

Ciudades y Gobiernos Inteligentes

Carlos Molina Jiménez¹, Carlos Gallegos García², and Rafael Z. Frantz³

¹ Computer Laboratory, University of Cambridge

carlos.molina@cl.cam.ac.uk www.cl.cam.ac.uk/~cm770/

² Gobierno de San Marcos, Guerrero, México

carlosgallegos2012@hotmail.com www.rivierasanmarcos.mx

³ Universidad Regional del Noroeste del Estado de RS, Brasil

rzfrantz@unijui.edu.br www.gca.unijui.edu.br

Resumen Las ciudades que no se desarrollen como ciudades inteligentes están condenadas al aislamiento y rezago porque quedarán al margen de la economía que cada día se digitaliza y globaliza más. Existen actualmente cientos de ciudades que han adoptado el modelo de desarrollo de ciudad inteligente (*smart city*). Las hay en Norteamérica, Europa, Asia y Brasil, pero ninguna en México. Varios beneficios ofrece una ciudad inteligente. Por ejemplo, una ciudad inteligente es visible y alcanzable en el ciberespacio y da a sus habitantes herramientas para integrarse a la economía digitalizada (en línea). También atrae visitantes que enriquecen su economía y cultura. El principal obstáculo para desarrollar una ciudad o una urbanización nueva como lugares inteligentes no es la falta de presupuesto. No se necesitan millones adicionales para empezar. Se necesita de la preparación, visión y entusiasmo de las autoridades de la ciudad y de sus ciudadanos. En este artículo, alegamos que San Marcos en México tiene todas las condiciones para desarrollarse como ciudad inteligente que integre la Riviera San Marcos como una zona de turismo inteligente (*smart tourism*). Introducimos el concepto de ciudad inteligente y sus componentes. De éstos, detallamos solamente uno de los más importantes — el de gobierno inteligente (*smart government* o e-gobierno) que toda ciudad inteligente debe implementar basado en gobernanza algorítmica. Argumentamos que la gobernanza algorítmica puede enmendar varias deficiencias de la democracia que conocemos; es decir, renovarla y mejorarla introduciendo cambios que sin tecnología eran irrealizables. Por ejemplo, con ayuda de la algoritmocracia y otras innovaciones puede dotar al estado de mayor transparencia procesal y legal para tener leyes más justas.

Keywords: Ciudad inteligente · Ciudad sostenible · Turismo inteligente · Gobierno inteligente · Leyes automáticas · Gobernanza algorítmica · Leyalgomata y Algoritmocracia.

1. Introducción a las ciudades inteligentes

Imagínate que vives en una ciudad sin basura en sus calles y en donde vendes la basura que generas en casa en lugar de regalarla (y pagarle la propina) al carro recolector. Claro, si tienes la suerte de estar en casa cuando el carro pasa por tu calle de casualidad y de ser joven y estar sano para salir corriendo a entregarle tu bolsa. Imagínate una ciudad en donde puedes caminar tranquilamente por el centro con tu pareja, tus niños o tus viejos



sin necesidad de torear motociclistas y automovilistas que embisten como verdaderos miuras. Imagínate una ciudad en donde no pierdes el día en una fila para que te atienda un médico, ni en el banco, ni sabaneando a un funcionario público para que te reciba o entregue, y de mala gana, un papel.

Te aseguro que no estás imaginando una ciudad de ciencia ficción, sino una ciudad inteligente como las que ya se están desarrollando y se conocen en inglés como *smart cities*. Ciudades inteligentes tenemos en España (Barcelona, Sevilla, Santiago de Compostela, por ejemplo) y Gran Bretaña (Cambridge, Glasgow, por mencionar dos); Zúrich en Suiza y Copenhagen en Dinamarca son otros ejemplos. Más cerca tenemos a Montreal en Canadá y a São Paulo, Florianópolis, Curitiba, Santa Rosa, Ijuí y otras en Brasil.

Definida de manera simple, una **ciudad inteligente** es una ciudad digitalizada. Es una ciudad que usa la Internet, sensores IoT (*Internet of Things*) para monitoreo, grandes cantidades de datos (*Big Data*), inteligencia artificial y otras tecnologías digitales. Desde el punto de vista económico y social, una ciudad inteligente es aquella que aprovecha la tecnología digital para brindar a sus habitantes servicios en línea (en la Web) que mejoran el bienestar de sus residentes y visitantes. Dichos servicios se conocen como **servicios inteligentes** (*smart services*) y son accedidos por ciudadanos a través de teléfonos celulares, laptops, computadoras de escritorio y otros dispositivos electrónicos.

2. Ciudades inteligentes y ciudades sostenibles

Un concepto estrechamente relacionado con ciudad inteligente es el de *sustainable city*. Éste es un término nuevo que algunos autores traducen como *ciudad sostenible*, otros como *ciudad sustentable*. Ninguna de las traducciones nos parece acertada porque ninguna refleja la idea principal. Más acertado nos parece traducirlo como *ciudad perdurable*. Pero nos inclinamos más por *ciudad inagotable* puesto que nos estamos refiriendo a una ciudad que se desarrolla sin agotar los recursos y riquezas naturales, culturales, humanos, etc. de la región donde se localiza la ciudad. Sería ésta una ciudad que sus autoridades y habitantes desarrollan con visión integral a largo plazo y con preocupación por sus problemas sociales, su economía y su ecología. Los conceptos de ciudad inteligente y ciudad sostenible se entrelazan a tal grado que es difícil y hasta imposible separarlos sin entrar en debates interminables. En estos debates uno debe de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- En estos tiempos, el uso intensivo de la tecnología digital es fundamental para el desarrollo de una ciudad sostenible. Sin tecnología digital no se puede hablar de sostenibilidad.
- Para que una ciudad sea sostenible, primero tiene que ser una ciudad inteligente. Por ejemplo, esa ciudad debe tener tecnología para organizar eficientemente su tráfico de automóviles y para proteger su ecología.
- Es posible desarrollar una ciudad inteligente sin que sea sostenible, pero carecería de sentido —para empezar, sería un desastre ecológico. Por ejemplo, es absurdo desarrollar una ciudad inteligente si para alimentarla no usamos energías renovables.



