

## **Nostalgia de la luz: Astronomía, historia y ciencia de datos**

Diego Polanco<sup>1</sup> y Cristián Méndez<sup>2</sup>

### **Ciencia de datos y el cambio tecnológico impulsado por los datos**

Actualmente nos encontramos frente a una “revolución industrial de los datos” (Malvicino y Yoguel, 2015), precedida desde fines del siglo XX e inicios del actual por las innovaciones tecnológicas y los dispositivos digitales. Este periodo se caracteriza por un aumento exponencial en la cantidad y diversidad de datos disponibles en tiempo real, derivado de un mayor uso de equipos tecnológicos de alta capacidad en la vida diaria. Hablamos entonces del cambio tecnológico impulsado por los datos como un fenómeno global, con impactos económicos tanto reales como potenciales. Este conjunto de avances tecnológicos tiene actualmente repercusiones significativas en diversas áreas, tales como los modelos de negocios, el mundo del trabajo, el diseño e implementación de políticas públicas, la gestión de las organizaciones, la investigación científica y la academia en general (Hilbert, 2013).

Las grandes fuerzas impulsoras de esta “cuarta revolución industrial” pueden ser agrupadas en tres grandes grupos, estrechamente

---

<sup>1</sup> Licenciado en Economía, Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile. Doctor of Philosophy, University of Massachusetts, Amherst.

<sup>2</sup> Académico de la Facultad de Humanidades, Universidad de Santiago de Chile.

interrelacionados entre sí, y cuyas mejoras y avances individuales impactan al resto: componentes físicos (robótica avanzada, impresión 3D, vehículos autónomos), digitales (el IoT que, dicho en simple, es la relación entre las cosas y las personas a través de sensores, conexiones y plataformas), y biológicos (secuenciación y modificación genética). Cada uno de ellos con sus respectivas ramificaciones y aplicaciones específicas (Schwab, 2016).

Cuando hablamos de Industria 4.0 en el fondo nos referimos a un nuevo paradigma de producción basado en la convergencia de estas fuerzas. Las fábricas inteligentes son cada vez más una realidad: máquinas en red que combinan el mundo físico de la transformación de materiales con el mundo virtual de la información en tiempo real, la automatización y el control digital. Las logísticas inteligentes en las cadenas de valor están revolucionando desde los métodos de entrega del producto hasta el mantenimiento, pasando por el servicio al cliente y el servicio posventa. Todo esto con grandes oportunidades para incrementar la productividad y aumentar la flexibilidad para el diseño y la producción (Salazar-Xirinachs, 2018). Visto en su conjunto, estamos siendo testigos de profundas transformaciones de la economía, impulsadas por la creación acelerada y vertiginosa de artefactos, fábricas y logísticas inteligentes.

Dada la alta velocidad e irradiación del cambio tecnológico impulsado por datos, es posible observar también su impacto en la forma de hacer ciencia, investigación y generación de conocimiento. De hecho, la noción misma de “*big-data*” surge inicialmente en el contexto del trabajo científico en Genética y Astronomía, disciplinas que ya hace un par de décadas se toparon con un explosivo aumento de datos disponibles para la investigación académica. En este contexto, dada la convergencia de disciplinas como matemáticas, estadística, computación y diseño gráfico, la ciencia de datos surge como un nuevo campo de trabajo<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> En palabras de Cukier y Mayer-Schonberger, a partir de su trabajo sobre la irrupción de los datos masivos: “Los frutos de la sociedad de la información están bien a la vista, con un teléfono móvil en cada bolsillo, un ordenador portátil en cada mochila, y grandes sistemas de

## **Cambio tecnológico impulsado por los datos: el caso de la Astronomía en Chile**

Aproximadamente el 70% de la infraestructura astronómica terrestre del mundo, perteneciente a conglomerados internacionales, se encuentra ubicada en Chile. A su vez, alrededor de 255 astrónomos dedicados a la academia trabajan en 17 universidades chilenas, con un cuerpo estudiantil que asciende aproximadamente a 700 estudiantes (Guridi, Pertuze & Pfothenauer, 2020, p. 8). Esta acumulación de capacidades científicas se explica en gran parte por las condiciones geográficas y climáticas privilegiadas para el desarrollo de esta actividad científica en territorio chileno. La proximidad a las alturas de la Cordillera de los Andes provee más de 300 noches despejadas al año; a su vez, las condiciones climáticas, debido a la corriente de Humboldt en el Océano Pacífico, crean una atmósfera extremadamente seca y estable en una extensa parte del territorio chileno, particularmente en el desierto de Atacama.

Esto también se explica por un largo proceso histórico de interacciones, del tipo asociativas y de negociación, entre la comunidad científica internacional y el gobierno de Chile, y la masa crítica nacional en la materia (Silva, 2020). La dimensión internacional de la Astronomía en Chile se remonta a mediados del siglo XIX, cuando las primeras iniciativas de la Astronomía moderna tomaron forma con una expedición astronómica estadounidense, la cual construyó el primer observatorio en 1849 con el objetivo de observar Marte y Venus desde el hemisferio Sur (Gliss, 1856). Una vez terminado el proyecto, la infraestructura y

---

tecnología de la información funcionando en las oficinas por todas partes. Menos llamativa resulta la información en sí misma. Medio siglo después que los ordenadores se propagaran a la mayoría de la población, los datos han empezado a acumularse hasta el punto de que está sucediendo algo nuevo y especial. No sólo es que el mundo esté sumergido en más información que en ningún momento anterior, sino que esa información está creciendo más deprisa. El cambio de escala ha conducido a un cambio de estado. El cambio cuantitativo ha llevado a un cambio cualitativo. Fue en ciencias como la astronomía y la genética, que experimentaron por primera vez esa explosión en la década de 2000, donde se acuñó el término 'Big Data', o datos masivos. El concepto ahora está trasladándose ahora hacia todas las áreas de la actividad humana" (2013, p. 17).

