S. C. (2000). Public representations of scientific uncertainty about global climate change, *Public Understanding of Science*, 9(2), pp. 85–103.

Anexo

Pauta de Entrevista:

Preguntas

Tema 1: Descripción personal

- a. Para comenzar, cuénteme un poco sobre usted.

Si es necesario relance con las siguientes preguntas:

- ¿A qué se dedica?
- ¿Qué estudió?
- ¿Cómo llegó a este laboratorio?

Tema 2: Descripción del trabajo

- a. Ahora me gustaría conversar sobre ¿cómo describiría usted el trabajo que realiza en _____?

Si es necesario relance con las siguientes preguntas:

- ¿Qué hizo esta semana (o semana pasada) en su trabajo?
 - ¿Qué tan común es lo que hizo, respecto de su trabajo cotidiano?
 - ¿Qué problemas enfrenta en su trabajo? (al plantear la pregunta, ponerle en situación vista en observación o descrita anteriormente en entrevista)
 - ¿Cómo los resuelve?
 - ¿Qué pasaría si no los resolviera?
 - ¿Cómo se siente con esto?
- b. ¿Cómo describiría su relación con quienes trabaja?

Si es necesario relance con las siguientes preguntas:

- ¿Con quiénes trabaja?
- ¿Qué actividades realizan?
- ¿Cómo influyen su trabajo?
- ¿Qué problemas enfrenta en el trabajo conjunto?
- ¿Cómo los resuelve?
- ¿Qué pasaría si no los resolviera?
- ¿Cómo se siente con ello?

Tema 3: Comprensión de la RAM

- a. ¿Cómo definiría usted la resistencia a antimicrobianos?

Si es necesario relance con las siguientes preguntas:

- Si la identifica como un problema, ¿por qué es un problema?
- Si la identifica como importante, ¿por qué es importante?
- ¿Cómo la aborda en su trabajo?
- Imagínese que estamos en el año 2050, ¿Cómo se imagina la situación respecto de la resistencia a antibióticos?
- ¿Qué pasaría si nadie la aborda?
- ¿Cómo se siente con esto?

Tema 4: Comprensión de la incertidumbre

- a. ¿Qué materiales no tiene y le gustaría tener en su trabajo?
- b. ¿Qué cosas no sabe de la resistencia a los antibióticos y le gustaría saber?

Si es necesario relance con las siguientes preguntas:

- ¿Qué hace con las cosas que no sabe, durante su trabajo?
- ¿Qué hace cuando no sabe si una bacteria es resistente o no?
- ¿Qué hace ante la resistencia de una bacteria?
- ¿Cómo se siente con ello?

c.1. Si describió algo como incierto en la entrevista u observación, señalar: Ud. antes mencionó que _____ ¿Podría ahondar en esto?

c.2. De lo contrario, indicar que otro entrevistado¹⁴ mencionó que “la incertidumbre ni siquiera son las cosas que no sepamos, sino que la naturaleza de la bestia. De cada una de las cosas, de los exámenes que tenemos, siempre tienen un margen de error” ¿Le hace sentido esta descripción de la incertidumbre?

Si es necesario relance con las siguientes preguntas:

- ¿De dónde viene?
- ¿Cómo afecta su trabajo?
- ¿Qué hace con ella?
- ¿Qué pasaría si nadie la aborda?
- ¿Cómo se siente con esta?

En esta entrevista me interesaba conversar sobre su trabajo y su comprensión de la incertidumbre, ¿hay algo que le gustaría agregar, o algo que debería haberle preguntado y no conversamos?

¹⁴ Esto surgió en la entrevista con Vicente

Muchas gracias por su participación. Sin duda será de suma utilidad para el desarrollo de la investigación.