Dejamos esos debates para los que analizan estos temas de manera filosófica. Como este trabajo tiene un enfoque pragmático, nosotros usaremos los dos términos como sinónimos. Solo aclaramos que el término sostenible resalta el enfoque global, mientras que el término inteligente resalta el enfoque tecnológico.

3. Servicios inteligentes

Las ciudades inteligentes que hemos mencionado en la Sección 1 ya cuentan con varios de los servicios básicos. En Cambridge por ejemplo, un ciudadano que espera un tren, autobús o taxi puede usar su celular para rastrear su transporte y ver cuanto tiene que esperar. El metro de Londres ha substituido (para bien de la ecología), los boletos de papel por el pago con tarjeta bancaria que calcula el costo del viaje cuando el pasajero escanea su tarjeta para entrar y salir del andén. Los ciudadanos de Ijuí pueden instalar paneles solares en sus casas para generar energía para consumo doméstico con la opción de vender la energía sobrante a la red eléctrica de la ciudad. En Santiago de Compostela los visitantes pueden usar sus celulares para mantenerse en línea a lo largo de sus caminos de peregrinaje y ver los menús que ofrecen los restaurantes de su recorrido y reservar.

Son éstos solo algunos ejemplos prácticos, el tema es amplio y el número de servicios que una ciudad inteligente puede ofrecer es inagotable. Los expertos suelen agrupar los servicios inteligentes en varios campos. Mencionamos algunos: una ciudad inteligente fomenta la economía en línea, tiene un e-gobierno que atiende en línea, cuida su ecología, tiene un transporte eficiente, es incluyente porque no olvida a los discapacitados y, lo más importante, fomenta la educación y cultura.

4. ¿Cómo crear una ciudad inteligente?

Una ciudad inteligente no se crea poniendo cables, antenas y servicios inteligentes para encenderlos una tarde como se enciende un árbol de navidad. Esto sería ciencia ficción. En la práctica, el desarrollo de una ciudad inteligente, es decir, su *smartización* es un proceso paulatino: primero se pone la infraestructura digital (red de antenas, servidores, cobertura de internet gratis en los lugares más concurridos y otros) y después se desarrollan e integran gradualmente los servicios inteligentes que brinda la ciudad. El elemento central de una ciudad inteligente es el conocimiento técnico, tecnológico y científico, por lo tanto, necesita formar recursos humanos altamente capacitados. El proceso no tiene fin porque con el avance de la ciencia y la tecnología, la ciudad integra más servicios que mejoran aún más la vida de sus ciudadanos. Por ello, el proceso de desarrollo tiene que ser preferiblemente local, reduciendo hasta donde sea posible la dependencia externa en conocimientos. Es fundamental la creación de un ecosistema entre los sectores público, privado y la academia para fomentar el desarrollo inteligente de la ciudad.

5. ¿Qué hace que una ciudad sea inteligente?

Nosotros sostenemos que las bases de una ciudad inteligente son dos pilares imprescindibles: **la tecnología digital** y **el conocimiento** (ver lado izquierdo de la Fig. 1). Una ciudad inteligente es una ciudad con cobertura



digital, es decir, digitalizada y habitada por ciudadanos con conocimientos amplios que ayudan a seguir desarrollando esa tecnología y a usarla en todos los ámbitos del saber como política, comercio, economía, cultura y artes. Aclaramos que hablamos explícitamente de tecnología digital porque estamos viviendo la era digital. Sin embargo, tómesese en cuenta que la tecnología siempre está evolucionando. Hoy impera la tecnología digital, como hace unos 60 años imperó la tecnología analógica. En el futuro seguramente imperarán otras como la tecnología cuántica (*Quantum Computing* [Crowcroft, 2018]) y se hablará de que una ciudad inteligente tiene que estar, si nos permiten inventar una palabra nueva, *cuantificada*.

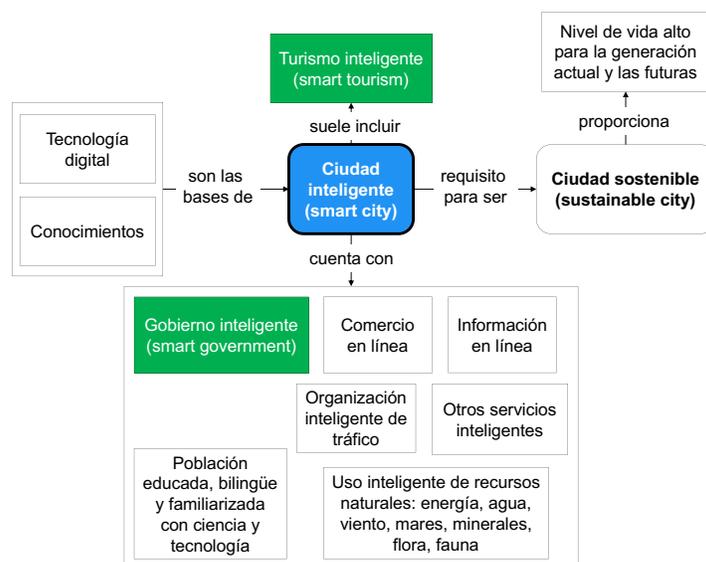


Figura 1. Componentes de una ciudad inteligente.

