



Transferencia de secretos industriales por medio de contratos inteligentes considerando la paradoja de la información de Arrow

Felipe Octaviano Delgado Busnello

Magíster en Derecho de la Propiedad Intelectual, Università Degli Studi di Torino (UNITO) y Academia de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), Turín, Piemonte, Italia.

Estudiante de magíster en Propiedad Intelectual, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2902342207984367>

felipe@busnello.com.br

Erik Schüler

Doctor en Ingeniería Eléctrica por la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

Docente EBTT, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Veranópolis, RS, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1046844040379714>

erik.schuler@ifrs.edu.br

Anderson Ricardo Yanzer Cabral

Doctor en Ciencia de la Computación, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, RS, Brasil.

Docente EBTT, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Viamão, RS, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0148615078864622>

anderson.yanzer@ifrs.edu.br

Presentado el: 29/6/2022 Aprobado el: 30/4/2024 Publicado el: dd/mm/aaaa

RESUMEN

En el estado de la técnica existen sistemas para la transferencia de activos intangibles protegidos por Propiedad Intelectual, consolidados por monopolios legales, ya sea mediante sistemas atributivos (como en el caso de las patentes y los diseños industriales) o protegidos automáticamente (como los derechos de autor y afines). Algunos de estos sistemas, o sus respectivos métodos, están descritos en la literatura científica. De este conjunto, algunos métodos utilizan la tecnología de cadena de bloques (*blockchain*), y un conjunto más pequeño de estos métodos (íntegramente contenido en el anterior) también utiliza la tecnología de contrato inteligente (*smart contracts*), si bien se trata de herramientas independientes. Aunque los secretos industriales también consisten en monopolios, las soluciones informatizadas o los entornos criptográficos aplicados a otros tipos de bienes protegidos por otras formas de propiedad intelectual no pueden transponerse a estos activos, debido a su naturaleza sui generis, al carecer de un monopolio que no dependa de su no divulgación. La necesidad de mantener el secreto se deriva de la paradoja de la información de Arrow, un fenómeno por el

cual la divulgación del secreto implica su transferencia. Este fenómeno perjudica la posible transferencia de secretos industriales y hace inviable la adopción de los sistemas existentes aplicables a otros tipos de activos intangibles. La investigación utilizó una metodología mixta. Este documento presenta un método para transferir secretos industriales utilizando contratos inteligentes instanciados en una cadena de bloques para resolver dos de los tres componentes de la paradoja, específicamente la confiabilidad y la capacidad, presuponiendo el tercero, la relevancia.

Palabras clave: secreto industrial; paradoja de la información de Arrow; contrato inteligente; cadena de bloques; transferencia de tecnología; patentes; información tecnológica.

INTRODUCCIÓN

Al contrario de lo que ocurre con los sistemas que atribuyen monopolios sobre bienes que pueden ser protegidos por otros mecanismos de propiedad industrial (por ejemplo, las patentes), el uso del conocimiento como bien no se resuelve con políticas públicas (Leppälä, 2013; Burstein, 2013). No existen mecanismos con eficacia *erga omnes*¹ que garanticen el monopolio del conocimiento, por lo que estas exclusividades están protegidas únicamente por monopolios de facto (en detrimento de los monopolios legales), dependientes del mantenimiento del secreto y de las garantías legales que lo hagan posible. En otras palabras, el mantenimiento de un determinado conocimiento depende exclusivamente de la capacidad del titular para mantenerlo en secreto, ya que una vez revelado (o descubierto autónomamente por otros), su uso no estará, en principio, protegido.

Los secretos industriales, a su vez, son objeto de propiedad industrial de enorme relevancia, y “[...] o contrato de *know-how* tem muito mais importância econômica do que a licença de patentes” (Barbosa, 2010, p. 635)² y que el conocimiento tradicional, también protegido por la propiedad intelectual. De hecho, el fenómeno económico de la producción de conocimiento aplicable (Benkler, 2006) y de su comercialización conduce a la generación de innovación y crecimiento económico (Burstein, 2013), por lo tanto, siendo la comercialización del conocimiento en sí, por transferencia de tecnología, una actividad relacionada con la industria, como de hecho se verifica generalmente por la dimensión económica relativamente mayor de la transferencia de conocimiento aplicable en la industria, en detrimento de los secretos en general. Por esta razón, el alcance de este trabajo aborda específicamente estos secretos.

En los casos de transferencia de conocimiento, como ocurre con los secretos industriales, un concepto básico de su teoría es la paradoja de la información de Arrow, identificada por el economista Kenneth Arrow (Arrow, 1962). En términos simplificados, se trata del fenómeno en el que la persona que adquiere un conocimiento secreto no conoce

1 *Erga omnes* (lit. “contra todos”) denota aplicabilidad general, mientras que *inter partes* (lit. “entre partes”) denota aplicabilidad restringida a determinadas partes, generalmente aquellas directamente involucradas en un negocio legal.

2 Traducción: “[...] el contrato de *know-how* tiene mucha más importancia económica que la licencia de patente” (Barbosa, 2010, p. 635, traducción editorial).

su valor hasta que ese conocimiento es revelado; sin embargo, una vez revelado, su valor tiende a cero, ya que efectivamente se ha transmitido sin costo. En palabras del autor, “[...] existe um paradoxo fundamental na determinação da demanda por informação; seu valor para o adquirente não é conhecido até que ele saiba da informação, mas neste momento ele efetivamente a adquire sem custo [...]” (Arrow, 1962, p. 615)³. Tradicionalmente, con el fin de posibilitar negocios de esta naturaleza, esta paradoja se resuelve de manera legal y técnica.

Legalmente, se introducen normas legales como la externalidad, como los derechos de propiedad intelectual conferidos por los Estados y los acuerdos entre partes (Dyrhovden, 2019; Leppälä, 2013; Burstein, 2013). Se trata, respectivamente, de monopolios u otros derechos garantizados por los Estados (en Brasil, especialmente por la Ley 9.279), y de contratos que incluyen cláusulas de confidencialidad o exclusividad (Burstein, 2013). Estos son recursos legales ampliamente utilizados en materia de propiedad intelectual y transferencia de tecnología.

Para resolver técnicamente la paradoja de la información de Arrow en las transferencias de secretos industriales pueden adoptarse estrategias específicas, como la práctica de sucesivas divulgaciones parciales intercaladas con las partes de su contraprestación, pero en general la superación de los efectos de la paradoja depende de los análisis económicos de los puntos de equilibrio empresarial relacionados con las divulgaciones (Anton; Yao, 2002) y la aplicación de modelos económicos específicos a cada situación (Leppälä, 2013). Como resultado de las diferencias entre mercados, “[...] as condições sob as quais um mecanismo ou outro para superação do paradoxo da revelação seja o mais adequado tendem a variar significativamente com base nas circunstâncias específicas da troca da informação” (Burstein, 2013, p. 280, traducción propia)⁴, lo que implica que no existe una estrategia general aplicable a todos los casos, por lo que se hace necesaria la formulación y adopción de modelos específicos para cada situación.

En otros contextos, incluidas la criptografía y las aplicaciones computacionales, los problemas de la naturaleza de la paradoja (cuando es necesario demostrar el dominio de una información sin que esta información sea revelada), pueden resolverse mediante el uso de pruebas de conocimiento nulo o protocolos de conocimiento cero. Estas son técnicas mediante las cuales una persona puede demostrar a otra que posee conocimientos, sin transferir información que los revele (Wang *et al.*, 2021). Estas pruebas generalmente consisten en demostraciones, realizadas por el titular del conocimiento, mediante la resolución de problemas que no podrían resolverse sin el dominio de este conocimiento. Tales actos sirven como información inequívoca para la parte no concedora (es decir, como pruebas) de que el secreto existe y que la otra parte de hecho lo posee. Este tipo de prueba consiste

3 Traducción: “[...] existe una paradoja fundamental en la determinación de la demanda de información; su valor para el adquirente no se conoce hasta que conoce la información, pero en ese momento la adquiere efectivamente sin costo alguno [...]” (Arrow, 1962, p. 615, traducción editorial).

4 Original: “[...] the conditions under which one or another mechanism for overcoming the disclosure paradox is optimal are likely to vary significantly with the specific circumstances of the information Exchange” (Burstein, 2013, p. 280). Traducción: “[...] las condiciones bajo las cuales un mecanismo u otro para superar la paradoja de la divulgación es el más apropiado tienden a variar significativamente en función de las circunstancias específicas del intercambio de información” (Burstein, 2013, p. 280, traducción editorial).

en “esencialmente un protocolo que involucra a dos o más partes, es decir, una serie de pasos que dos o más partes deben seguir para completar una tarea” (Wang *et al.*, 2021), cuya demostración comprueba efectivamente la capacidad de la parte titular del secreto.

También en el entorno computacional, en un contexto contractual y, por lo tanto, en línea con este trabajo, a mediados de la década de 1990 se desarrolló la tecnología de los contratos inteligentes (Szabo, 1997). Se trata de “códigos contractuales”, que pueden incluirse, ejecutarse y monitorearse de manera computarizada (Clark, 2018); o, desde el punto de vista de la informática, “[...] protocolos de transação computadorizados que implementam as disposições do contrato [...]” (Kölvart *et al.*, 2016, p. 133, traducción propia)⁵. Son una implementación informática de los negocios legales y, como lo vislumbró su primer impulsor, los contratos inteligentes pueden utilizarse para la “negociación, aceptación, operación y adjudicación” de contratos (Szabo, 1997).

Al mismo tiempo, y de forma complementaria a los contratos inteligentes, la cadena de bloques es una tecnología informatizada mediante la cual dos personas pueden realizar transacciones directamente y reemplazar la confianza en un tercero con pruebas criptográficas (Nakamoto, 2008). Se trata de un protocolo para “crear un registro confiable y transparente” mediante el cual la información es incluida y validada por los propios pares (Clark, 2018).

La posibilidad y la falta de desarrollo de productos tecnológicos basados en estas tecnologías con aplicación específica a la transferencia de tecnología ya se han vislumbrado como una posibilidad de facto. Se puede ver en la literatura que “para uma aplicação em transferência automática de tecnologias, novas pesquisas utilizarão da temática para desenvolver novas plataformas distribuídas de ativos com base em *blockchains* e *smart contracts*” (Basso *et al.*, 2019)⁶. Por lo tanto, se identifica un problema de investigación a desarrollar, que se ocupa precisamente del uso de tecnologías emergentes (específicamente, contratos inteligentes y cadena de bloques) para resolver problemas (específicamente, la paradoja de Arrow) que involucran la transferencia de conocimiento (específicamente, secretos industriales).