el equipo fueron adquiridos por el gobierno chileno, dando paso a la fundación del Observatorio Astronómico Nacional (OAN), el cual pasaría a manos de la Universidad de Chile en la primera mitad del siglo XX, cuando también se realizaría otra expedición estadounidense que se estableció en Chile por más de 20 años. En los años 60, Chile ya era considerado como un centro estratégico para el desarrollo de la Astronomía por la comunidad científica internacional. En el contexto de la Guerra Fría, esta acumulación de capacidades continuó desarrollándose a un ritmo acelerado, debido al rol estratégico del conocimiento astronómico en la geopolítica mundial. De este modo, la realización de la Astronomía en nuestro país concitó los intereses de estadounidenses, europeos y soviéticos (Silva, 2020).

En 1965, la Universidad de Chile fundó el primer departamento y programa de pregrado de Astronomía en el país. De este modo, Chile dio un salto cualitativo en sus capacidades endógenas para la producción y absorción de conocimiento en la actividad, lo cual le permitiría jugar un rol clave en el desarrollo de la disciplina, desde entonces hasta la actualidad. Muchos avances científicos contemporáneos se basaron en datos recolectados en suelo chileno y con la participación de científicos nacionales, incluyendo el descubrimiento revolucionario de la expansión acelerada del Universo en 1998, por el proyecto Calán-Tololo, así como otros descubrimientos más recientes, tales como la observación de la primera luz emitida por la colisión entre dos estrellas de neutrones, la primera observación de un exoplaneta y el descubrimiento de sistemas planetarios con planetas potencialmente habitables (Guridi et al., 2020, p. 5).

A pesar de no realizar inversiones relevantes en el sector, ni promover una política pública robusta hacia la actividad astronómica, la dictadura militar declaró el territorio de Cerro Paranal, ubicado en la zona norte del desierto de Atacama, como reserva científica protegida de la actividad minera, para luego entregar su propiedad a la Organización Europea para la Observación Astronómica (ESO, por sus siglas en inglés), con el objetivo de que construyera el “Very Large Telescope” (VLT).

El regreso a la democracia vino de la mano de renegociaciones entre entidades internacionales astronómicas, el Estado chileno y la comunidad científica internacional. El contexto de una economía creciendo a tasas aceleradas y la restauración del debate político trajo consigo el cuestionamiento sobre la contribución de la investigación astronómica al desarrollo del país. Esto derivó en presiones desde el poder legislativo al gobierno para exigir una mayor retribución de estas instituciones internacionales, así como la capacidad de regular las relaciones laborales en las instituciones extranjeras que gozaban de inmunidad diplomática. Esto se tradujo en negociaciones y acuerdos en torno a los tiempos de observación disponible en la infraestructura astronómica operando en el país que pasarían a ser de uso exclusivo por la comunidad académica chilena. Por ejemplo, ESO acordó con el Estado chileno entregar un 10% del tiempo de observación de sus telescopios a proyectos propuestos por astrónomos afiliados a instituciones chilenas, además de aceptar aplicar aspectos del código laboral para regular las relaciones laborales con el personal contratado localmente.

Guridi et al. (2020, p. 1) usan el término “laboratorios naturales” para destacar las cualidades geográficas únicas o difícilmente replicables de un determinado territorio, que permiten el avance de la actividad científica en la frontera del desarrollo tecnológico a nivel global, como es el caso del desierto de Atacama<sup>4</sup> para la Astronomía, el cual provee, como un laboratorio natural, las condiciones técnicas requeridas para el desarrollo de centros de “megaciencia” para la explotación astronómica. Esta definición contrasta, por ejemplo, con entornos basados en los recursos humanos, que pueden realizar investigación de punta independiente de su localización geográfica u otras características naturales.

“Megaciencia” es aquel tipo de actividad científica que se realiza en centros de alta complejidad, involucrando recursos económicos y humanos de alto costo, así como varios subsistemas tecnológicos. La

---

<sup>4</sup> La definición de “laboratorios naturales” ha sido utilizada por CONICYT desde 2013, en la que se destaca la Astronomía como una de las actividades más importantes de este tipo.

megaciencia involucra infraestructuras altamente sofisticadas, que usualmente requieren técnicas de investigación y desarrollo localizadas en la frontera tecnológica mundial. Además de su alta complejidad técnica, los centros de megaciencia también se caracterizan por un alto grado de complejidad institucional, lo cual se debe al amplio conjunto de *stakeholders* involucrados en sus operaciones y en la elaboración de sus orientaciones estratégicas (Chompalov, Genuth & Shrum, 2002).