La tecnología digital y el conocimiento permiten implementar los componentes de una ciudad inteligente. La Fig. 1 muestra aquellos que en este momento nosotros consideramos imprescindibles [Giffinger, 2007], [Chourabi et al., 2012]. Hemos puesto en verde y azul los componentes que estudiamos más detalladamente en este trabajo.

- **Gobierno inteligente (*Smart government*):** Una ciudad inteligente cuenta con un gobierno altamente automatizado que opera en línea con ayuda de centros de mando inteligentes y se conoce como gobierno inteligente [McKinsey and Company, 2018, Zambonelli et al., 2018]. Regresamos a este tema en la Sección 7.
- **Población educada:** Una ciudad inteligente cuenta con habitantes instruidos en tecnología digital. No todos son expertos en todos los temas, pero tienen conocimientos suficientes para usar tecnología digital; por ejemplo, para usar un servicio en línea del gobierno inteligente, o para manejar un automóvil con varios sensores conectados a la Internet. Una ciudad inteligente es una ciudad que participa en el mundo globalizado. Por ende, cuenta con una población bilingüe que habla su lengua nacional (por ejemplo, Español,

Francés o Italiano) e Inglés. El Inglés es actualmente el idioma universal y abre las fronteras de la ciudad y ayuda a sus habitantes a cruzar otras—cuando menos en el ciberespacio.

- **Comercio en línea:** Una ciudad inteligente cuenta con la infraestructura para el comercio en línea que permite compras y pagos en línea. Por ejemplo, un cliente paga desde una computadora usando tarjeta bancaria o desde un celular usando dinero tradicional o dinero digital como la libra esterlina digital (*digital pound*)[Bank of England, 2023] y otros que dentro de poco llegarán al mercado.
- **Información en línea:** Una ciudad inteligente cuenta con oficinas (por ejemplo, del gobierno inteligente y de las escuelas) y negocios ponen en la Internet una descripción de sus servicios y sus horarios.
- **Uso inteligente de recursos naturales:** Una ciudad inteligente valora y usa eficientemente y con respeto el agua, la flora, la fauna y otros recursos naturales. Por ejemplo, la ciudad consume energía eléctrica generada con paneles solares o viento (energía eólica). También monitorea el agua de sus lagos para detectar contaminación. Además, respeta los ciclos naturales de sus lagunas en lugar usar máquinas para abrir canales para forzar sus desagües al mar.
- **Organización de tráfico:** Una ciudad inteligente cuenta con monitoreo de tráfico de automóviles para balancearlo y evitar atascos.
- **Otros servicios:** Los servicios con los que cuenta una ciudad inteligente están en constante evolución, los que aquí mencionamos son solo algunos ejemplos, faltan varios que ya existen y otros que aparezcan en el futuro.

La parte derecha de la figura, ilustra y resume la explicación de la Sección 2: ser ciudad inteligente es un requisito para ser ciudad sostenible. Los beneficios que proporciona una ciudad sostenible (nivel de vida alto para la generación actual y las futuras), los proporcionan los componentes de la ciudad inteligente (parte inferior de la figura), sin ellos, la ciudad sostenible no tiene nada que proporcionar.

Una ciudad inteligente es una ciudad placentera, por ende, suele atraer turistas. Naturalmente, como lo muestra la figura, los servicios turísticos de la ciudad son de turismo inteligente (*smart tourism*). En algunas ciudades inteligentes los servicios turísticos (por ejemplo, Barcelona, Santiago de Compostela y Florianópolis) son parte central de la economía de la ciudad y al mismo tiempo de su infraestructura inteligente. El desarrollo turístico de San Marcos está ya encaminado hacia esta dirección.

6. Desarrollo de San Marcos como ciudad inteligente

En los países industrializados ya hay varias ciudades inteligentes consolidadas y cada día emergen más. Nos atrevemos a vaticinar que dentro de unos cinco años ser ciudad inteligente será un requisito para todas las ciudades del mundo porque éstas ayudan a solucionar varios de los problemas globales como la contaminación del planeta. No ser ciudad inteligente será una muestra de irresponsabilidad e ignorancia de sus autoridades. Para entonces los alcaldes promoverán las ciudades que gobiernan como ciudades inteligentes y alardearán de los servicios que ofrecen a los residentes y visitantes. Preocupante es que el concepto de ciudad inteligente sea



aún poco conocido y entendido en San Marcos. Esto no debe sorprendernos puesto que aún no hay ninguna ciudad inteligente ni en Guerrero ni en México. ¿Tiene San Marcos las condiciones para tomar la delantera?

La respuesta es sí y ya la tomamos: San Marcos ya está dando los primeros pasos hacia su desarrollo inteligente. El desarrollo de la Riviera San Marcos nos ha dado la oportunidad y necesidad de desarrollar San Marcos como ciudad inteligente que incluirá la Riviera como zona de **turismo inteligente** (*smart tourism*).