En línea con los conceptos presentados (transferencia de secretos industriales, paradoja de Arrow, pruebas de conocimiento nulo, contratos inteligentes y cadena de bloques), este trabajo propone un método para superar parcialmente la paradoja de la información de Arrow con el fin de permitir la transferencia de tecnologías y conocimientos protegidos por secretos industriales. El método incorpora el uso de pruebas de conocimiento nulo, operadas por un contrato inteligente instanciado en una cadena de bloques, para controlar la información presentada como prueba y para la ejecución automática de las contraprestaciones sinalagmáticas, con entrega simultánea de conocimiento y pago a las partes contratantes. Es necesario considerar que la paradoja opera perennemente, desde antes de cualquier

5 Original: “[...] is a computerised transaction protocol that implements the terms of the contract” (Kölvart *et al.*, 2016, p. 133). Traducción: “[...] protocolos de transacción computarizados que implementan las disposiciones del contrato [...]” (Kölvart *et al.*, 2016, p. 133, traducción editorial).

6 Traducción: “para una aplicación en la transferencia automática de tecnología, la nueva investigación utilizará el tema para desarrollar nuevas plataformas de activos distribuidas con base en cadenas de bloques y contratos inteligentes” (Basso *et al.*, 2019, traducción editorial).

investigación y desarrollo, en forma de un contexto sin incentivos (Benkler, 2006) hasta la potencial no conclusión de un negocio debido a la incertidumbre generada por el mismo (Leppälä, 2013). El objetivo es desarrollar una herramienta aplicable al procedimiento de transferencia del secreto en sí, en la que la parte suministradora pone a disposición el secreto (sin revelarlo), presenta las pruebas que demuestran la titularidad del secreto a la parte adquirente y esta, una vez satisfecha, recibe el secreto. En este momento el pago se realiza de forma automatizada. Con ello, como se verá, se minimizan o resuelven diferentes aspectos relacionados con la paradoja de Arrow. Las etapas previas (valoración de la tecnología, por ejemplo) y posteriores a la transferencia (mantenimiento de las cláusulas contractuales) no forman parte del alcance de la solución propuesta aquí.

METODOLOGÍA

En este trabajo se ha utilizado un enfoque metodológico mixto, y se utilizaron tanto las representaciones numéricas como la comprensión de los conceptos. Considerando la escasa literatura científica sobre el tema, este trabajo se basa en una investigación exploratoria cuyo objetivo fue buscar un mayor conocimiento del problema, con el fin de hacerlo más explícito y con la posibilidad de crear hipótesis (Gil, 2008). La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto consistió, de manera sucinta, en las siguientes etapas:

- a) revisión bibliográfica y documental, en literatura científica y gris, para identificar el estado de la técnica en cuanto a las tecnologías y métodos utilizados en la negociación y transferencia de secretos industriales; y
- b) desarrollo y presentación de una propuesta del método.

En consideración a la revisión de la literatura, las búsquedas en bases de datos especializadas, utilizando las palabras clave “*trade secrets*” y “*smart contracts*” arrojaron menos de una decena de resultados, incluso cuando los términos se intercambiaron en singular y en portugués, italiano, francés y español. Por el contrario, en internet se encontró abundante literatura gris de libre acceso sobre estos temas.

Con el fin de identificar las tecnologías existentes en el estado de la técnica, también se realizó una búsqueda en bases de datos científicas y en la literatura gris sobre métodos para resolver la paradoja. En la literatura científica se identificó la base teórica de su ocurrencia y la relevancia de la investigación en el escenario actual de la economía de la información (véase Benkler, 1999 y 2006), la inexistencia de un método que la resuelva por completo (véase Leppälä, 2013), así como estrategias y técnicas en general (véase Anton; Yao, 2002). En particular, se identificó que en el estado de la técnica no existe un método para la transferencia de tecnología protegida por secretos industriales mediante soluciones computarizadas o en entornos criptográficos (Santos, 2003; Basso *et al.*, 2019), ni para la posible aplicación de nuevas tecnologías, como las cadenas de bloques, con fines similares (Conoscenti *et al.*, 2016). Esta ausencia se produce a pesar de la existencia de una demanda de conocimiento protegido por secretos industriales (Leppälä, 2013) y de la clara identificación de los impactos

negativos causados por la paradoja de la información de Arrow en estas negociaciones, a pesar de su “[...] importância para inovação e crescimento econômico” (Burstein, 2013, p. 230, traducción propia)⁷, incluso en represión de la demanda. La aparente inexistencia de un método similar, y su potencial aplicabilidad, justificaron la creación de este método.

El desarrollo del método propuesto para la transferencia de secretos industriales se basó en la elaboración de un diagrama de flujo con la descripción de los pasos a seguir para cumplir con el proceso de transferencia de secretos industriales. Este diagrama de flujo se desarrolló con la ayuda de la herramienta⁸ Draw Io⁹ y, tras reformulaciones, se determinó una serie de instrucciones (un algoritmo) que resolvían simultáneamente los problemas de capacidad y confiabilidad, y que podían ser aplicadas por personas corrientes en cualquier etapa del proceso de transferencia.

Marco Teórico

El marco teórico se subdivide en cuatro subsecciones, que contienen explicaciones relacionadas con cada uno de los temas del trabajo: secretos industriales, paradoja de la información de Arrow, pruebas de conocimiento nulo, contratos inteligentes y cadena de bloques.

Secretos industriales

Conforme a su teoría utilitaria, los derechos de propiedad intelectual se fundamentan y justifican en el efecto positivo sobre la producción de tecnología y arte, ya que los creadores e inventores se verían incentivados por la garantía *ex ante*¹⁰ de la futura exclusividad: los propios derechos de propiedad intelectual (Scotchmer, 2004; Burstein, 2013). Fundamentalmente, cuando están legalmente constituidos, estos derechos se conceden durante un tiempo determinado, tras el cual cesa la exclusividad (por lo tanto, la situación económica de monopolio), de modo que la sociedad en su conjunto pueda beneficiarse del bienestar social generado por estas innovaciones (Fischer, 2001).

El incentivo para crear nuevas tecnologías, en el que se basa la teoría utilitarista, no parece depender esencialmente de que el monopolio se constituya o declare legalmente. Así lo confirma en la práctica la inversión en tecnologías que se mantienen como secretos

7 Original: “[...] importance to innovation and economic growth” (Burstein, 2013, p. 230). Traducción: “[...] importancia para la innovación y el crecimiento económico” (Burstein, 2013, p. 230, traducción editorial)

8 Disponible en: <https://drawio-app.com/>.

9 *Software* de diseño gráfico para crear diagramas, como diagramas de flujo, esquemas de página, diagramas UML, organigramas y diagramas de red.

10 Brocardo latino. En transliteración, “antes de”, lit. “anticipado”. En las ciencias económicas, como en este caso, denota valores previstos definidos con antelación a un evento (por ejemplo, la previsión de la inflación monetaria o una previsión presupuestaria). Cf. *ex post*, “después de”; el resultado es verificado a posteriori (por ejemplo, un determinado resultado del Índice Nacional de Precios al Consumidor Amplio, IPCA; o un determinado presupuesto verificado posteriormente). También se utiliza en ciencias jurídicas para describir actos y hechos jurídicos, o sus sistemas, basados en previsiones (por ejemplo, las violaciones del orden económico que consisten en actos “que tienen como objeto o pueden producir efectos, incluso si no se logran”), de que un paralelo *ex post* es la configuración de una posición dominante en el mercado cuando un determinado agente o grupo llega a representar 20 % o más de algún mercado.

industriales. Por lo tanto, se deduce (y se comprueba empíricamente) que el carácter fáctico de la exclusividad sobre los secretos industriales no elimina necesariamente el incentivo a la inversión.

Los secretos de la industria son activos relacionados con la propiedad intelectual, sobre “qualquer matéria que possa ser mantida em segredo” (Scotchmer, 2004, p. 79)¹¹. En palabras de Denis Borges Barbosa (2010, p. 45)¹², “não se trata de um direito exclusivo, pois não houve concessão pelo Estado de uma patente ou algo do mesmo efeito. 9.279/96”. En su naturaleza, el secreto industrial no es un derecho de exclusividad, sino una exclusividad derivada de situaciones de hecho respaldadas por la ley.

Debido a la incongruencia entre el mantenimiento de un secreto y la necesaria divulgación para que una entidad pública conceda un monopolio, los secretos industriales no están protegidos por monopolios legalmente constituidos. De acuerdo con la teoría utilitarista, dada la imposibilidad de asignar un límite temporal a objetos de protección desconocidos, la asignación de derechos ni siquiera sería justificable. Por lo tanto, los secretos industriales no pueden ser protegidos por sistemas atributivos o declarativos de derechos, como ocurre con otros objetos de protección de la propiedad intelectual.

Desde el punto de vista del titular, el propósito directo de mantener el conocimiento como secreto es mantener la exclusividad. Esta exclusividad se traduce potencialmente en un monopolio, lo que representa un incentivo económico para quien posee el conocimiento. Desde el punto de vista de la sociedad en general, guardar estos secretos puede ser perjudicial para el desarrollo tecnológico. Esto se debe a que la posibilidad de transferir conocimiento aplicable industrialmente depende de su divulgación y de la posibilidad de apropiación de este conocimiento (su comprensión) por parte del receptor. Vale decir:

[...] conquanto a cópia e a modificação de esquemas seja a opção mais trivial para a transferência de tecnologia, essa opção às vezes não é viável. Os esquemas podem ser mantidos em segredo, ou podem ser ininteligíveis a alguém não familiarizado com a tecnologia. (Diamond, 1997, p. 228, traducción propia)¹³.

Por lo tanto, mantener el conocimiento como secreto tiene el efecto directo de obstaculizar su copia, lo que indirectamente también crea una discrepancia en la posibilidad de comprensión tecnológica, la apropiabilidad.

Dado que la comprensión de la tecnología depende del acceso al conocimiento relevante, existe un ciclo de retroalimentación positiva. Dado que la transferencia de este conocimiento tiende a fomentar el crecimiento económico (véase Burstein, 2013), las políticas públicas sobre la protección de los secretos aplicables en la industria (como, en general, toda

11 Traducción: “cualquier asunto que pueda mantenerse en secreto” (Scotchmer, 2004, p. 79, traducción editorial).

12 Traducción: “no se trata de un derecho exclusivo, ya que el Estado no ha concedido ninguna patente ni nada en ese sentido. 9.279/96” (Barbosa, 2010, p. 45, traducción editorial).

13 Original: “While blueprint copying and modification are the most straightforward option for transmitting technology, that option is sometimes unavailable. Blueprints may be kept secret, or they may be unreadable to someone not already steeped in the technology” (Diamond, 1997, p. 228). Traducción: “[...] aunque copiar y modificar esquemas es la opción más trivial para la transferencia de tecnología, esta opción a veces no es factible. Los esquemas pueden mantenerse en secreto, o pueden ser ininteligibles para alguien que no esté familiarizado con la tecnología”. (Diamond, 1997, p. 228, traducción editorial)

propiedad intelectual) son factores determinantes para el desarrollo económico, y pueden tener efectos positivos o negativos sobre él (Chang, 2002), y mantener las tecnologías en secreto es “[...] sempre socialmente desaconselhável, eis que dificulta o desenvolvimento tecnológico da sociedade.” (Barbosa, 2010, p. 295)¹⁴.