La contribución de la Astronomía al desarrollo económico ha sido una temática poco explorada por la literatura, pero no ausente de debates sobre su contribución al desarrollo económico del país. Barandiaran (2015), por ejemplo, estudia la actividad astronómica en Chile en perspectiva histórica, criticando la noción de la economía neoclásica de que actividades de alta intensidad tecnológica necesariamente tendrán efectos en el crecimiento económico. La autora señala que, en el caso de la Astronomía en Chile, existe un alcance limitado de los efectos de transferencia tecnológica y derrame de conocimientos producidos por la actividad, reproduciendo, por lo tanto, la dependencia económica y supeditación a los países del Norte global, a pesar de los avances de la ciencia y tecnología en el país. Esto se explicaría por la resiliencia de las relaciones jerárquicas en el sector, tanto en el plano nacional como internacional. Por un lado, Barandiaran argumenta que las políticas de ciencia y tecnología en el periodo posdictadura fueron diseñadas mediante procesos de baja intensidad deliberativa y escaso involucramiento de la comunidad científica nacional. Esto tuvo como consecuencia la reducción de las capacidades de absorción de conocimientos, técnicas y tecnologías. Por otro, la dependencia de la comunidad científica nacional con gobiernos internacionales, en la provisión de infraestructura y recursos humanos para la operación de los observatorios, reproduce una distribución de los beneficios de la actividad muy favorable para la ciencia internacional en relación con la ciencia nacional (Barandiaran, 2015).

No obstante, Guridi et al. (2020) señalan dos elementos positivos en este contexto. En primer lugar, el Estado chileno y la comunidad científica nacional sí han sido capaces de reaccionar a favor

de la Astronomía en Chile a lo largo de su historia de desarrollo, lo que ha permitido construir capacidades propias de investigación avanzada. Si bien no ha existido ningún plan de desarrollo explícito, Chile ha desarrollado una estrategia “fortuita”, mediante un conjunto de políticas públicas no articuladas en un plan de desarrollo, pero con ciertos grados de coherencia y continuidad a través de distintos gobiernos de la posdictadura. Esto se hace patente particularmente al considerar la importante masa crítica universitaria en la disciplina a lo largo del país, así como la asignación privilegiada de recursos por parte del Estado a la Astronomía y a otras disciplinas del área STEM.

Segundo, al identificar de manera más detallada los tipos de derrame de conocimientos producidos por la Astronomía en Chile, es posible una evaluación más certera de las capacidades de absorción de técnicas y tecnología de la economía chilena. Por un lado, los autores reconocen que Chile ha tenido escasa participación en el desarrollo de tecnologías centrales para la Astronomía, principalmente en términos de procesos industriales y de manufactura de la maquinaria para el sector. Esto se explica tanto por la ausencia de una política industrial en el país, así como por los acuerdos establecidos entre los conglomerados internacionales y sus gobiernos, que entregan cuotas de producción para componentes claves en el desarrollo tecnológico a sus respectivos países. De este modo, Chile queda frecuentemente excluido de los procesos manufactureros de alta intensidad tecnológica de nicho, como por ejemplo la óptica láser. Sin embargo, es posible identificar procesos de tipo horizontal, es decir, con mayor capacidad de ser utilizados también en otros sectores productivos, con altos grados de transferencia tecnológica. Ejemplos de este tipo podemos identificar en el área de gestión de proyectos y tecnologías del *management*, o en el desarrollo de habilidades en el manejo de software (Guridi et al., 2020, p. 10).

Si bien la Astronomía se ha desarrollado como un sector más bien de enclave, es decir, con altos niveles de capital extranjero pero pobres encadenamientos con la economía local, sí es posible identificar ciertos grados de encadenamientos productivos y efectos tanto directos como los indirectos ya mencionados en las áreas de tecnologías del

*management* y manejo de software. Por ejemplo, Barandiaran (2005) da cuenta de la existencia de efectos acotados en la creación, atracción y diversificación de la actividad productiva. Esto se expresa concretamente en que, si bien la tecnología láser de punta utilizada en los observatorios es manufacturada principalmente en Estados Unidos, muchas estructuras de ingeniería sobre las cuales se instalan los telescopios son diseñadas y construidas por empresas de ingeniería locales.

La construcción del Gran Telescopio Sinóptico (LSST por sus siglas en inglés) es la mayor expresión del carácter revolucionario del cambio tecnológico impulsado por los datos en el campo de la Astronomía. Su inauguración traerá cambios en el proceso de trabajo para la producción de conocimiento astronómico, pues LSST será capaz de capturar 3.2 mil millones de píxeles de imagen cada 15 segundos, sin la necesidad de tiempos de observación, almacenando una cantidad de información de 20 TB diarios, y liberando el acceso de estos datos al público. Por lo tanto, los acuerdos sobre tiempos de observación astronómica entre la comunidad científica chilena y la internacional tenderán a quedar obsoletos. El carácter de *big-data* de la información que será producida por LSST (Guridi et al., 2020, p. 8) no implica un cambio favorable del poder negociador de la comunidad científica de Chile *vis-a-vis* la comunidad científica internacional, sino que transforma por completo esta relación de dependencia. El acceso liberado a los datos producidos por LSST prácticamente elimina el poder diferencial de las entidades internacionales propietarias de los medios de producción de conocimiento astronómico hasta la fecha, en la medida que la política de *open-source* transforma las relaciones de propiedad de la información, debido al cambio tecnológico impulsado por los datos en materia de investigación astronómica.

Finalmente, vale la pena destacar que la Astronomía también ha tenido efectos de derrame en términos de lo que usualmente es conocido como “capital social”. Esto se hace patente en fenómenos que se observan en la esfera social y cultural de la sociedad, así como en la reputación internacional de Chile en las ciencias. Por ejemplo, existe una conciencia tácita en la sociedad chilena sobre la posición privilegiada

del país para el desarrollo de la Astronomía, lo cual se ha manifestado socialmente en el masivo interés concitado por los eclipses solares posibles de visualizar en territorio nacional en 2019 y 2020, así como en el surgimiento de una industria de servicios de astroturismo, la cual es considerada un área estratégica por el Estado de Chile (Guridi et al., 2020, p. 11).