San Marcos será la primera ciudad inteligente de Guerrero y una de las primeras de México. Ciertamente para esto se requiere dinero; pero para empezar necesitamos miles, no millones de pesos. Por ejemplo, una antena de las que se usan en las ciudades inteligentes cuesta alrededor de 500 dólares y con dos de ellas bastaría para dar señal a gran parte de territorio del municipio. Se puede empezar con sensores simples que cuestan alrededor de 10 dólares controlados por computadoras pequeñas (por ejemplo, Raspberry Pi, Arduino) que cuestan alrededor de 40 dólares.

El dinero es secundario. Primordial es la iniciativa de autoridades visionarias que no le teman a la tecnología, ni a lo desconocido. Se requiere de hombres de negocios emprendedores que le apuesten a lo nuevo, de ciudadanos que dominen las ciencias y las tecnologías y del establecimiento de vínculos con ciudades que ya han avanzado en esa dirección para intercambiar con ellas conocimientos y experiencias.

Muchas serán las recompensas al seguir un desarrollo de ciudad inteligente. Por ejemplo, paulatinamente limpiaremos las calles y caminos de San Marcos de basura y de animales domésticos deambulantes. Protegeremos nuestra flora y fauna silvestre, incluyendo la acuática. La tecnología nos ayudará a tener una ciudad con espacios y oportunidades para los discapacitados. Con un tráfico organizado recuperaremos espacio de los autos y las motocicletas para darlo a peatones y ciclistas en las calles del pueblo y en los caminos que lo unen a los barrios como San Miguel y El Tecómate y tendremos mejor salud física y mental. Tendremos restaurantes, hoteles, y otros comercios, en línea para reservas y pagos en línea y estaremos listos para competir en el turismo internacional donde el pago con dinero en efectivo ya es obsoleto.

6.1. Turismo inteligente en la Riviera San Marcos

Un desarrollo turístico tradicional como el que siguió Acapulco agota la infraestructura turística y los recursos naturales de la zona en poco tiempo. Es un desarrollo insostenible y no recomendable para la Riviera San Marcos. La Riviera San Marcos debe desarrollarse como una zona de turismo inteligente que sea sostenible y atraiga al turista educado que además de dejar divisas, deja cultura y conocimientos porque al disfrutar del lugar, se preocupa, respeta y valora la ecología, la cultura y el bienestar de los anfitriones. Sobre turismo inteligente [Gretzel and Dr., 2018, Gretzel and Koo, 2021, Gretzel et al., 2015, González-Reverté, 2018] escribiremos otro artículo.

6.2. Infraestructura digital y servicios inteligentes

La Fig. 2 presenta un bosquejo de lo que sería San Marcos si lo desarrollamos como ciudad inteligente. Sobre el mapa actual de la ciudad hemos sobrepuesto parte de la infraestructura digital y algunos de los servi-



cios inteligentes. Mencionamos brevemente solo los puntos más importantes de la figura. La antena representa el inicio de la infraestructura de comunicaciones digitales que dará cobertura a la ciudad y sus alrededores incluyendo la franja costera de interés turístico que la figura (para reducir tamaño) no muestra.

La granja de paneles solares indica que la ciudad consumirá energía renovable. El gobierno inteligente o e-gobierno (explicado en Sección 7) gobernará la ciudad con apoyo de la tecnología digital. El e-gobierno usará la cobertura digital para proporcionar acceso gratis a la Internet en áreas estratégicas como la zona comercial. También usará sensores como guardianes, por ejemplo, detectar niveles inaceptables de contaminación del aire, mar, lagunas y ríos. El e-gobierno del municipio paulatinamente pondrá en línea sus servicios y en tiempo real monitorizará la dinámica de la ciudad como embotellamientos, accidentes, incendios e inundaciones.

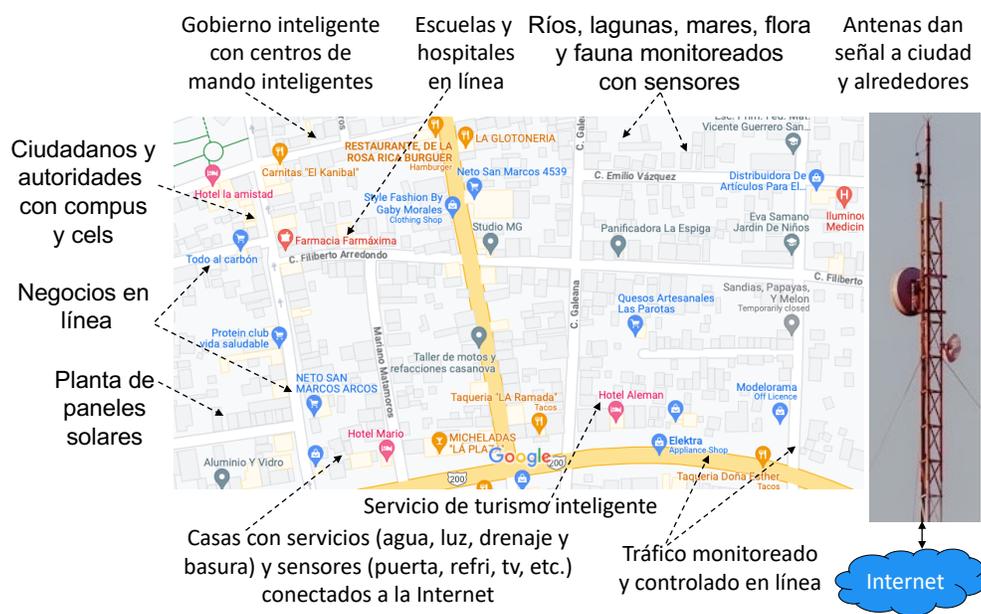


Figura 2. San Marcos, un ejemplo de ciudad inteligente.