Incluso en ausencia de un monopolio legalmente constituido, existe protección contra la apropiación no autorizada de secretos industriales, el monopolio de facto. En Brasil, la garantía contra el uso no autorizado de secretos industriales es independiente de la disposición expresa en un instrumento contractual. En este país, la materia está “pobremente” regulada (Barbosa, 2010) por la Ley 9.279/96 (en línea), que estipula como crimen de competencia desleal el uso no autorizado de secretos industriales mediante una relación contractual:

Art. 195. Comete crime de concorrência desleal quem: (...)

XI—divulga, explora ou utiliza-se, sem autorização, de conhecimentos, informações ou dados confidenciais, utilizáveis na indústria, comércio ou prestação de serviços, excluídos aqueles que sejam de conhecimento público ou que sejam evidentes para um técnico no assunto, a que teve acesso mediante relação contratual ou empregatícia, mesmo após o término do contrato (...) (Brasil, 1996, *en línea*)¹⁵.

Por lo tanto, solo la “relación contractual” es un requisito para esta garantía. De esta manera,

[...] a ocorrência de sanções penais ou civis só atingem as divulgações não autorizadas estabelecidas em desacordo com vínculo contratual pré-estabelecido ou o contrato de trabalho. (Barcellos, 2015, p. 29)¹⁶.

Cabe destacar que no se menciona la existencia de un contrato formal —como los “Contratos de divulgación confidencial” (Burstein, 2013)— una disposición expresa en un instrumento contractual o la aceptación solemne de una obligación de confidencialidad.

Como resultado de esta protección *sui generis*, “os segredos industriais permitem aos seus detentores suprimir conhecimento” (Scotchmer, 2004, p. 81)¹⁷, en aparente discrepancia con la teoría utilitarista y con un efecto negativo sobre el desarrollo económico. Para mitigar

14 Traducción: “[...] siempre socialmente desaconsejable, ya que dificulta el desarrollo tecnológico de la sociedad”. (Barbosa, 2010, p. 295, traducción editorial).

15 Traducción: “Art. 195. Comete delito de competencia desleal quien: (...) XI—divulga, explota o utiliza, sin autorización, conocimientos, información o datos confidenciales utilizables en la industria, el comercio o la prestación de servicios, con exclusión de aquellos que son de conocimiento público o que son evidentes para un técnico en la materia, a los que tuvo acceso mediante una relación contractual o laboral, incluso después de la terminación del contrato (...)” (Brasil, 1996, en línea, traducción editorial).

16 Traducción: “[...] la ocurrencia de sanciones penales o civiles solo afecta las divulgaciones no autorizadas establecidas en desacuerdo con una relación contractual preestablecida o el contrato de trabajo” (Barcellos, 2015, p. 29, traducción editorial).

17 Traducción: “los secretos industriales permiten a sus titulares suprimir el conocimiento” (Scotchmer, 2004, p. 81, traducción editorial).

este efecto perjudicial, “la Ley fomenta el intercambio y la venta de secretos industriales” mediante, por ejemplo, acuerdos de confidencialidad (Scotchmer, 2004). Sin embargo, aunque protegidos y fomentados, estos negocios se enfrentan a un obstáculo práctico.

Paradoja de la información de Arrow

Según la paradoja de la información de Arrow, el adquirente potencial de un conocimiento secreto no conoce su valor a menos que ese conocimiento se le revele; sin embargo, el propio acto de divulgación constituye su transferencia, lo que reduce el valor del negocio a cero. En palabras del autor, “[...] existe um paradoxo fundamental na determinação da demanda por informação; seu valor para o adquirente não é conhecido até que ele saiba da informação, mas neste momento ele efetivamente a adquire sem custo” (Arrow, 1962, p. 615)¹⁸. De hecho, se sabe que la relevancia, “el valor del conocimiento para el comprador”, puede conocerse antes de su revelación, pero “enquanto o valor do conhecimento é dado pela sua relevância, isto não é o mesmo que o valor da informação, pois este último é a expectativa de que a informação será adquirida após o pagamento [...]” (Leppälä, 2013, p. 7, traducción propia)¹⁹.

Este es un problema que impide que el negocio se lleve a cabo. Esto se debe a que, por su propia naturaleza, “A informação em si considerada não é rival. Seu custo marginal é zero. (Benkler, 2006, p. 446, traducción propia)²⁰. Por lo tanto, no hay un costo de producción agregado a “una unidad de conocimiento”, lo que implica que no hay necesidad de desembolso financiero por parte del adquirente para cubrir los costos de producción. De esta manera, la transferencia del conocimiento previa al contrato vacía su objeto, y ya no hay nada que contratar. Por su naturaleza, se trata de un problema de pérdida de exclusividad; la posibilidad de que quien divulga el secreto impida al adquirente utilizar el conocimiento revelado. Consiste en un “juego de suma cero”, un punto muerto en el que no hay incentivo para que el titular del conocimiento lo revele, porque su ganancia corresponde al valor, que, a su vez, de hecho, sería eliminado por su acto de divulgación.

Del mismo modo, el precio del secreto depende de la oferta, lo que implica que una situación de monopolio (oferta de una sola persona que potencialmente divulgaría el secreto) tiende a dar lugar a un precio más cercano al umbral de la disposición a pagar del receptor potencial (el precio máximo que pagaría), en comparación con una situación de oligopolio (oferta de una pequeña pluralidad de personas que potencialmente divulgarían el secreto). Para completar, mencionamos también que una situación de libre competencia tiende a dar

18 Traducción: “[...] existe una paradoja fundamental en la determinación de la demanda de información; su valor para el adquirente no se conoce hasta que conoce la información, pero en este momento efectivamente la adquiere sin costo alguno” (Arrow, 1962, p. 615, traducción editorial).

19 Original: “While the value of knowledge is given by relevance, this is not the same as the value of information as the latter is the expectation of whether the knowledge will be gained after the payment [...]” (Leppälä, 2013, p. 7). Traducción: “si bien el valor del conocimiento está dado por su relevancia, esto no es lo mismo que el valor de la información, ya que este último corresponde a la expectativa de que la información se adquirirá tras el pago [...]” (Leppälä, 2013, p. 7, traducción editorial).

20 Original: “The information itself is nonrival. Its marginal cost is zero” (Benkler, 2006, p. 446). Traducción: Traducción: “La información en sí no es rival. Su costo marginal es cero.” (Benkler, 2006, p. 446, traducción editorial).

lugar a un precio igual al costo marginal (Benkler, 2006), que, en el caso del conocimiento, corresponde únicamente al costo de comunicar ese secreto, que también corresponde a cero (Benkler, 1999). Este fenómeno se produce no solo con respecto al conocimiento, sino también con respecto a la propia información, ya que

Se há apenas um custo fixo na produção de informação, e o custo marginal de vendê-la é zero, segue que em razão da competição o preço de mercado da informação irá a zero após a primeira compra. (Leppälä, 2013, p. 10, traducción propia)²¹,

como también identificó Arrow (1962). Sin embargo, existe efectivamente un potencial reprimido para el uso comercial del conocimiento protegido por secretos industriales, causado por la paradoja de la información de Arrow (Burstein, 2013; Leppälä, 2013; Scotchmer, 2004; Anton; Yao, 2002). De hecho, “[...] enquanto o Paradoxo da Informação de Arrow diagnostica um problema genuíno, a natureza do problema é mal-entendida. Apesar da incerteza inerente, a demanda por informações não reveladas é raramente inexistente” (Leppälä, 2013, p. 2, traducción propia)²². En consecuencia, la perspectiva de un uso futuro de los secretos por medio de la transferencia puede contribuir a estimular la innovación industrial.

La mencionada paradoja inhibe posibles transacciones jurídicas (Burstein, 2013), incluso cuando se ha superado la posibilidad de que las partes valoren el bien (Leppälä, 2013; Akerlof, 1970). Ergo, resolver esta paradoja o mitigar sus efectos tiende a acercar el mercado del conocimiento a un mercado eficiente, en el que el precio del bien es mínimamente superior a su costo marginal, aunque “[...] um bem como informação [...] nunca poderia ser vendido ao mesmo tempo por um preço positivo (maior que zero) e seu custo marginal” (Benkler, 2006, p. 446)²³, debido a la paradoja (Arrow, 1962) y a su naturaleza de bien público (en el sentido económico), no rival y no escaso (Benkler, 1999, 2006).

En un contexto amplio, la ocurrencia de esta paradoja tiende a crear barreras de entrada para las empresas cuyo objeto es la transferencia del secreto industrial. En esta situación, la ausencia de oferta de secretos industriales se traduce simétricamente en una demanda reprimida de estos bienes: los potenciales receptores no encuentran la oferta del conocimiento que les interesa. Se trata de un fenómeno de falla del mercado, ya que “para que ideias beneficiem a sociedade, elas precisam ser desenvolvidas e comercializadas” (Burstein, 2013, p. 282, traducción propia)²⁴.

21 Original: “If there is only a fixed cost of producing information and the marginal cost of selling it is zero, then due to competition the market price of information will go to zero after the first purchase” (Leppälä, 2013, p. 10). Traducción: “si solo hay un costo fijo en la producción de información, y el costo marginal de venderla es cero, entonces debido a la competencia el precio de mercado de la información será cero después de la primera compra” (Leppälä, 2013, p. 7, traducción editorial).

22 Original: “[...] while Arrow’s information paradox diagnoses a genuine problem in trading information, the nature of the problem is misunderstood. Despite the inherent uncertainty, the demand for undisclosed information is seldom non-existing” (Leppälä, 2013, p. 2). Traducción: “[...] aunque la paradoja de la información de Arrow diagnostica un problema genuino, la naturaleza del problema se malinterpreta. A pesar de la incertidumbre inherente, la demanda de información no divulgada rara vez es inexistente” (Leppälä, 2013, p. 2, traducción editorial).

23 Traducción: “[...] un bien como la información [...] nunca podría venderse al mismo tiempo por un precio positivo (mayor que cero) y su costo marginal” (Benkler, 2006, p. 446, traducción editorial).

24 Original: “For ideas to benefit society, they must be developed and commercialized” (Burstein, 2013, p. 282). Traducción: “para que las ideas beneficien a la sociedad, deben desarrollarse y comercializarse” (Burstein, 2013, p. 282, traducción editorial).

Aunque “[...] simplesmente não existam dados suficientes para traçar quaisquer conclusões sobre os relativos benefícios ao bem-estar social dos vários mecanismos que as partes podem usar para minimizar ou superar o paradoxo” (Burstein, 2013, p. 276, traducción propia)²⁵, el objeto subyacente es de gran relevancia. Esto se debe a que la producción de conocimiento es un fenómeno económico (Benkler, 2006) y la “[...] a comercialização de informações é de crítica importância para inovação e crescimento econômico” (Burstein, 2013, p. 229, traducción propia)²⁶.