## Nostalgia de la luz

La crítica de Patricio Guzmán, en el primer volumen de su trilogía de la memoria sobre Chile, *Nostalgia de la Luz*, es posible identificarla como un punto de partida para el despliegue de un enfoque estratégico relacional (EER)<sup>5</sup> hacia la ciencia de datos, en el contexto del “cambio tecnológico impulsado por los datos”. Relacional porque nos permite identificar un campo de conflicto que consideramos crucial para el desarrollo de la sociedad chilena, y estratégico porque creemos que, identificándonos en un lado de este conflicto, es posible desplegar una agenda de investigación y de política pública.

La filmografía de Patricio Guzmán funciona como una verdadera línea de tiempo del cine chileno y como un escenario de los debates de la cultura y memoria de la nación en los últimos 40 años de la historia de Chile (Couret, 2017), los que giran en torno a dos instancias sucesivas de “censura”: la impuesta por la dictadura militar y la “autocensura” en el periodo posdictatorial, marcado por un discurso oficialista de reconciliación nacional.

En *Nostalgia de la Luz* (2013), Guzmán nos lleva a contemplar el desierto de Atacama, donde pinturas rupestres prehispánicas se mezclan en el paisaje con los observatorios astronómicos, que permiten a la comunidad global la producción de conocimiento sobre el universo y su origen. Desde este punto de partida, el documental considera las

---

<sup>5</sup> En Jessop (2007) se presenta la revisión y desarrollo más robusta sobre el EER en las ciencias sociales.

condiciones climáticas del desierto de Atacama, sequedad del suelo y transparencia del cielo, que concitan al trabajo de investigación tanto a la Astronomía como a la Arqueología. A través de entrevistas a un astrónomo<sup>6</sup> y un arqueólogo<sup>7</sup>, Guzmán amplía la similitud de ambas disciplinas.

Por un lado, el astrónomo relata que, en realidad, todo lo que observamos es luz que viaja desde el pasado, y que, por lo tanto, el presente no existe. Tal vez podría considerarse que la conciencia es lo único que ocurre en tiempo presente; no obstante, el cuerpo humano funciona con señales que tienen un retraso temporal. De existir el presente, solo sería una línea muy delgada que puede romperse “con un solo sopló”. Por otro lado, el arqueólogo sostiene que la Astronomía investiga el origen y pasado del sistema, y destaca que la Arqueología también trabaja de manera similar, “tanto la Astronomía como la Arqueología trabajan reconstituyendo el pasado”. El astrónomo coincide con esta observación y señala que, en efecto, la Astronomía trabaja controlando “las capas del pasado”, tal y como lo hace la Arqueología, o inclusive otras disciplinas como la Geología y la Historia.

Las condiciones climáticas del desierto de Atacama, únicas en el mundo, entregan tanto al astrónomo como al arqueólogo “un ambiente controlado para explorar las capas del pasado”. Podemos entonces comprender este territorio como una “puerta al pasado”, tanto del origen del Universo, la vida y el ser humano, así como de nuestra propia historia. En ella encontramos un pasado encapsulado, en el que poco se ha estudiado sobre la violencia colonial del siglo XIX, los vestigios de los entornos construidos por el ciclo salitrero y, más importante aún, nuestra prehistoria contemporánea y acusatoria: la violencia dictatorial que se esconde en las capas geológicas del desierto.

---

<sup>6</sup> Gaspar Galaz. Profesor Asociado de la Facultad de Física de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Doctorado en Astrofísica, Université de Paris VII.

<sup>7</sup> Profesor titular de la Universidad Católica del Norte. Doctorado en Antropología, Universidad de Tokio.

A continuación, Guzmán introduce una serie de personajes que fueron víctimas de la violencia dictatorial, partiendo por los presos de Chacabuco, exsalitrera transformada en campo de concentración por la dictadura militar. Dos conmovedoras historias se relatan alrededor de este centro de detención: en primer lugar, la historia de los presos de Chacabuco, que tenían un taller de Astronomía para observar las estrellas. Luego, la historia del “arquitecto de la memoria”, quien, usando las herramientas de la Arquitectura, fue capaz de trazar, memorizar y replicar los planos del lugar. A continuación, Guzmán intenta mostrar las capacidades de la infraestructura astronómica, al mismo tiempo que la transmisión intergeneracional de la violencia dictatorial, relatándonos la historia de un ingeniero, hijo de exiliados políticos, criado en Alemania, pero que entonces era funcionario del telescopio ALMA, el cual trabaja con ondas de energía y permite a los astrónomos investigar espacios del universo donde la emisión de luz no es suficiente para llegar hacia la Tierra. Finalmente, Guzmán nos lleva a los personajes centrales del documental, las arqueólogas de la memoria: mujeres familiares de detenidos desaparecidos que han emprendido una búsqueda interminable de los restos de sus seres queridos en el desierto.

En el transcurso de la filmación del documental las “arqueólogas de la memoria” encontraron fragmentos de huesos, que permitieron a un equipo de arqueólogos determinar el área de una fosa común que fue relocalizada a una ubicación indeterminada hasta la fecha. La relocalización de restos de detenidos desaparecidos fue denominada “operación extracción de televisores” por la dictadura militar, caso judicial en desarrollo desde 1978 hasta la fecha, en distintos territorios a lo largo de nuestro país. Desde este suceso, Guzmán nos regresa a las reflexiones del astrónomo quien, siguiendo la línea argumentativa sobre la similitud entre Astronomía y Arqueología, sostiene que el trabajo realizado por las “arqueólogas de la memoria” es una labor muy parecida a la realizada por los astrónomos cotidianamente en los observatorios, investigando el universo debido a las dimensiones de la tarea. No obstante, para marcar la diferencia y a su vez insistir en la similitud de la labor, presenta la situación hipotética de emprender la búsqueda de un ser querido perdido en el algún lugar del Universo.