Sabemos que el desarrollo de una ciudad inteligente es lento y complejo. Recomendable es empezar con cautela y con lo más básico y barato, con el objetivo de aprender. Recalamos que las autoridades actuales del municipio con participación del Instituto Tecnológico de San Marcos y de ciudadanos ya están trabajando para desarrollar la infraestructura y servicios mostrados en la Fig. 2. Mencionamos aquí algunos ejemplos.

En San Marcos ya está instalada una antena que cubre 20 KMs de radio. Por otro lado, al desarrollarse como ciudad inteligente con la Riviera San Marcos como zona de turismo inteligente, San Marcos consumirá alrededor de 15 Megawatts de energía, es decir, 5 más de los 10 que consume actualmente y que son generados por la termoeléctrica de Petacalco —planta que quema carbón importado que ha y sigue contaminando gravemente la zona [MND staff, 2022]. Los 5 Megawatts faltantes se generarán con energía renovable. Para esto, las autoridades de San Marcos en colaboración el Instituto Tecnológico ya están proyectando una granja de



paneles solares que generará los 5 Megawatts adicionales que necesitamos. Además, las autoridades actuales ya empezaron a digitalizar las oficinas del ayuntamiento. Al mismo tiempo, el municipio ya está internacionalizándose; por ejemplo, las autoridades ya han establecido lazos de colaboración a nivel de alcaldía con la ciudad de San Rosa [Santa Rosa, 2023] y la Universidade Regional Do Noroeste do Estado do Rio Grande Do Sul (Campus Ijuí) [Unijui, 2023] para colaborar en el proyecto de *Cidade Inteligente* [Sawicki et al., 2023] que tiene el objetivo de desarrollar Santa Rosa como ciudad inteligente.

El Tecnológico también se está internacionalizando, ya ha creado un centro de lenguas extranjeras en donde imparten Inglés obligatorio para todos sus estudiantes con el objetivo de graduarlos como profesionales bilingües. Al mismo tiempo, algunos servicios turísticos ya han adoptado el modelo de turismo inteligente; sobresale aquí el *Hotel Alemán* porque genera con paneles solares el 80 % de la energía que consume, recicla plástico y fomenta el uso de materiales biodegradables dentro de sus instalaciones. En la Riviera de San Marcos, el fraccionamiento *El Dorado Eco-Residencial* es un ejemplo a seguir. Localizado a 1 KM de la playa y a escasos metros de la laguna, este fraccionamiento fue diseñado con visión de turismo inteligente. Entre otras responsabilidades, este fraccionamiento promueve el respeto y la preservación de la abundante flora y fauna acuática y de zonas húmedas del lugar. Los ciudadanos también participan. Algunos de ellos ya están instalando los primeros sensores en sus casas para *smartizarlas*.

7. Gobiernos inteligentes, gobernanza algorítmica y automatización

Un gobierno inteligente (*smart government*) es aquel que usa la tecnología para automatizar sus tareas y opera en línea. Algunos autores usan el término gobierno electrónico, e-gobierno (*e-government*) en lugar de gobierno inteligente. Hay diferentes niveles de automatización. En el nivel más elemental el gobierno inteligente automatiza trámites que ya conocemos como la obtención de una acta de nacimiento, pago de impuestos, cobro de pensión, etc. Con el avance de la tecnología el nivel de automatización avanza hacia el otro extremo en donde los gobiernos automatizan, al menos parcialmente, sus leyes de manera integral y revolucionan drásticamente los sistemas jurídicos que hemos usado durante siglos. Por ejemplo, el gobierno del Estado de Guerrero podría automatizar, el Código Civil [H. Congreso del Estado De Guerrero, 2013] y el gobierno federal podría automatizar Ley del ISSSTE [de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2023]. De la misma manera un país puede automatizar su constitución política. Por ejemplo, Francia podría automatizar sus leyes que están basadas en sistema jurídico continental, es decir, el Código Francés [Cartwright et al., 2016]) y Gran Bretaña podría automatizar sus leyes que siguen el sistema jurídico anglosajón.

La automatización de leyes es un campo del saber que surge de la convergencia entre el Derecho y la tecnología digital. Es un tema nuevo que se ha estado estudiando desde hace 10 años aproximadamente y daría lugar a una sociedad legislada, al menos parcialmente, **automáticamente por algoritmos y programas**. Esta forma mecánica de gobernar recibe el nombre de *Lex Cryptographia* [Wright and Filippi, 2017], Leyes Automáticas, Leyes Computables (*Computational Law*) [Genesereth, 2021, Law.MIT.edu, 2021, Love and Genesereth, 2005], [Micheler and Whaley, 2020], Leyes Programables, Leyes Algorítmicas, Gobernanza Digital [Werbach, 2020],



[Kalpokas, 2019, Gamito and Ebers, 2021], Gobierno–basado en datos (*Data–driven government* [Janssen et al., 2022]), Gobernanza Algorítmica, Leyalgotata [Molina-Jimenez, 2023] y otros términos similares. Nosotros tomamos estos términos como sinónimos pero preferimos los dos últimos. El primero porque hasta ahora es el más aceptado y el segundo porque refleja la idea central y alerta de los riesgos (ver Sección 8.1).