Aunque la paradoja de la información de Arrow es perjudicial (en cualquier grado) para la negociación de secretos comerciales, incluidos los secretos cuyo valor potencial —derivados de la utilidad para el adquirente (Leppälä, 2013)— es conocido por las partes contratantes, no existen soluciones generales que superen sistemáticamente sus efectos. Se conocen soluciones jurídicas y técnicas que se aplican en la práctica, pero no resuelven completamente el problema. Se necesitan más investigaciones sobre el tema y el desarrollo potencial de métodos específicos para mitigar o resolver los efectos de la paradoja en la negociación de este conocimiento (Burstein, 2013).

Las características elementales de la paradoja, sus elementos constituyentes, son (Leppälä, 2013):

- capacidad: la probabilidad de que la persona que revela el secreto posea el conocimiento y pueda transmitir información al respecto;
- confiabilidad: la probabilidad de revelar información confiable sobre el conocimiento y finalmente transmitirla; y
- relevancia: la utilidad de la información correcta cuando se recibe, y del propio conocimiento, para el adquirente.

Se trata de características de las que depende la transferencia de secretos industriales, y cuya presencia implica la ocurrencia de la paradoja.

Con base en los casos específicos encontrados en la literatura, la paradoja opera a lo largo del proceso de transferencia, incluso antes de ella, en forma de un contexto sin incentivos para originar el conocimiento que finalmente se transferirá (ver Benkler, 2006; Scotchmer, 2004) hasta la no conclusión de un negocio debido a la incertidumbre generada por la paradoja (Leppälä, 2013). En este contexto, cuando la perspectiva de que se produzca la paradoja de Arrow en el futuro hace que no haya incentivos para que el titular del secreto lo ofrezca, el negocio de estos bienes depende de la introducción de externalidades que permitan su transacción sin la necesidad de divulgar el conocimiento durante todas las fases previas a su transmisión: el momento en el que la transferencia efectiva del conocimiento no hace que se elimine su valor.

25 Original: “[...] simply not enough data to draw any conclusions about the relative social welfare benefits of the various mechanisms that parties can use to minimize or overcome the disclosure paradox” (Burstein, 2013, p. 276). Traducción: “[...] simplemente no hay datos suficientes para sacar conclusiones sobre los beneficios relativos para el bienestar social de los diversos mecanismos que las partes pueden utilizar para minimizar o superar la paradoja de la divulgación” (Burstein, 2013, p. 276, editorial translation).

26 Original: “Exchanging information is critical to innovation” (Burstein, 2013, p. 229). Traducción: “[...] la comercialización de la información es de vital importancia para la innovación y el crecimiento económico” (Burstein, 2013, p. 229, traducción editorial).

Para la resolución técnica de la paradoja de la información de Arrow en la transferencia de secretos industriales, la literatura describe técnicas que emplean el uso de ecuaciones diferenciales y estadísticas basadas en el teorema de Bayes²⁷ para descubrir los incentivos relativos entre las partes y determinar el equilibrio de Nash²⁸ (Leppälä, 2013; Anton; Yao, 2002) o el equilibrio bayesiano perfecto²⁹ (Anton; Yao, 2002) para estos incentivos. Mediante estos artificios es posible calcular estrategias ideales para quien revela el secreto y el adquirente, que operan sobre el acto de divulgación y permiten sucesivas divulgaciones parciales, o divulgaciones de “*know-how* incremental”, de modo que cada divulgación se realiza en la proporción en que la paradoja opera en menor grado. Sin embargo, esta práctica es una solución imperfecta, que no elimina el efecto de la paradoja, ya que la divulgación parcial reduce el valor del *know-how* no divulgado restante (Anton; Yao, 2002), especialmente considerando que la suma de los valores de las partes no corresponde necesariamente al valor de todo el conocimiento. Cabe señalar que estas técnicas son difíciles de apropiarse, lo que representa una barrera para acceder a su utilización.

Es oportuno mencionar que las particularidades de cada negocio pueden determinar el grado en que la paradoja les perjudica. Factores como las “normas de reciprocidad, atribución y reputación” (Burstein, 2013) en el contexto de la industria en la que operan las partes pueden mitigar la dificultad de superar la paradoja. Por ejemplo, las “[...] empresas de capital de riesgo parcialmente superan o Paradoxo da revelação por apoiar-se em suas reputações” (Burstein, 2013, p. 270, traducción propia)³⁰. Este es también el caso de las empresas de biotecnología, ya que la “consolidação na indústria farmacêutica resultou em um número pequeno de empresas que têm a capacidade de realizar desenvolvimento clínico em larga escala e comercialização de medicamentos” (Burstein, 2013, p. 233³¹, traducción propia), lo que hace posible que “[...] a empresa de biotecnologia possa revelar informação a respeito do composto sem revelar o composto em si” (Burstein, 2013, p. 233, traducción propia)³². El contexto reputacional de este mercado atribuye una presunción de veracidad a esta información sobre el compuesto, lo que se traduce en una superación parcial del elemento de capacidad. En consecuencia, las estrategias de divulgación varían en función del

27 Teorema a partir del cual se determina la probabilidad de que ocurra un determinado evento, teniendo en cuenta cierto(s) conocimiento(s) relacionado(s) con el evento.

28 Modelo matemático propuesto por John F. Nash que representa una situación en la que, en un juego en el que participan dos o más jugadores, ninguno de ellos tiene nada que ganar cambiando unilateralmente su estrategia.

29 Caso específico del anterior, en el que (a) las estrategias de cada jugador resultan en acciones óptimas, dadas la creencia del jugador y las estrategias de los otros jugadores; y (b) las creencias de los jugadores son consistentes con el teorema de Bayes siempre que sea posible (Fiani, 2015).

30 Original: “[...] venture capital firms overcome the disclosure paradox in part by relying on their reputations” (Burstein, 2013, p. 270). Traducción: “[...] empresas de capital de riesgo superan parcialmente la paradoja de la divulgación apoyándose en su reputación” (Burstein, 2013, p. 270, traducción editorial).

31 Original: “Consolidation in the pharmaceutical industry has resulted in a small number of firms that have the capability to do large-scale clinical development and drug marketing” (Burstein, 2013, p. 233). Traducción: “la consolidación de la industria farmacéutica ha dado lugar a un pequeño número de empresas que tienen la capacidad de llevar a cabo el desarrollo clínico a gran escala y la comercialización de medicamentos” (Burstein, 2013, p. 233, traducción editorial).

32 Original: “[...] the biotech can disclose information about the compound without revealing the compound itself”. (Burstein, 2013, p. 233). Traducción: “[...] la empresa de biotecnología pueda divulgar información sobre el compuesto sin revelar el compuesto en sí” (Burstein, 2013, p. 233, traducción editorial).

contexto de las partes, y no es posible crear un modelo económico de aplicación general. La necesidad de estipular estrategias para cada transferencia constituye un costo y, por lo tanto, también representa una represión de la demanda de transferencia de secretos industriales.

En términos jurídicos, algunas de las características de la paradoja se evitan introduciendo garantías de que el destinatario, aunque se convierta en titular del conocimiento, no podrá utilizarlo libremente antes de que concluya el contrato (Burstein, 2013). Con alcance general, son los monopolios conferidos por los Estados y las garantías de cumplimiento de estas exclusividades (en Brasil, en particular, estipuladas por las Leyes 9.279/96, 9.610/98 y 9.609/98). Con alcance entre las partes, los contratos que involucran confidencialidad — aunque implícita, a falta de disposición expresa en un instrumento contractual, si se puede inferir esta confidencialidad (Burstein, 2013)—, exclusividad y no competencia. Todos ellos son recursos legales ampliamente utilizados en materia de propiedad intelectual y transferencia de tecnología. Estos derechos y sus garantías de cumplimiento crean incentivos *ex ante* para quien divulga el secreto (Scotchmer, 2004). En la práctica, para los secretos industriales se adopta la estrategia de acuerdos con estipulaciones de confidencialidad (Burstein, 2013; Dyrhovden, 2019) para producir un efecto de eliminación del desincentivo similar al de los monopolios legales, aunque con un alcance restringido a las partes contratantes.

De hecho, estas garantías se traducen en una rivalidad artificial, de modo que se alienta a los agentes a innovar; por ejemplo, se alienta al inventor de un derecho de patente a inventar (Scotchmer, 2004; Fischer, 2001; Benkler, 1999). Del mismo modo (y esto es crucial para este trabajo), la perspectiva de que se produzca la paradoja en el futuro no les disuade de hacerlo. Sin embargo, este no es el caso de los secretos industriales, como ya se ha dicho, ya que su monopolio se deriva de una situación de facto, más que de una constitución o declaración legal. Para los secretos industriales, que carecen de monopolio legal, solo quedan las garantías otorgadas por la ley, que dependen de que el conocimiento siga siendo secreto.

Igualmente consolidado, y actualmente desarrollado en la ciencia, está el hecho de que tanto las normas legales como la tecnología sirven para regular las relaciones interpersonales, incluidos los monopolios y los negocios legales, como la transferencia de tecnología. En palabras de Lawrence Lessig, catedrático de Propiedad Intelectual de la Universidad de Harvard, “Código es Ley” (Lessig, 2004), en el sentido de que, en el entorno virtual, el código de programación regula el comportamiento de forma similar a un código de leyes. En este sentido, los negocios jurídicos que prescinden de los monopolios legales y, por lo tanto, dependen únicamente de monopolios de facto, pueden proporcionar efectivamente una seguridad similar (véase Benkler, 2006; Anton; Yao, 2002).

El uso de soluciones técnicas a este problema, especialmente mediante la informática, puede incluso hacer que los monopolios legales sean superfluos o redundantes, de modo que “[...] a fonte original de novas informações pode ter algum poder de mercado natural mesmo sem direitos de Propriedade Intelectual” (Leppälä, 2013, p. 3, traducción propia)³³, ya que

Criptografia e outras técnicas de proteção de cópias não são limitadas pelas definições legais do Direito. Elas podem ser usadas para proteger todos os tipos de arquivos digitais – sejam seus conteúdos ainda cobertos por direitos autorais ou não, e sejam os usos que usuários desejem fazer excepcionalmente permitidos ou não (Benkler, 2006, p. 415, traducción propia)³⁴.

En términos abstractos, en lo que se refiere al alcance de sus posibles implementaciones, un contrato ‘completo’ permitiría a las partes inmediatas del intercambio evitar los problemas de uso no autorizado y, por lo tanto, no sería necesaria ninguna protección legal (por ejemplo, patentes), además de las garantías de cumplimiento del contrato (Anton; Yao, 2002).

La implementación de métodos que hagan posible esta realidad, especialmente aquellos que no requieren un monopolio legal, aún debe desarrollarse, y “el tema estudiado todavía necesita grandes avances teóricos, como resolver la paradoja de la simetría de la información” (Santos, 2003). Independientemente de la laguna identificada y la falta de tecnología que otorgue una exclusividad perfecta al conocimiento propietario, la adopción de medios técnicos para estos fines es una realidad, como se emplea, por ejemplo, en el sistema de registro de programas informáticos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial de Brasil (INPI) y en varios mecanismos de protección tecnológica utilizados para controlar los usos de los bienes digitales, independientemente de su protección por parte de la propiedad intelectual (véase Benkler, 2006).