Los estudios sobre la memoria en Chile permiten sistematizar la contradicción entre memoria y olvido presentada en *Nostalgia de la luz*. Una de las contribuciones más relevantes en este campo son los estudios de Stern (2004), quien define la memoria como el marco de sentido que los agentes individuales o colectivos dan a sus experiencias de vida. Bajo esta definición se traza la memoria personal y colectiva del pueblo chileno, y su potencial ilimitado para proyectarla, producto de la violencia dictatorial, al espacio público y los imaginarios colectivos.

Stern (2004)<sup>8</sup> propone el concepto de “memoria emblemática” como un marco organizativo para la selectividad del sentido y la contramemoria, el cual funciona mediante efectos “por capas”. Esto puede traducirse en que, en el caso de no existir un puente entre la memoria personal y emblemática de grandes grupos sociales, los recuerdos individuales quedan “suelos”. De este modo, la “memoria emblemática” es, a su vez, un marco de significado y una manera de organizar arreglos culturales. Comprendiendo la “memoria emblemática” dentro de un proceso que se desarrolla en interacción con la memoria “suelta”, es posible identificar los “nudos en el cuerpo social”: memorias con capacidad de interrumpir la vida cotidiana cuando irrumpen en la escena política.

Stern establece cuatro tipos de memorias, emblemáticas para el Chile posdictatorial: la memoria como salvación, la memoria como ruptura no resuelta, la memoria como persecución y despertar, y la memoria como una caja cerrada.

La primera rememora el periodo de la Unidad Popular como una pesadilla traumática, que llevó a la sociedad chilena al borde del colapso total, y entiende el golpe militar como un nuevo inicio que rescató a la comunidad nacional. La memoria como ruptura no resuelta se entiende como la que acecha a aquellos a quienes la violencia dictatorial afectó

---

<sup>8</sup> Vale la pena mencionar que *Remembering Pinochet's Chile: On the Eve of London 1998* (Stern, 2004) es el primer volumen de una trilogía historiográfica sobre la memoria de Chile. A su vez, *Nostalgia de la luz* también es el primer volumen de una trilogía documental sobre la memoria de Chile.

como experiencia traumática, como con la tortura, o con la pérdida de familiares por ser ejecutados políticos o detenidos desaparecidos. Para estas personas, el trauma de la pérdida, el miedo, la incertidumbre y la rabia destruyó la continuidad de sus vidas y relaciones. La memoria como persecución se refiere a formas de interpretar el periodo de la dictadura militar como un proceso de resiliencia y autodescubrimiento. La resistencia contra la violencia de los aparatos represivos del Estado tensionó trayectorias de vida, poniendo a prueba los valores y compromisos sociales de individuos enfrentados sistemáticamente a la tensión propia de la resistencia contra la dictadura, entre el dolor y la esperanza.

Finalmente, se identifica la memoria como una caja cerrada. Las trayectorias de vida ancladas en este tipo de memoria entienden el golpe y dictadura militar como un “asunto peligroso” que es mejor dejar en el olvido. Uno de sus argumentos es que ventilar el pasado es un veneno para el presente y el futuro. Se entiende entonces el periodo dictatorial como un asunto propio de la esfera privada de las personas. Si bien es posible identificar a los militares e involucrados en los pactos de silencio como sus referentes, esta no necesariamente transita desde una caja cerrada a la memoria como salvación. Es decir, no se restringe únicamente al “pinochetismo” de la sociedad chilena, sino que, dada la flexibilidad y heterogeneidad de la memoria como persecución y despertar, también existen transiciones inversas. Acá podemos identificar las fuerzas sociales hegemónicas de la posdictadura que, en nombre del pragmatismo político, impulsaron el cierre de la “caja de la memoria” en Chile.

Entendiendo que el proceso de formación de “memorias emblemáticas” es un proceso histórico y en pugna, el campo de conflicto en la sociedad chilena propuesto en *Nostalgia de la Luz* es el de una contradicción entre la memoria como “ruptura no resuelta” y como “una caja cerrada”. A su vez, los personajes presentados por el documental pueden ser entendidos como “nudos en el cuerpo social” de la nación (Stern, 2004), es decir, grupos sociales específicos, redes y líderes, que han desarrollado capacidades de agencia para movilizar, organizar e insistir en la relevancia de la memoria como una problemática nacional,

y que demandan a la sociedad construir puentes entre imaginarios personales y su “memoria suelta”, y un imaginario colectivo y una “memoria emblemática”.

Por lo tanto, en términos de Stern, es posible interpretar el documental de Guzmán como una presentación multidimensional de los “nudos de la memoria” en el desierto de Atacama. Nudos que se presentan como entornos construidos, sitios de humanidad y sitios espaciotemporales. Desde una mirada poscolonial, crítica al desarrollo capitalista, los “nudos de la memoria” del desierto de Atacama invitan a desafiar la racionalidad eurocentrista del desarrollo (Quijano, 2019). Dada la similitud entre la búsqueda de la comunidad astronómica y de las “arqueólogas de la memoria”, y los deseos de verdad y justicia de estas últimas, ¿por qué la humanidad es capaz de crear telescopios en la frontera tecnológica para investigar el universo, pero no existen “telescopios” capaces de rastrear las capas geológicas del desierto y encontrar a los restos de los detenidos aún desaparecidos?