Independientemente del término usado, lo fundamental es la automatización de las tareas del gobierno con ayuda de algoritmos y programas. Explicamos estos conceptos. Un **algoritmo** es el diseño de un sistema que soluciona un problema, por ejemplo, pago automático del consumo de energía eléctrica. Dicho diseño suele escribirse en papel, con texto, figuras, líneas y ecuaciones. Un **programa** es la traducción del algoritmo en un lenguaje de programación (por ejemplo, Java o Python) para que sea ejecutable por una computadora [Felizia et al., 2022]. Por analogía, un algoritmo sería el plano de una casa y un programa sería la casa construida con ladrillos y cemento. Explicamos automatización con un ejemplo. Si la ley del ISSSTE estuviera automatizada y estipulara que la esposa tiene derecho a percibir 90 % de pensión por viudez, al fallecer el esposo, la viuda recibiría automáticamente sus pagos mensuales sin realizar trámite alguno —los programas que automatizan las leyes se encargarían del trámite.

7.1. Evolución de la convergencia entre el Derecho y la Tecnología

La tecnología está cambiando la ciencia jurídica radicalmente. Su incidencia abarca desde la automatización del Derecho de fondo y de forma, el sistema de justicia hasta la actividad laboral en los estudios jurídicos. El cambio ha tomado varias décadas. Como lo resume la Fig. 3, la convergencia entre el Derecho y la tecnología⁴ fue progresiva. Antes de la década de 1980, el Derecho y la tecnología avanzaban separados, todo el trabajo legal se realizaba manualmente, al igual que la aplicación o cumplimiento de la ley.

En los años 80 aparecen los procesadores de texto (ChiWriter, WordStar, Word y otros) que permiten escribir y archivar documentos digitalmente; esto acerca el Derecho y la tecnología. Aproximadamente en 1997, aparece el concepto de contrato inteligente (*smart contract*) que promete automatizar las leyes y borra para siempre la línea que antes separaba el Derecho de la tecnología. En 2008, con el surgimiento de la plataforma Bitcoin, aparecen las blockchains y las criptomonedas. En 2017, con el surgimiento de la plataforma Ethereum, los contratos inteligentes se consolidan e impulsan la automatización de las leyes. Posiblemente en el futuro veremos mayor interacción entre Derecho y tecnología y mayor automatización, ambos confluirán en varias áreas como criptografía, IoT (*Internet of Things* o Internet de las Cosas) e IA (Inteligencia Artificial). Probablemente veremos contratos celebrados “ad-hoc” y contratos multimedia (con texto, fotos, vídeos, etc.) y firmas electrónicas más avanzadas. Se consolidarán conceptos que apenas están emergiendo como las leyes legibles por computadoras (Machine Readable Legislation, MRL) que al ser codificadas (texto con etiquetas en lugar de documentos Word o PDF) pueden ser leídas remota y automáticamente por los programas que aplican las leyes. Se usarán contratos multimedia entrelazados por direcciones de URL que formarán una red de contratos inter-

⁴ Usamos el término “tecnología” para referirnos a la tecnología digital como computadoras, programación e Internet; en Español le llaman TIC e Information and Communication Technology (ICT) en Inglés.



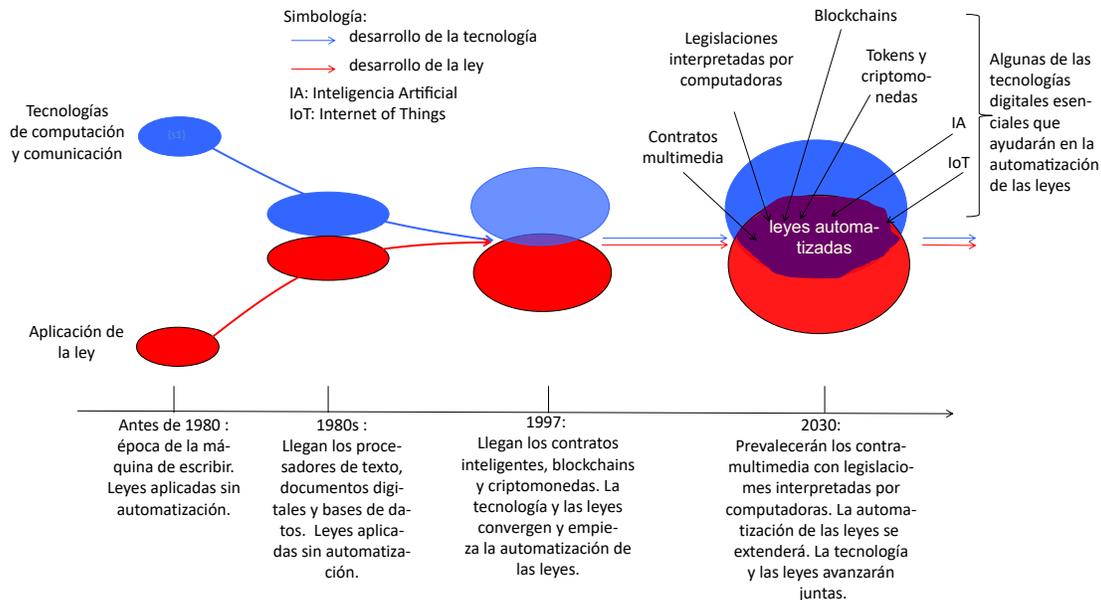


Figura 3. Evolución de la convergencia entre el Derecho y la Tecnología.

relacionados que permitirá a un abogado buscar (e.g., contratos antecedentes y subsecuentes de un contrato) y navegar sobre la red de contratos como hoy busca y navega sobre páginas web [Hazard and Haapio, 2017].