Los secretos industriales, con una sustancia de “conocimiento” y una esencia “secreta”, pueden apoyarse en el uso de la criptografía, como se consolida en la literatura (Benkler, 1999; Santos, 2003; Basso *et al.*, 2019), o de técnicas utilizadas en conjunto con la criptografía, como las pruebas conocimiento nulo. Estos métodos aún carecen de investigación y desarrollo, y no existe una solución que otorgue exclusividad, especialmente oponible al adquirente del conocimiento, la naturaleza de la paradoja.

33 Original: “[...] the original source of new information might have some natural market power even without IPR” (Leppälä, 2013, p. 3). Traducción: “[...] la fuente original de nueva información puede tener algún poder de mercado natural incluso sin derechos de propiedad intelectual” (Leppälä, 2013, p. 3, traducción editorial).

34 Original: “Encryption and other copy-protection techniques are not limited by the definition of legal rights. They can be used to protect all kinds of digital files—whether their contents are still covered by copyright or not, and whether the uses that users wish to make of them are privileged or not” (Benkler, 2006, p. 415). Traducción: “la criptografía y otras técnicas de protección de copia no están limitadas por las definiciones legales de la Ley. Pueden utilizarse para proteger todo tipo de archivos digitales, tanto si su contenido sigue estando cubierto por derechos de autor como si no, y tanto si los usos que los usuarios desean hacer están excepcionalmente permitidos como si no (Benkler, 2006, p. 415, traducción editorial).

Pruebas de conocimiento nulo

En abstracto, las pruebas de conocimiento nulo corresponden a la información que prueba el dominio del conocimiento de una persona, pero no lo divulga.

En una comunicación entre entidades con datos diversos, la forma trivial para que una entidad demuestre a otra que tiene un dato es transmitirlo, porque recibir ese dato implica que quien lo entrega lo poseía en ese momento. De manera no trivial, una entidad que afirma tener ciertos datos puede indicar que su afirmación es verdadera transmitiendo información distinta de los datos.

Considerando que el conocimiento de un dato ("D1") es en sí mismo otro dato ("D2"), que consiste en la afirmación de la existencia del primero, si la entidad titular de ese dato ("A") transmite al no titular ("B") el propio dato "D1", opera la paradoja de la información de Arrow.

Para informar de la existencia del dato "D1", sin transmitirlo, la afirmación "D2" puede ser transmitida por la entidad "A" a la entidad "B". Sin embargo, solo la entidad "A" sabe que su afirmación "D2" es verdadera, mientras que la entidad "B" desconoce la veracidad. Dado que la afirmación "D2" es en sí misma la afirmación de la existencia de "D1", si la afirmación "D2" es verdadera, por implicación "D1" existe. Simétricamente, la falsedad de la afirmación "D2" implica la inexistencia de "D1".

Para que la afirmación "D2" transmitida por "A" sea entendida como verdadera por "B" y, en consecuencia, la información sobre la existencia del dato "D1" sea también verdadera, la afirmación "D2" debe consistir en un dato que necesariamente se deduce de "D1", y sea comprendido por "B". En otras palabras, "D2" debe ser información que solo se pueda extraer de "D1", sin embargo, no ser "D1" en sí; y "B" debe ser capaz de entender esto y verificar "D2" cuando lo reciba. "B", sabiendo que "D2" necesariamente implica "D1", también sabrá que la afirmación de que "D1" existe es verdadera, por lo tanto, que "D1" existe.

El concepto puede explicarse mediante una famosa anécdota: en una hipotética cueva formada por dos túneles distintos, solo una puerta secreta los conecta. Los no conocedores que entran en cualquiera de los túneles pueden volver por el mismo camino, pero existe un titular del conocimiento sobre la puerta de conexión. En la discusión sobre la posibilidad de que una persona salga por cualquiera de los túneles, independientemente de por cuál haya entrado, sería posible que el titular del conocimiento transmitiera su *know-how* a los no conocedores, pero desea mantenerlo en secreto. Alternativamente, los no conocedores determinan que admitirían esta posibilidad de salir por un túnel diferente si, durante 40 veces consecutivas arbitrarias, indicaran al individuo uno de los túneles por el que entrar y más tarde uno por el que salir y, en todos los casos, se utilizaran los túneles correctos. El individuo realiza esta tarea con éxito y, por lo tanto, demuestra la posibilidad a los no conocedores, sin transmitir ningún conocimiento (Quisquarter *et al.*, 1990).

Con respecto a los secretos industriales, las pruebas de conocimiento nulo son la información transmitida por la persona que potencialmente divulgará el secreto a su potencial

receptor, y son entendidas por este último como una demostración inequívoca de que el la persona que potencialmente revelará la información efectivamente posee cierto conocimiento secreto (por lo tanto, “prueba”); pero no lo revela (por lo tanto, “conocimiento nulo”).

La información proporcionada que se presume verdadera con la confianza necesaria, o aquella que simplemente indica probabilidad (sobre la cual el adquirente potencial puede suponer el dominio del conocimiento o calcular la posibilidad de tenerlo), pero no demuestra este hecho, no constituye prueba. Del mismo modo, la información que consiste en divulgaciones parciales de conocimiento secreto, o por la cual el conocimiento mismo puede inferirse o deducirse, incluso parcialmente, no constituye conocimiento nulo. Por lo tanto, el conjunto de pruebas de conocimiento nulo está íntegramente contenido dentro del conjunto de información en general.

Contratos inteligentes y cadena de bloques

Los contratos inteligentes consisten en la instanciación de contratos en un entorno digital, de modo que las obligaciones contractuales consisten en “códigos contractuales”, que pueden incluirse, ejecutarse y monitorearse de manera computarizada (Clark, 2018) en este entorno; o, desde el punto de vista informático, “protocolos de transacción computarizados que implementan las disposiciones del contrato” (Kölvart *et al.*, 2016). Son una implementación informática de los negocios legales y, como lo vislumbró su primer impulsor, los contratos inteligentes pueden utilizarse para la “negociación, aceptación, operación y adjudicación” de contratos (Szabo, 1997).

Aunque el uso de contratos inteligentes se implementa popularmente en entornos de cadena de bloques, no se trata necesariamente de tecnologías interdependientes. Cabe señalar que la primera (Szabo, 1997) es más antigua que la segunda (Nakamoto, 2008). Una ventaja de utilizar la tecnología de cadena de bloques junto con los contratos inteligentes radica en el hecho de que representa una implementación actual de la criptografía, pero para hacerlo pueden utilizarse otros entornos, incluso no criptográficos. Por ejemplo, las mismas garantías legales utilizadas por los Estados (por ejemplo, por medio del INPI) pueden satisfacer las necesidades que generalmente se abordan por medio de la cadena de bloques.

Varias soluciones de cadena de bloques son compatibles con la implementación de contratos inteligentes mediante una programación sencilla (Buterin, 2014). En particular, la cadena de bloques de Ethereum utiliza exclusivamente la tecnología de contratos inteligentes para su funcionamiento (Ethereum Foundation, 2015). Este caso de uso es especialmente significativo porque la criptomoneda asociada a esta cadena de bloques y operada por los contratos inteligentes integrados a ella, Ether, en la fecha consultada durante la redacción de este documento, está capitalizada en más de 316 mil millones de dólares.

Se trata, por tanto, de un entorno en el que ya se venden bienes con valores agregados positivos. De hecho, “*Smart contracts* conectados a *blockchain* estão sendo usados para

aplicar automáticamente acuerdos de licenciamiento de PI, que permiten a transmisión de *royalties* em tempo real” (Dyrhovden, 2019, p. 6, traducción p)³⁵. Con respecto específicamente a la transferencia de tecnología,

[...] a tecnologia de *blockchain* pode promover uma ruptura em como essas negociações e integrações podem ser realizadas, necessitando investigações em termos de metodologias, ferramentas ou plataformas e de formação de base de conhecimento na área (Basso *et al.*, 2019, p. 8)³⁶.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Consideraciones iniciales

Con base en la idea de utilizar contratos inteligentes integrados en sistemas de cadena de bloques como herramienta para la transferencia de activos intangibles protegidos por propiedad intelectual, el proyecto inicialmente tuvo como objetivo investigar las oportunidades de estos sistemas para registrar y transferir estos activos. En concreto, se trataba de investigar la pertinencia de la adopción de estos sistemas para una aplicación específica en el contexto de registro y transferencia de bienes protegidos por la propiedad intelectual y, potencialmente, mejorar los sistemas existentes mediante la incorporación de otras tecnologías consolidadas en informática, como las pruebas de conocimiento nulo. La formulación del problema de investigación también identificó el uso efectivo de estos sistemas, generalmente sin modificaciones ni incorporación de otras tecnologías, aplicados en relación con todos los activos intangibles protegidos por derechos de propiedad intelectual de carácter exclusivo o monopolístico. Cabe destacar que no se identificó el uso de estas herramientas en relación con los activos intangibles cuya exclusividad no se deriva de estar legalmente constituidos o declarados, sino, más bien, como consecuencia fáctica.

Por lo tanto, el alcance se limitó a los secretos industriales, ya que son objeto de propiedad intelectual (en detrimento de los secretos en general, por ejemplo) y también los más relevantes económicamente entre los demás de características similares (por ejemplo, los conocimientos tradicionales). Considerando el límite del alcance de este objeto de estudio, se decidió explorar la naturaleza misma de los secretos industriales. Dado que son por definición “secretos”, se decidió excluir el uso de tecnologías para su registro, para centrarse

35 Original: “Smart contracts connected to blockchain is being used to automatically enforce IP licencing-agreements which allow the transmission of royalties in real time” (Dyrhovden, 2019, p. 6). Traducción: “los contratos inteligentes conectados a cadenas de bloques se están utilizando para hacer cumplir automáticamente acuerdos de licencia de PI que permiten la transmisión de *royalties* em tempo real” (Dyrhovden, 2019, p. 6, traducción editorial).

36 Traducción: “[...] la tecnología de cadena de bloques puede promover una ruptura en la forma en que es posible llevar a cabo estas negociaciones e integraciones, lo que requiere investigaciones en términos de metodologías, herramientas o plataformas y la capacitación de base de conocimiento en el área (Basso *et al.*, 2019, p. 8, traducción editorial).

exclusivamente en la transferencia de estos activos, suponiendo que las etapas previas (valoración de la tecnología, por ejemplo) y posteriores a la transferencia (mantenimiento de las cláusulas contractuales) se resuelven entre las partes, en formas ya probadas.