De este modo, proponemos vincular el problema de la memoria en el desierto de Atacama a la historicidad de los sectores populares, en la misma línea que la historiografía chilena. Sin ir más lejos, vale la pena mencionar los vínculos entre las obras de Stern en relación con la memoria, con la historiografía anglosajona acerca de Chile y sus contribuciones, incluyendo los estudios de Eden Medina respecto del proyecto Cybersyn. La contribución seminal al respecto es *Tejedores de la Revolución*, de Peter Winn, que propone entender el proceso de la Unidad Popular como una doble revolución: desde abajo y desde arriba. De este modo, es posible entender el proceso de empoderamiento de la clase obrera industrial como una revolución “desde abajo”, en diálogo y tensión con el proceso de revolución “desde arriba” impulsado por los funcionarios de gobierno y los partidos políticos de la Unidad Popular. Del mismo modo, Medina (2013) invita a entender el proyecto Cybersyn como el esfuerzo de un conjunto de tecnólogos e ingenieros enmarcados en un proyecto de gobierno e impulsando una revolución “desde arriba”, pero que se proponía un sistema de planificación que pudiera dotar de cohesión a la revolución socialista chilena en su conjunto, a través de un Modelo de Sistema Viable.

Luego del golpe se desdibujaron, por un lado, los grandes relatos históricos del tipo escolar, que esbozaban una fisonomía de la patria a partir del Estado y su desarrollo en los siglos XIX y XX, identificables en la historiografía conservadora; y aquellos relatos de los historiadores marxistas clásicos, por el otro, que resaltaban la evolución de la conciencia obrera y el avance hacia formas superiores de organización y lucha política. En palabras de Mario Garcés, lo que ocurrió luego del derrumbe de la democracia chilena y la instauración del terror y la violencia fue una verdadera crisis de la conciencia histórica nacional, marcada por la fractura, división y conflicto en el seno del cuerpo social, expresada bajo la forma de múltiples memorias que escasamente se reconocen entre sí (Garcés, 2003).

Dentro de las corrientes que surgieron *a posteriori*, la “nueva historia social” destaca por el alto impacto en los debates historiográficos contemporáneos en Chile. Sus principales exponentes no responden a una visión única sobre el proceso histórico, pero comparten el interés por indagar aquellos aspectos “ocultos” del devenir de las clases populares, las aristas que generalmente no fueron incorporadas en las obras previas al golpe de Estado, abriendo de este modo nuevas perspectivas fértiles para el análisis histórico y político del llamado “bajo pueblo”.

Considerando el contexto del “cambio tecnológico impulsado por los datos”, tomamos partido, como agentes productores de conocimiento, en la lucha por la memoria en Chile, en oposición a las fuerzas sociales que empujan el cierre de la caja de la memoria, entendiendo que la memoria como “ruptura no resuelta” es una herida profunda en *el alma de la nación*, tanto en el contexto de las luchas por la memoria, como en las múltiples luchas contemporáneas por la reproducción social de la vida. Bajo el imperativo de la necesidad de justicia para todas las víctimas de la violencia estatal y en oposición al cierre de la caja de la memoria por el desarrollo capitalista, consideramos que los masivos efectos de derrame de conocimiento, dados por los cambios tecnológicos impulsados por los datos, son recursos que se encuentran “en disputa” para ser capturados por distintas fuerzas sociales. Por lo tanto, el mayor desafío actual de la labor historiográfica es desarrollar las

capacidades para absorber los derrames de conocimientos producidos tanto por la Astronomía como por otras actividades en las que el cambio tecnológico es impulsado por los datos, con el fin de formular nuevas preguntas relacionadas con la historicidad del pueblo, su memoria y emancipación.

Nuestra propuesta identifica las contribuciones ya realizadas por las ciencias sociales en esta línea como la emergencia de una ciencia de datos de la memoria. Girardi y Bowles estudiaron el efecto de los cambios políticos e institucionales en la economía a través de los precios de las acciones de la bolsa de Santiago, en el contexto de la crisis político-económica transcurrida en el periodo de la Unidad Popular. Utilizando análisis causal, los autores demostraron que la elección de Salvador Allende y el experimento socialista de la Unidad Popular tuvieron un efecto negativo en el valor de las acciones, mientras que el golpe y la dictadura militar tuvieron uno positivo. La magnitud de ambos efectos se registra como sin precedentes en la literatura, a partir de lo cual los autores infieren que estos *shocks* reflejan la amenaza percibida por la clase dominante a la propiedad privada de los medios de producción bajo un gobierno socialista, así como su subsecuente reversión.

Otro ejemplo es la contribución de Amat (2020), quien utiliza análisis causal para estimar la probabilidad de sobrevivencia de militantes perseguidos por la dictadura militar en el periodo inmediatamente posterior al 11 de septiembre de 1973. Examinando los datos de las “listas de muerte” de Pinochet, versus las listas de ejecutados políticos y detenidos desaparecidos por la dictadura, la autora demuestra que los militantes del Movimiento de Izquierda Revolucionario (MIR) perseguidos tenían mayores probabilidades de sobrevivencia que los de otros partidos de izquierda, como los del Partido Comunista (PC) o el Partido Socialista (PS), lo cual se explicaría por la experiencia de ser aquella una organización con un conjunto importante de militantes sumergidos en la clandestinidad previo al golpe militar.