8. ISLA: Ingeniería de Software para Leyes Automáticas

La Fig. 3 muestra que las leyes automáticas nacen de la convergencia de dos disciplinas: el Derecho y la tecnología digital. Aquí surgen varias preguntas:

¿Qué profesionales se encargarán de formular las leyes automáticas?, ¿Qué profesionales se encargarán de programar esas leyes y de aplicarlas?. ¿Quiénes diseñarán los algoritmos y escribirán los programas para automatizar esas leyes? ¿Quiénes examinarán los algoritmos y programas y los aprobarán? Los profesionales que participen en estas actividades deberán dominar una disciplina nueva que surge de la convergencia del Derecho y la tecnología digital. Nosotros le llamamos **ISLA** (Ingeniería de Software para Leyes Automáticas) esta disciplina. La definimos como una rama de la Ingeniería de Software tradicional que estudia la forma de transformar leyes escritas en lenguaje natural a algoritmos y de ahí a programas de computadoras que ejecuten las leyes automáticamente. Actualmente no hay ni en México ni en ningún otra país profesionales que dominen ISLA. Hay ingenieros de software que conocen la tecnología pero desconocen el Derecho y abogados que conocen el derecho pero desconocen la tecnología.

El problema se debe a que en la actualidad las carreras universitarias de Abogacía e Ingeniería de Software no están acopladas. Por ejemplo, la formación académica actual en las facultades de Derecho no es suficiente para enfrentar los desafíos planteados en una sociedad cada vez más digital. Pensamos que la solución más adecuada es que la carrera de abogacía enseñe conocimientos de lógica, algoritmos y programación que ayuden

a los abogados a entender leyes automatizadas. Existen pocos programas de Derecho en el mundo que preparan a los estudiantes para las funciones legales emergentes. Recién están surgiendo grupos de estudios y carreras de postgrado en estos temas en las principales universidades del mundo como Stanford, Harvard, MIT y Viena.

Nosotros consideramos que estos programas de posgrado son una solución temporal para paliar la emergencia. ISLA es una solución más integral e implicaría la apertura de una carrera universitaria para 1) Educar profesionales que dominen la Ingeniería de Software y sean capaces de interpretar las leyes escritas en lenguaje natural de tal manera que sepan codificarlas correctamente en lenguajes de programación, a pesar de las ambigüedades de que las leyes adolecen. En otras palabras, necesitamos profesionales que dominen las tecnologías digitales ⁵. y el Derecho. 2) Formar profesionales e instituciones que sean capaces de comprender, verificar, aprobar o rechazar un programa para automatizar leyes antes de llevarlo a la práctica. 3) Preparar profesionales (e.g., policías, jueces) que sean capaces de interpretar los resultados de un sistema para automatizar una ley, por ejemplo, un fallo judicial y las evidencias que el programa usó para arrojar el resultado (por ejemplo, multar a alguien); cabe aclarar que algunas leyes por su complejidad (o para obtener eficiencia y flexibilidad) requieren de soporte humano.

8.1. La ley algomata y los riesgos de la automatización

Una sociedad con un gobierno inteligente con un grado alto de automatización sería una sociedad gobernada por algoritmos y programas ejecutados en computadoras conectadas a la Internet. Sin embargo, no olvidemos que ninguno de estos componentes está libre de fallas simplemente porque no es humanamente posible evitar errores. Bajo esta limitación humana, tenemos que aceptar que los algoritmos y los programas pueden tener errores cometidos por la persona que los creo, la computadora en donde se ejecuta el programa puede averiarse (por ejemplo, fallarle el disco) y la Internet puede fallar y dejar desconectadas la computadora. A estas fallas accidentales, agreguemos atentados alevosos cometidos por delincuentes cibernéticos como la contaminación por virus y robo de información. Dentro de este ambiente de operación, uno debe de preguntarse: ¿Qué riesgos hay en la automatización de las leyes.? Muchos y mucha debe de ser la cautela al seguir este camino.

Para resaltar la importancia de este problema, en esta sección usamos el nombre **Ley algomata** en lugar de gobernanza algorítmica. Algomata es una palabra que hemos inventado. Tiene una semántica profunda y se compone de dos vocablos: *algo* que proviene de algoritmo y *mata* que proviene de autómeta. La definición de algoritmo la hemos dado en la sección 7. Un autómeta es la representación gráfica de un algoritmo.

El autómeta de la Fig. 4 representa un algoritmo como el que se usaría para juzgar a un acusado: El tribunal emite su veredicto. El acusado queda en libertad (se va a casa) si es declarado inocente o a prisión si es declarado culpable. Si estando en libertad la persona reincide, será enviado a prisión otra vez. Si estando en prisión el sentenciado apela, el tribunal re-abre el caso. Autómetas como el de la Fig. 4 usarán los expertos en ISLA para representar gráficamente los algoritmos usados por los gobiernos inteligentes siempre bajo la amenaza latente

⁵ Hablamos de dominio pleno a nivel de algoritmos y programación que va más allá de conocer utilerías como Windows, Excell, Word, Power Point, navegadores, Google y whatsapp.