Método propuesto

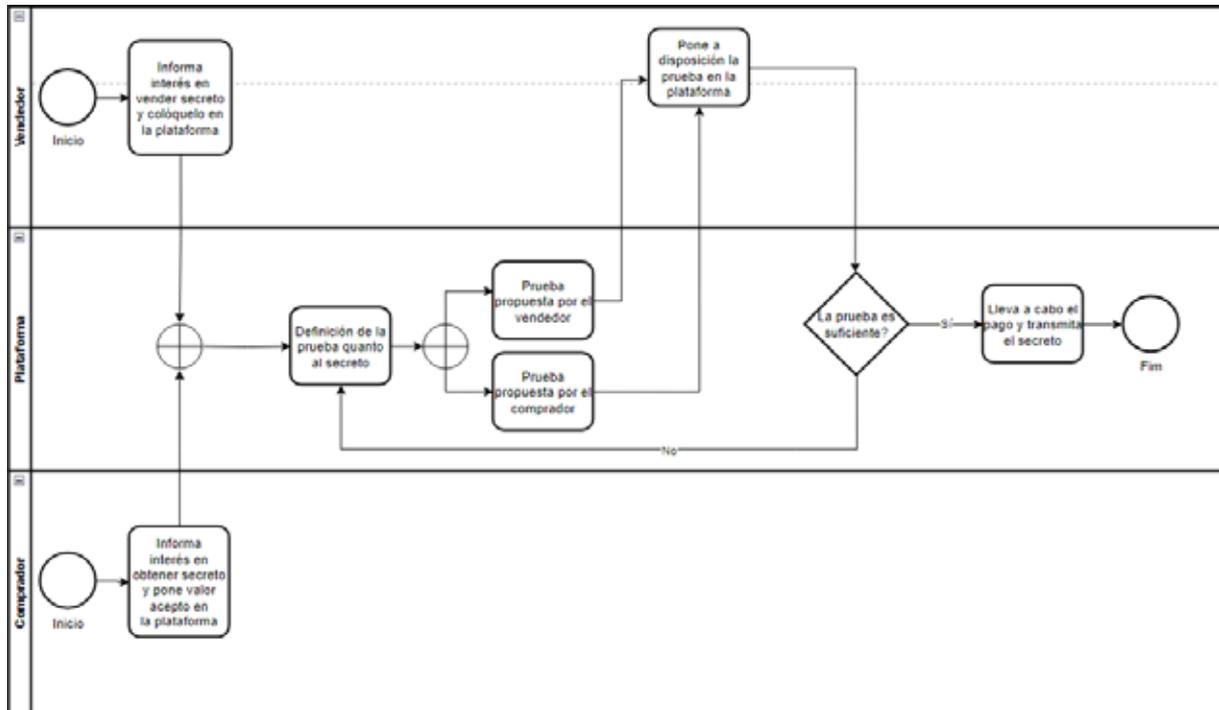
El uso de pruebas de conocimiento nulo, en particular, permite probar que la persona que potencialmente revelará el secreto realmente lo posee y puede divulgarlo. A su vez, la transferencia final ocurre solo después de una etapa intermedia, en la que el adquirente potencial confirma al sistema su convicción de que el titular posee efectivamente el conocimiento y está en condiciones de transmitirlo al adquirente. Por lo tanto, los problemas de capacidad y confiabilidad se resuelven mediante el mismo método (Leppälä, 2013), armoniosamente, en un método sencillo.

La aplicación del método supone que el activo a transferir puede ser y, de hecho, ha sido evaluado previamente por ambas partes del negocio (la persona que potencialmente divulgará el secreto y el receptor), lo que, a su vez, depende de la ausencia relativa de asimetría de la información sobre la capacidad de valoración del bien, es decir, la capacidad de las partes para identificar la utilidad y relevancia del conocimiento (Leppälä, 2013). De hecho, según (Baron, 2019), el uso de contratos inteligentes “[...] ayuda a limitar [...] las asimetrías de información”. El método presentado supone que la parte interesada en el secreto ya tiene información (independientemente de su confiabilidad) de que el secreto existe y la persona que potencialmente revelará el secreto lo posee (yendo más allá, en los casos en que el secreto está disponible previamente en la plataforma de intercambio, configurando una oferta pública del secreto, este supuesto es prescindible). Como consecuencia lógica, el método supone una simetría mínima de información entre las partes (véase Akerlof, 1970) sobre el valor del conocimiento para ellas mismas. Así pues, una vez supuesta la relevancia, quedan por superar dos elementos fundamentales de la paradoja: la capacidad y la confiabilidad.

Algoritmo del método

Visualmente, el algoritmo (serie de instrucciones) del método puede representarse como se muestra en la figura 1.

FIGURA 1—Diagrama de flujo del método propuesto



Fuente: elaboración propia (2022)

Ante estos supuestos, relacionados con la existencia de información sobre el secreto y conocimiento del valor o negociación, el método comienza con la manifestación de ambas partes de su interés en realizar la transacción. Ambas partes deben demostrar colateralmente su interés en la transacción, aunque sea de forma asíncrona. Si los intereses de las dos partes coexisten en un momento dado (es decir, si existe un interés simultáneo), se pasa al siguiente paso del método, que es ejecutado automáticamente por el contrato inteligente.

El titular del conocimiento secreto debe transformarlo en uno o varios archivos digitales y alojarlos en el entorno correspondiente (dependiendo de la instanciación), utilizando la criptografía y los mecanismos tecnológicos de protección habituales para guardar secretos industriales. A continuación, deberá, mediante el contrato inteligente, registrar las referencias a estos archivos, o los propios archivos, en la cadena de bloques o entorno equivalente elegido.

Paralelamente (y no necesariamente de forma simultánea) el potencial receptor del secreto deberá depositar un valor en un monedero vinculado al contrato inteligente, como requisito para proseguir. Este monedero es de libre acceso para el potencial receptor, quien puede disponer libremente de sus fondos durante la ejecución del contrato inteligente y hasta su etapa final.

Si los intereses de las dos partes coexisten en un momento dado (es decir, si existe un interés simultáneo), se pasa al siguiente paso del método, que es ejecutado automáticamente por el contrato inteligente. Este intercambio inicial de información realizado por el contrato inteligente es el comienzo de la ejecución del método. El inicio se desencadena solo ante la presencia simultánea de dos estímulos: la existencia de un registro que haga referencia a un secreto (que indica interés por parte de la persona que potencialmente revelará el secreto), y la ejecución del contrato inteligente, por parte de un interesado, con mención a la referencia que identifica este secreto (que indica interés por parte del potencial receptor).

A continuación, para satisfacer al potencial adquirente de la existencia de capacidad, la plataforma solicita automáticamente a la persona que potencialmente revelará el secreto una prueba de conocimiento. Esta prueba, que es la información a la que se refiere la paradoja de la información de Arrow, puede haberse ya alojado o puede proporcionarse en esta etapa, lo que permite a las partes deliberar sobre la información que se transmitirá como prueba. En cualquier momento, la persona que potencialmente divulgará el secreto puede enviar las pruebas a la plataforma, que se reenvían automáticamente al potencial adquirente para su evaluación, y la referencia a esta transacción se registra en la cadena de bloques.

Si el potencial receptor está satisfecho con las pruebas y desea continuar con la transacción, debe confirmarlo señalándolo al contrato inteligente. Al recibir esta confirmación, el contrato inteligente comprueba si hay fondos suficientes en el monedero del adquirente y si el archivo que contiene el secreto existe en el servidor remoto. En presencia de ambos bienes, el contrato inteligente transfiere de forma automática y simultánea el secreto al adquirente y el pago a la persona que reveló el secreto. Por último, el contrato inteligente registra el historial de operaciones en la propia cadena de bloques, con el fin de consolidarlas de forma pública e inmutable. De esta manera concluye la ejecución del método.

Cabe señalar que todos los pasos descritos en este documento son solo aquellos relacionados con el método en sí. Esta descripción se basa en el método, para el cual es irrelevante el contexto externo en el que se lleva a cabo, incluido el conocimiento de las partes que lo operan. En ningún caso puede deducirse que las partes no se conocen o no han estado en contacto por otros medios. En particular, el intercambio inicial de información de interés y contacto electrónico, a través del contrato inteligente, no significa que las partes carezcan de tal información. Se trata solo de información para la plataforma, para que pueda realizar su funcionalidad; esta información no es necesariamente nueva para las partes.

Superación del elemento de capacidad

En esta etapa, siguen operando dos de los tres elementos de la paradoja identificados en la literatura (Leppälä, 2013): la capacidad del vendedor (la probabilidad de poseer el conocimiento y poder transmitir información sobre él), y su confiabilidad (la probabilidad de revelar este conocimiento y transmitir información confiable sobre él).

Para la resolución de la paradoja de la información de Arrow en las negociaciones de secretos industriales, una estrategia utilizada consiste en la revelación de información intrínseca al conocimiento, pero de tal manera que el conocimiento en sí no se transmite por completo, por lo tanto, el receptor no lo adquiere efectivamente sin costo. Por lo general, esta información depende de la presunción de veracidad por parte del receptor (por lo tanto, de la buena fe por parte de la persona que revela el secreto), que incurre en el elemento de confiabilidad.

De hecho, contextos específicos relacionados con las partes o el mercado en el que operan, como la dependencia de la reputación en los mercados de capitales, Silicon Valley y la biotecnología, permiten a estas empresas revelar información intrínseca al conocimiento, aunque no lo revelan en sí mismo (Burstein, 2013), como una forma de superar parcialmente la paradoja. En este caso, el contexto de confianza inherente a las partes y al medio favorece la presunción de veracidad de la información proporcionada por la persona que revela el secreto, con base en su reputación, y los efectos negativos que la falsedad de esta información generaría para la persona que revela el secreto (Burstein, 2013). Por lo tanto, en estos casos específicos, la capacidad puede ser presumida por el adquirente, lo que representa un riesgo muy bajo.

Alternativamente, el propio conocimiento puede fraccionarse y someterse a una serie de divulgaciones parciales, lo que supera parcialmente la paradoja; pero esta práctica es una solución imperfecta, ya que la divulgación parcial reduce el valor del *know-how* no divulgado restante (Anton; Yao, 2002), lo que representa un desincentivo para la transmisión del conocimiento.

Para superar el elemento de capacidad por medio del método, la persona que potencialmente revelará el secreto también debe poner información a disposición del receptor potencial para demostrar la existencia del conocimiento y su dominio. Por lo tanto, se aplica el uso de información intrínseca al conocimiento mismo, pero que no lo revela, en detrimento, por ejemplo, de divulgaciones parciales sucesivas, de modo que no se produzca un efecto negativo sobre el valor (Anton; Yao, 2002). La innovación instituida por el método para superar la capacidad consiste en el uso de esta información intrínseca al conocimiento como medio de prueba (en detrimento de la presunción), independientemente de las particularidades de las partes o de las industrias en las que operan, como la dependencia de la reputación de la persona que revela el secreto. En este método, el elemento de capacidad se supera mediante el uso de pruebas de conocimiento nulo.

Específicamente, se utiliza la introducción de información intrínseca al conocimiento. Esta información debe tener necesariamente la característica de poder ser generada solo por el titular del conocimiento, pero diferente de este y sin posibilidad de operación inversa (es decir, información que es necesariamente producto del conocimiento secreto; de la que no se puede deducir o inferir el conocimiento mismo). Asimismo, la prueba debe ser comprensible para el adquirente. En otras palabras, presupone la capacidad de ambas

partes para comprender la información y su valor probatorio. Por lo tanto, debe constituir una prueba efectiva (comprensible como tal por las partes), en detrimento de la presunción, e independientemente de las externalidades contextuales.