Jamimovich y Toledo-Concha realizan una contribución en una línea similar, estudiando la relación causal entre el proceso de

Reforma Agraria (1962-1973) y la intensidad del conflicto mapuche en la posdictadura (1990-2016), incorporando el uso de sistemas de información geográficos (SIG). Considerando que alrededor de 150 mil hectáreas fueron expropiadas a favor del pueblo mapuche, y la reversión del proceso realizada por la contrarreforma de la dictadura militar, que expropió las tierras entregadas, los autores identifican que el conflicto por la reforma y contrarreforma agrarias sería el ancla histórica de la intensidad del conflicto en distintos territorios de la región de la Araucanía.

Considerando estas contribuciones, identificamos tres campos de investigación académica para un “ciencia de datos de la memoria”. Primero, el econométrico y causal, usando datos históricos de archivo, registro y/o cliométricos. Segundo, estudios históricos utilizando SIG, lo que la Geografía especializada ha denominado “SIG Histórico” (SIGH) (Gregory & Ell, 2007). Finalmente, el tratamiento del “texto como dato” para la realización de estudios, utilizando cuerpos de escritos políticos, prensa digitalizada en perspectiva histórica o artículos académicos, los cuales han sido utilizados por la ciencia política y la economía política para estudios sobre el sistema político e historia del pensamiento económico (Ambrosino et al., 2018; Benoit, 2020).

## Conclusiones

El presente artículo argumenta que la revolución tecnológica contemporánea está “impulsada por los datos”, fenómeno que explicaría la emergencia de programas de formación superior en ciencia de datos en un nivel global. En el entendido de que el carácter de “ciencia” de la ciencia de datos está vagamente definido, proponemos un enfoque estratégico relacional para desplegar una agenda de investigación académica y de política pública que contribuya a esta discusión epistemológica, tomando como punto de partida la crítica de Guzmán en *Nostalgia de la Luz* al “cierre de la caja de la memoria”.

Este cierre se hace patente en el paralelo presentado por el autor entre el desarrollo económico del desierto de Atacama durante

la posdictadura, dado principalmente por la actividad astronómica mundial, versus la búsqueda interminable de detenidos desaparecidos en el mismo territorio por parte de sus familiares, principalmente mujeres, las cuales hemos denominado “arqueólogas de la memoria” para efectos de este artículo. Siguiendo este paralelo, y considerando el cambio tecnológico impulsado por los datos en la Astronomía como un proceso que generará derrames masivos de conocimiento, debido al carácter *open-source* de la información que será producida por el LSST, consideramos que los potenciales recursos humanos que constituyen las capacidades absorbtivas de estos mismos conocimientos se encontrarán en disputa. En el entendido de que los recursos humanos no son meros factores de producción, sino agentes individuales o colectivos que toman posición en la lucha por el sentido de la nación, consideramos fundamental para el futuro de la sociedad chilena que la absorción de aquellos conocimientos no esté dada exclusivamente por las fuerzas sociales hegemónicas del capitalismo chileno. Por el contrario, creemos necesario que la absorción de esos conocimientos esté dada, al menos en parte, por fuerzas sociales contrahegemónicas. En virtud de lo anterior, proponemos una “ciencia de datos de la memoria”, tomando partido por los derechos humanos, la verdad y la justicia en los conflictos de la memoria sobre el Chile de Pinochet y la posdictadura, enfocándonos en la historicidad del pueblo y sus potenciales de emancipación. Esto no significa una renuncia al materialismo hacia una mirada posmoderna enfocada meramente en temas “culturales” a través de la ciencia de datos. Por el contrario, consideramos la ciencia de datos, en el campo de las disputas por la memoria, como un arma en la lucha por “el alma de la nación” y su devenir. En otras palabras, argumentamos que, tomando partido por la “memoria no resuelta” en oposición “al cierre de la caja de la memoria”, podemos localizar nudos críticos de la memoria para una nueva comprensión de la historicidad del pueblo chileno anclada en la consolidación de la historia social chilena, gracias a las obras de Salazar, Pinto, Grez y Garcés, entre otros historiadores, pero incorporando métodos de análisis de mayor intensidad tecnológica, que no solamente formulen nuevas preguntas y formas de contestarlas, sino que induzcan un salto cualitativo en las capacidades de investigación de la historia

y la economía política. Identificamos tres campos en esta materia: el análisis causal, utilizando datos de registro, archivo o cliométricos; el uso de sistemas de información geográficos para la investigación histórica (SIGH) y, finalmente, el análisis de texto como dato.

Esta propuesta estratégica relacional no se restringe al ámbito académico, sino que también pretende desarrollar una agenda de política pública orientada a elevar las capacidades absorptivas de la fuerza de trabajo en materia de manejo de software y otros conocimientos relacionados. Por lo tanto, se sugiere una serie de políticas educativas alrededor del aprendizaje de computación y programación en todos los niveles del sistema educacional. Consideramos fundamental para el desarrollo económico y social de Chile mejorar las capacidades absorptivas de la fuerza de trabajo, pero con un sentido político anclado en la historicidad del pueblo.

La conmemoración de los 50 años de la inauguración de Cybersyn, el proyecto tecnopolítico más ambicioso de la Unidad Popular o de cualquier otro experimento socialista, nos invita a estudiar la historicidad del pueblo poniendo atención a los cambios revolucionarios de la tecnología de nuestra época. Consideramos que la verdadera emancipación del pueblo no puede darse sin la construcción de un imaginario colectivo, en el que se resuelva la “memoria no resuelta” de manera favorable para las víctimas de la violencia estatal, tanto en dictadura como en posdictadura. Utilizando las herramientas y absorbiendo de manera efectiva el cambio tecnológico impulsado por los datos, invitamos a la comunidad académica a desarrollar una “ciencia de datos de la memoria” como un arma del proyecto popular contrahegemónico. Creemos que solo así podremos vivir en lo que Guzmán llama el “frágil tiempo presente”, a diferencia de quienes optan por el olvido y “viven en ninguna parte”.