Para caracterizar la prueba de conocimiento nulo, en sentido estricto, la información admisible como prueba debe consistir en un efecto que necesariamente dependa del conocimiento secreto, como demostración inequívoca de su dominio por parte de la persona que revela el secreto: su capacidad. La mera información sobre un resultado no es suficiente. Por ejemplo, divulgar los resultados sobre la eficacia y la toxicidad de un compuesto, que, con base en la reputación de la persona que revela el secreto, el adquirente supone que son ciertos (véase Burstein, 2013).

La solución mediante el uso de pruebas de conocimiento nulo es comparativamente más general que las que se encuentran en la literatura, ya que es independiente de las características del mercado (por lo tanto, tiende a tener una mayor aplicabilidad fáctica) y es aplicable al conocimiento que no se puede fraccionar. Además, la existencia de los efectos de la reputación no se anula, e incluso contribuye a la superación del elemento de capacidad (y del elemento de confiabilidad con respecto a la información, en ciertos casos, como se analizará a continuación). No se trata de circunstancias y métodos mutuamente excluyentes, sino de elementos que se suman. Por lo tanto, esta innovación aportada por el método constituye una solución suficiente en sí misma, que también puede constituir una solución incremental en los casos en que existan otras.

Ciertamente, también es una solución sencilla (aunque no trivial) en comparación con el diseño de estrategias de divulgación basadas en cálculos de ecuaciones diferenciales y estadística bayesiana (Anton; Yao, 2002; Leppälä, 2013) descritas en la literatura. Precisamente esta característica (la ausencia de la necesidad de formular estrategias complejas dependientes de conocimientos raros) hace del método propuesto una herramienta comparativamente más fácil para acceder a la tecnología. Teniendo en cuenta que la falta de comprensión de la paradoja en sí misma representa una barrera de entrada para los negocios sobre los secretos industriales (Leppälä, 2013), y que la resolución de esta paradoja mediante estas técnicas es una barrera mayor que su propia falta de comprensión (porque lógicamente la resolución depende de su comprensión), el método tiende a llegar a más partes interesadas que las soluciones existentes y reducir el umbral de la barrera de acceso. Además, al igual que las identificadas anteriormente, las soluciones basadas en el cálculo diferencial y el método propuesto pueden aplicarse de forma complementaria, sin inconveniente por la aplicación de este método, para superar el elemento de capacidad.

En cuanto a la accesibilidad del método, y en relación con el elemento de confiabilidad, cabe señalar que la aplicación de pruebas de conocimiento nulo es común en el contexto de la computación, y es un método ampliamente utilizado en entornos de control de acceso de usuarios con privilegios. En la práctica, estos mecanismos se incorporan a los algoritmos de autenticación de usuarios ("*logins*") como prueba de identidad, en la comunicación de máquina a máquina. Existiendo este contexto, la familiaridad de los programadores con esta técnica y

su uso generalizado también contribuye a que el método sea más fácilmente instanciado en contratos inteligentes y auditado por una pluralidad de profesionales y aficionados existentes. En este sentido, al tratarse de una tecnología que se encuentra en una etapa avanzada de desarrollo y ya se ha aplicado y probado ampliamente, existe un riesgo relativamente menor inherente al desconocimiento de los posibles efectos nocivos. En relación con esto, se señala que existe una sinergia entre el uso de las pruebas de conocimiento nulo y las cadenas de bloques, en la medida en que la ejecución de transacciones criptográficas mediante claves públicas, utilizadas en cadenas de bloques, emplea un método similar al de las pruebas de conocimiento nulo para validar la transacción de criptomonedas, específicamente en probar la identidad de quien transfiere el conocimiento.

Superación del elemento de confiabilidad

En primer lugar, cabe destacar que la aplicación de las pruebas de conocimiento nulo, además de resolver el problema de capacidad con respecto a los conocimientos secretos, también resuelve el problema de la confiabilidad con respecto a la información utilizada en estas pruebas. Esto se debe a que si la información consiste en una prueba efectiva (y las partes la entienden como tal), esta información es, por definición, confiable para su receptor.

En cuanto a la confiabilidad relacionada con el conocimiento (la probabilidad de que la persona que revela el secreto transmita el conocimiento y, a cambio, su adquirente pague por esta transmisión), el método resuelve el problema asegurando que el secreto incluido por la persona que potencialmente revelará el secreto se transferirá automáticamente, en una etapa posterior, simultáneamente con el pago. Después de que la evidencia esté disponible, el adquirente potencial debe considerar que la información disponible como prueba es suficiente para garantizar la capacidad y confiabilidad que presupone la transacción. Se trata de una garantía futura que sirve para superar el problema relacionado con este supuesto en una fase temprana.

Debido a la naturaleza de la operación de la cadena de bloques, el perfeccionamiento de los pasos desde la confirmación de las pruebas hasta las transferencias finales y el registro del historial en realidad ocurren simultáneamente. Esto se debe a que toda esta información se lleva a cabo en un solo bloque, y el momento de su ocurrencia corresponde a la fecha y hora precisas (la marca temporal) de la minería de ese bloque. De esta manera, se supera la confiabilidad con respecto a las entregas efectivas; el cumplimiento de las obligaciones sinalagmáticas.

Queda la posibilidad de que una persona que potencialmente revelará el secreto de mala fe guarde en este archivo información que no sea el secreto. Es decir, que los datos facilitados por la persona que potencialmente revelará el secreto, y entregados al destinatario, no se correspondan con el conocimiento pretendido. Sin embargo, no es necesario presuponer la buena fe. Incluso en casos de mala fe, el método es útil para resolver la confiabilidad.

Fundamentalmente, porque el uso de cadenas de bloques también proporciona un registro público con prueba temporal, una característica esencial de la tecnología de cadena de bloques (Nakamoto, 2008; Buterin, 2014; Clark, 2018). Esto garantiza al receptor la posibilidad de impugnar, incluso judicialmente, la veracidad de la información proporcionada como prueba (haciendo así irrelevante, *ex post facto*, la asimetría de la información fundamental para la paradoja), así como la entrega efectiva y completa del conocimiento secreto, y la relación de la información con el conocimiento. Por lo tanto, el uso de la cadena de bloques, en relación con toda la información, da al receptor posiblemente perjudicado la posibilidad de probar, a quien quiera, que la entrega final no corresponde al conocimiento, o que su contenido no conduce a los mismos resultados demostrados por las pruebas de conocimiento nulo. De esta manera, se supera el elemento de confiabilidad para todos los datos: la información proporcionada como prueba, el conocimiento en sí y el vínculo entre ellos. Por lo tanto, la naturaleza pública de la transacción permite al receptor posiblemente perjudicado probar el fraude, ya sea extrajudicialmente (por ejemplo, debido a la influencia de factores externos de presión reputacional) o judicialmente (con base en la Ley).

Por lo tanto, la incorporación de la tecnología de contratos inteligentes tal como se aplica en el método sirve para superar el elemento de confiabilidad en la información proporcionada como prueba para superar el elemento de capacidad. Asimismo, también supera el elemento de confiabilidad con respecto al pago por parte del adquirente a la persona que revela el secreto, al garantizar el cumplimiento de la contraprestación pecuniaria por la recepción del secreto.

Además de la seguridad inherente a estas herramientas, su uso puede acabar prescindiendo de la necesidad de que terceros perfeccionen o validen la negociación, como ocurre con las soluciones legales antes mencionadas. Esto en sí mismo elimina la eventual necesidad de divulgación a más personas. Cabe señalar que, desde el punto de vista de un tercero (cualquier persona ajena a la negociación con acceso al bloque), estos dos posibles objetos —un conocimiento cifrado en sí mismo, o la forma de encontrarlo— son indistinguibles entre sí, en un fenómeno de seguridad por oscuridad.

Por último, como efecto secundario beneficioso, la referencia al conocimiento secreto registrado en la cadena de bloques puede utilizarse como prueba de anterioridad, por ejemplo, en procedimientos de nulidad de patentes, como demostración de la ausencia de novedad. Asimismo, como signo de la capacidad de innovación del titular del conocimiento, de la misma manera que la “[...] Propriedade Intelectual pode servir como um ‘sinal’, congregando muitos usuários complementares” (Burstein, 2013, p. 243, traducción propia)³⁷. Cabe señalar que esta señalización no depende necesariamente de la divulgación del secreto, y las pruebas de conocimiento nulo son perfectamente adecuadas, lo que permite la generar valor (por señalización) independientemente de la pérdida del valor del secreto (por su divulgación).

37 Original: “[...] intellectual property can serve as a “beacon”; “drawing together [...] many complementary users” (Burstein, 2013, p. 243). Traducción: “[...] propiedad intelectual puede servir como una “señal”, reuniendo a muchos usuarios complementarios” (Burstein, 2013, p. 243, traducción editorial).

En armonía, como otro efecto secundario deseable, la naturaleza pública de la negociación por el método permite (independientemente del grado de certeza) suponer que la persona que potencialmente revelará el secreto no está negociando simultáneamente la divulgación del secreto con una pluralidad de adquirentes potenciales por el mismo método público. Así, se introduce la influencia de los factores externos de “atribución y reputación”, que representan incentivos para transmitir información y conocimientos de forma confiable, cuya presunción es la forma en que algunos mercados superan los efectos de la paradoja (Burstein, 2013), especialmente en términos de confiabilidad.

Además, como se ha comentado, la exclusividad es un factor del que depende el precio potencial, ya que representa la diferencia entre un mercado oligopólico y un mercado en libre competencia. En consecuencia, el menor riesgo de exclusividad (por lo tanto, sobre el valor del conocimiento) puede representar una perspectiva (aunque no una expectativa) de seguridad; lo que puede generar un incentivo para que las partes negocien. Esto es especialmente relevante en casos de mercados grandes y anónimos, en los que “[...] os consumidores não sabem quem comprou a informação anteriormente, e não são aptos a executar uma estratégia coordenada puramente baseada em equilíbrio” (Leppälä, 2013, p. 15, traducción propia)³⁸.

CONCLUSIONES

El método propuesto en este trabajo puede adoptarse para superar la paradoja de la información de Arrow, con aplicabilidad general, de forma totalmente eficaz por sí solo o de forma complementaria a otras soluciones. El uso de pruebas de conocimiento nulo y el uso de contratos inteligentes instanciados en cadenas de bloques permiten resolver simultáneamente dos de los tres elementos fundamentales de la paradoja, en muchos casos suficientes para superarlos: capacidad y confiabilidad.

En teoría, el método puede ser aplicable a otros tipos de conocimiento secreto o restringido, como los secretos comerciales, quizás dependiendo de modificaciones. Sin embargo, se trata de una aplicación a un objeto con características diversas, que no formaban parte del alcance del proyecto y, por lo tanto, no se abordaron específicamente durante el desarrollo de este método. A falta de la protección industrial concedida por los tratados internacionales y la legislación sobre secretos industriales, estos otros tipos de secretos dependen de contratos que estipulan la confidencialidad como una obligación de la parte receptora (lo que no puede asumirse ni verificarse de manera consistente y con un alto nivel de confianza) u otros dispositivos para superar problemas específicos de estos tipos de conocimiento. Esto hace que los supuestos específicos del método informado (la superación del elemento de utilidad y la existencia de garantías legales específicas para los secretos industriales) sean inciertos, lo que puede causar problemas debido a la dependencia de la

38 Original: “[...] the consumers do not know who has bought the information previously and are unable to play a coordinated pure strategy equilibrium” (Leppälä, 2013, p. 15). Traducción “[...] los consumidores no saben quién compró la información previamente, y no están en condiciones de ejecutar una estrategia coordinada basada puramente en el equilibrio” (Leppälä, 2013, p. 15, traducción editorial).

existencia, validez y eficacia de estos acuerdos. Por lo tanto, y dado que estas verificaciones son extrínsecas a nuestro método, su aplicabilidad a los secretos en general puede verse comprometida. Por último, en lo que respecta al alcance de aplicación, los secretos de Estado o militares no suelen ser objeto de comercio; cuando lo son, la paradoja resuelta por nuestro método no suele funcionar, ya que suele haber capacidad y confiabilidad. Por este motivo, nuestro método tampoco está desarrollado para esta aplicación.

La creación de una cadena de bloques *ad hoc* para la implementación de transacciones de secretos industriales eliminaría potencialmente la barrera de acceso impuesta por los costos inherentes a las cadenas de bloques existentes. Esto se debe a que tradicionalmente el incentivo para que los pares minen nuevos bloques es la generación de una cierta cantidad de la criptomoneda asociada a la cadena de bloques. En otras palabras, al minar un nuevo bloque, el minero genera para sí mismo una cantidad predeterminada de la criptomoneda asociada a la cadena de bloques específica, que se escribe en el propio bloque minado. Sin embargo, este incremento monetario no deriva de una necesidad técnica; solo representa un incentivo para que los mineros lleven a cabo la operación de la cadena de bloques. Se pueden utilizar otros incentivos en su lugar, con el fin de eliminar el costo monetario relacionado. Sin embargo, la creación de cadenas de bloques *ad-hoc* incurre en el conocido *bootstrap problem*, o problema de arranque. En resumen, se trata de la situación paradójica en la que la seguridad de una cadena de bloques depende de su adopción por una pluralidad de pares, pero esta adopción masiva recursiva solo se produce cuando los mismos pares potenciales identifican seguridad en ella.

Aunque se ha tenido en cuenta todo el estado de la técnica a través de una extensa investigación a lo largo del proyecto, incluso durante las etapas finales de desarrollo, el método desarrollado no busca reemplazar o mejorar los otros dispositivos existentes para superar la paradoja de la información de Arrow. Se trata de una propuesta completa y suficiente en sí misma (una herramienta autónoma), implementable en entornos propicios ya existentes, independientemente de la existencia de otros métodos, modelos, técnicas o estrategias. El método es una herramienta independiente de otras soluciones y puede aplicarse conjuntamente con ellas.

Los estudios futuros pueden centrarse en comparar otros métodos de vanguardia existentes para la negociación en general, y en cómo hacer que estos métodos sean aplicables a los secretos industriales, en función de los resultados expuestos aquí. También se sugiere investigar la posibilidad de métodos que involucren las etapas de negociación y precontractuales, que generen ventajas al método que hemos desarrollado. Por último, también es posible investigar y desarrollar métodos similares que se apliquen mejor a los secretos en general, o a secretos de otras naturalezas específicas, como los secretos empresariales o comerciales. La investigación futura también puede tratar de cuantificar la demanda reprimida que puede aprovecharse mediante la adopción del método. Los desarrollos futuros pueden consistir en la creación de otros métodos, o su instanciación en diferentes entornos, por ejemplo, centrándose en la seguridad. Pueden desarrollarse nuevas versiones del método,

con modificaciones o adiciones de otros elementos; por ejemplo, la inclusión de instrumentos contractuales estandarizados generados por el contrato inteligente y registrados en la cadena de bloques, como paso final.

REFERENCIAS

AKERLOF, G. A. The market for “Lemons”: quality uncertainty and the market mechanism. **The Quarterly Journal of Economics**, [s. /], v. 84, n. 3, p. 488-500. Aug. 1970.

ANTON, J. J.; YAO, A. D. The sale of ideas: strategic disclosure, property rights, and contracting.” **Review of Economic Studies**, [s. /], v. 69, n. 3, p. 513–531, July. 2002.

ARROW, K. J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. *In*: National Bureau of Economic Research. (org.). **Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factor**. Princeton: Princeton University Press, 1962.

BARBOSA, D. B. Do direito de propriedade intelectual das celebridades, em Revista de Propriedade Intelectual. **Direito Contemporâneo e Constituição**, Aracaju, ano 1, p. 1-99, out./dez., 2012a. Edição n. 01/2012.

BARBOSA, D. B. **Uma Introdução à Propriedade Intelectual**. 2. ed. rev. atual. São Paulo: Lumen Juris, 2010b.

BARCELLOS, C. A. L. Know How e segredos industriais. *In*: AZEVEDO, R. (org.). **Cartilha da Propriedade Intelectual**. Porto Alegre: Ordem dos Advogados do Brasil, 2015. p. 28-29. Disponível em: http://www.oabrs.org.br/arquivos/file_55d349cb980bb.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.

BARON, R.; CHAUDEY, M. Blockchain and Smart-contract: a pioneering approach of inter-firms relationships? The case of franchise networks. **HAL**: open science, Lyon, 2019. Disponível em: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02111603>. Acesso em: 13 jun. 2022.

BASSO, F. P.; KREUTZ, D.; RODRIGUES, E.; BERNARDINO, M. Automated technology transfer in MDE as a Service: experiences and research directions. *In*: WORKSHOP EM MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS INTENSIVOS EM SOFTWARE (MSSIS), 1., 2019, Salvador. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 84-93. Disponível em: sol.sbc.org.br/index.php/mssis/article/view/7563. Acesso em: 7 abr. 2021.

BRASIL. **Leis 9.279/96, DE 14 DE MAIO DE 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília: Presidência da República, 1996.

BRASIL. **Lei Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998**. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998.

BRASIL. **Lei Nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998.

BENKLER, Y. Free as the Air to Common Use: First Amendment Constraints o closure of the Public Domain. **New York University Law Review**, New York, v. 74, n. 354, p. 354-446, 1999. Disponível em: benkler.org/Free%20as%20the%20Air.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

BENKLER, Y. **The Wealth of Networks**: how social production transforms markets and freedom. London: Yale University Press, 2006.

BURSTEIN, M. J. Exchanging information without intellectual property. **Texas Law Review**, New York, v. 91, p. 227, 2013. Disponível em: heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/tlr91&div=12&id=&page=. Acesso em: 9 ago. 2021.

BUTTERIN, V. A next-generation smart contract and decentralized application platform. **Ethereum White Paper**, [s. l.], v. 3, n. 37, p. 2-1, 2014.

CHANG, H.-J. **Kicking away the ladder**: development strategy in historical perspective. London: Anthem Press, 2002.

CLARK, B. Blockchain and IP Law: a match made in crypto heaven? **WIPO Magazine**. [S. l.], 2018. Disponível em: wipo.int/wipo_magazine/en/2018/01/article_0005.html. Acesso em: 7 abr. 2021.

CONOSCENTI, M.; VETRO, A.; MARTIN, J. C. Blockchain for the internet of things: a systematic literature review. *In*: IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA), 13., 2016, Morocco. **Conference** [...]. Morocco: IEEE/ACS, 2016. Disponível em: ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7945805. Acesso em: 9 ago. 2021.

DIAMOND, J. **Guns, Germs, and Steel**: the fates of human societies. New York: Norton & Company, 1997.

DYRHOVDEN, S. **Blockchain and trade secrets**: a match made in heaven? London: King's College, 2019.

ETHEREUM FOUNDATION. **Ethereum Whitepaper**. [S. l.], 14 Mar. 2015. Disponível em: ethereum.org/en/whitepaper/. Acesso em: 7 abr. 2021.

FIANI, R. **Teoria dos jogos**. 3. ed. [S. l.]: Campus, 2015.

FISCHER, W. W. Theories of Intellectual Property. *In*: MUNZER, S. (ed.). **New Essays in the Legal and Political Theory of Property**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 168-199. Disponível em: <https://cyber.harvard.edu/people/ffisher/iptheory.pdf>. Acesso em: 13 Jan. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KÖLVART, M.; PULLA, M.; RUUL, A. **Smart Contracts: The Future of Law and eTechnologies**. Genebra: Springer, 2016.

LEPPÄLÄ, S. Arrow's Paradox and Markets for Nonproprietary Information. **Cardiff Economics Working Papers**, [s. l.], n. E2013/2, 2013. Disponível em: https://orca.cardiff.ac.uk/77948/1/e2013_2.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

LESSIG, L. **Code version 2.0**. Nova Iorque: Basic Books, 2006. Disponível em: codev2.cc/download+remix/Lessig-Codev2.pdf. Acesso em: 7 abr. 2021.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: a Peer-to-Peer Electronic Cash System**. [S. l.], 2008. Disponível em: bitcoin.org/bitcoin.pdf. Acesso em: 7 abr. 2021.

QUISQUARTER, J.-J.; MURIEL, M.; GUILLOU, L.; GAÏD, M. A.; SOAZIG, A. G. ; BERSON, T. A. **How to Explain Zero-Knowledge Protocols to Your Kids**. *In*: Advances in Cryptology — CRYPTO' 89 Proceedings, 89., 1989, New York. **Proceedings** [...]. New York: Springer, v. 435. Disponível em: <http://www.cs.wisc.edu/~mkowalc/628.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2021.

SANTOS, J. C. **Propriedade intelectual com ênfase em trade secrets**: Criptologia, Performance Econômica. 2003. Dissertação (Mestrado em Economia)—Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

SCOTCHMER, S. **Innovation and Incentives**. Cambridge: MIT Press, 2004.

SZABO, N. Formalizing and securing relationships on Public Networks. **First Monday**, [s. l.], v. 2, n. 9, 1997. DOI: doi.org/10.5210/fm.v2i9.548.

WANG, D.; ZHAO, J. WANG Y. A Survey on privacy protection of blockchain: the technology and application. **IEEACCESS**, [s. l.], v. 8, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9093015>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ZHENG, Z.; XIE, S.; DAI, H.-N.; CHEN, W.; CHEN, X.; WENG J. IMRAN, M. An overview on smart contracts: challenges, advances and platforms. **Future Generation Computer Systems**, [s. l.], n. 105, p. 475-491, 2020. Disponível em: arxiv.org/pdf/1912.10370. Acesso em: 10 ago. 2021.