## Bibliografía

- Amat, C. (2020). *State Repression and Opposition Survival*. Working paper. Retrieved from: <https://www.dropbox.com/s/r0odzfk2p08i5gp/Amat-Repression%26Survival-Dec2020.pdf?dl=0>.
- Ambrosino, A., Cedrini, M., Davis, J. B., Fiori, S., Guerzoni, M. & Nuccio, M. (2018). What topic modeling could reveal about the evolution of economics. *Journal of Economic Methodology*, 25(4), 329-348.
- Barandiaran, J. (2015). Reaching for the Stars? Astronomy and Growth in Chile. *Minerva*, 53, 141-164.
- Benoit, K. (2020). *Text as data: An overview*. The SAGE Handbook of Research Methods in Political Science and International Relations. London: SAGE Publishing.
- Brenner, N., Jessop, B., Jones, M. & Macleod, G. (Eds.). (2008). *State/space: a reader*. John Wiley & Sons.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. M. & Kim, H. H. (2011). *Strength in numbers: How does data-driven decisionmaking affect firm performance?* Retrieved from: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1819486](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1819486).
- Chompalov, I., Genuth, J. & Shrum, W. (2002). The organization of scientific collaborations. *Research Policy*, 31(5), 749-767.
- Couret, N. (2017). Scale as Nostalgic Form: Patricio Guzmán's Nostalgia for the Light (2011). *Discourse*, 39(1), 67-91.
- Cukier, K. y Mayer-Schonberger, V. (2013). Big Data. *La revolución de los datos masivos*. Turner.
- Dinges, J. (2005). *The Condor years: How Pinochet and his allies brought terrorism to three continents*. The New Press.
- Porcile, G. y Holland, M. (2005). Brecha tecnológica y crecimiento en América Latina. En: *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina* (pp. 40-71). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Florio, M., Forte, S. & Sirtori, E. (2015): Cost-Benefit Analysis of the Large Hadron Collider to 2025 and beyond. In *TIF-UNIMI*. Retrieved from: <https://arxiv.org/pdf/1507.05638>.

- Garcés, M. (2003). Reseña de “Historia Contemporánea de Chile” de Gabriel Salazar y Julio Pinto. *Historia*, 36.
- Gliss, J. (1856). The U.S. Naval-Astronomical Expedition to the Southern Hemisphere during the years 1849-52. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 16(5), 133-137. DOI: 10.1093/mnras/16.5.133a.
- Gregory, I. N. & Ell, P. S. (2007). *Historical GIS: technologies, methodologies, and scholarship*. Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511493645>.
- Grez, S. (2005). Escribir la historia de los sectores populares. ¿Con o sin la política incluida? A propósito de dos miradas a la historia social (Chile, siglo XIX). *Política*, 44, 17-31.
- Guridi, J., Pertuze, J. & Pfothenauer, S. (2020). Natural laboratories as policy instruments for technological learning and institutional capacity building: The case of Chile’s astronomy cluster. *Research Policy*, 49(2), 103899. DOI: 10.1016/j.respol.2019.103899.
- Hilbert, M. (2013). *Big Data for Development: From Information to Knowledge Societies*. Retrieved from: <https://ssrn.com/abstract=2205145>. DOI: <http://dx.doi.org/10.213ssrn.2205145>.
- Jessop, B. (2007). *State Power*. Polity.
- Malvicino, F. y Yoguel, G. (2015). *Big Data: Avances recientes a nivel internacional y perspectivas para el desarrollo local*. CIECTI, Universidad Nacional General Sarmiento.
- Medina, E. (2013). *Revolucionarios cibernéticos. Tecnología y política en el Chile de Salvador Allende*. Santiago de Chile: LOM.
- Medina, E. (2014). Diseñar la libertad, regular una nación. El socialismo cibernético en el Chile de Salvador Allende. *Revista Redes*, 20(38).
- Polanco, D. y Osorio, S. (2021). Régimen de Acumulación de Capital y Transición Campo-Ciudad en el Estado desarrollista chileno (1933-1973): una contribución a los estudios de la UP desde la economía heterodoxa. *Izquierdas*, (50).
- Poulantzas, N. (2008). The Nation. In N. Brenner, B. Jessop, M. Jones & G. Macleod (Eds.), *State/space: a reader*. John Wiley & Sons.
- Quijano, A. (2019). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. *Espacio Abierto*, 28(1), 255-301.

- Provost, F. & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big data*, 1(1), 51-59.
- Salazar-Xirinachs, J. (2018). *Cambio tecnológico acelerado e impactos en el mundo del trabajo: ¿qué hacer?* Intervención en la sesión especial sobre inteligencia artificial y cambio tecnológico acelerado, Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible, Santiago de Chile.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- Silva, B. (2020): Chile: A Center of Global Astronomy, 1850–2019. In B. K. Silva (Ed.), *Oxford Research Encyclopedia of Latin American History*. Oxford University Press.
- Stern, S. (2004). *Remembering Pinochet's Chile: On the Eve of London 1998*. Duke University Press.
- Tambe P. (2012). *Big data know-how and business value*. Working paper. New York: Stern School of Business.