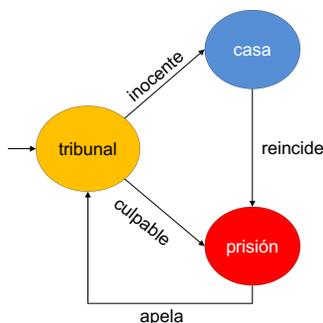


Figura 4. Ley representada por autómata.

de los errores. Las consecuencias de estos errores pueden ser leves (por ejemplo, la condonación de una multa por exceso de velocidad o el pago doble de ésta) o graves e irreversibles como el ejemplo de la Fig. 5.

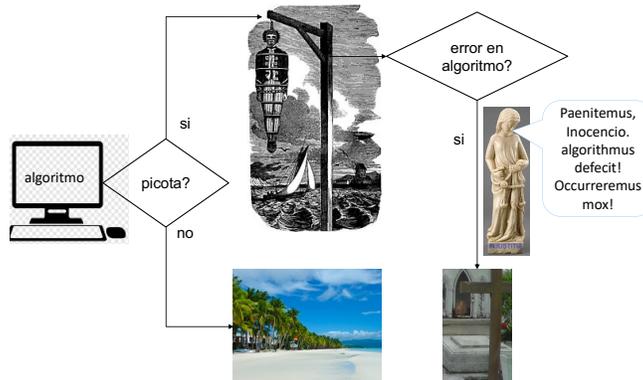


Figura 5. Riesgos de la aplicación de la ley algomata.

La figura supone que un gobierno inteligente usa la ley algomata para juzgar a un acusado bajo justicia medieval. El veredicto lo emite el algoritmo mostrado en la pantalla ⁶. El acusado es liberado (se va de vacaciones) si es declarado inocente y condenado a la picota si es declarado culpable. Sin embargo, como lo muestra la figura, es posible que después de la ejecución del acusado, alguien descubra que, debido a un error accidental o a un virus alevoso, el algoritmo envió a la picota a un inocente. El riesgo de error de las leyes automatizadas puede disminuirse, pero nunca será cero; por lo tanto, deben de usarse con cautela cuando las consecuencias sean catastróficas. En general, cualquier tecnología tiene riesgos de falla. La tecnología que se usa en ciudades inteligentes falla de vez en cuando. Por ejemplo, los sensores que controlan la temperatura de un calentador doméstico pueden fallar o ser atacados por un *hacker* (pirata cibernético) para apagar o hacer explotar el calentador. El mismo riesgo tienen los sensores que usan los autos modernos para controlar sus frenos y velocidad.

⁶ Más preciso sería decir el programa (no mostrado en la figura) que implementa el algoritmo.

9. De la gobernanza tradicional a la algorítmica

La gobernanza algorítmica ayuda a resolver algunos problemas pero crea nuevos desafíos para los responsables de legislar. Sabemos que los programadores ya tienen la tecnología para implementar la gobernanza algorítmica, no obstante, la tecnología sola no es suficiente. Falta aún lo más complicado: que los profesionales del Derecho la adopten. Existen diversos planteamientos legales complejos que deben resolverse antes de adoptarla. Mencionamos aquí los más importantes: Primero, necesitamos tener leyes apropiadas para que la gobernanza algorítmica logre estabilidad y sea legalmente reconocida. Segundo, determinar si la gobernanza algorítmica debe o no regularse de forma independiente, es decir, fuera de los marcos legales vigentes. Tercero, establecer el órgano encargado de ejercer el control. Cuarto, nos preguntamos si la gobernanza algorítmica debe cumplir con las mismas etapas que se requieren para elaborar una ley democráticamente. Por ejemplo, lo normal es que el procedimiento para sancionar una ley exija la aprobación del proyecto de ley por las dos cámaras del poder legislativo y la promulgación (y su posterior publicación) por el Poder Ejecutivo.

10. Cambios radicales al gobierno y democracia

Pensamos que lo más valioso de la gobernanza algorítmica no es la automatización de las viejas leyes para aplicarlas más rápido, a menor costo y con mayor eficiencia. Eso es útil pero el mayor beneficio es la posibilidad de introducir cambios radicales que remedien algunas de las deficiencias de los sistemas que nos gobiernan desde hace siglos, para tener leyes más justas. Durante siglos hemos vivido una democracia que adolece de varias limitaciones [Emerson, 2018]. La tecnología nos da ahora una oportunidad de mejorarla introduciendo cambios que sin tecnología eran irrealizables. Si aprovechamos la coyuntura del cambio de gobernanza tradicional a gobernanza algorítmica y usamos la tecnología con creatividad, podríamos mejorar la ciencia jurídica. Como ejemplos, mencionamos a continuación algunas ideas:

- **e-democracia** (*e-democracy*): La Internet no pertenece a ninguna empresa o gobierno. Es un medio de comunicación que compartimos todos: gobiernos, empresas, autoridades y ciudadanos. Ciertamente hay algunas restricciones, pero podemos decir que nadie la controla: nadie dicta quien se puede conectar ni que información puede enviarse. Como está al alcance de todos, todos podemos usar la Internet para expresar ideas y fomentar la democracia en línea, algunos autores la llaman e-democracia (*electronic democracy*). Los grupos de mensajería como whatsapp y twitter y redes sociales como facebook son ejemplos de espacios en donde se practica la e-democracia. En ellos cualquier ciudadano puede expresar ideas sin temor a la censura y represalia del gobierno porque estos espacios no están al alcance del control de ningún gobierno.
- **e-democracia** (*e-democracy*): La tecnología digital ofrece los mecanismos para tener gobiernos inteligentes y e-democráticos [Council of Europe, 2021, Council of Europe, 2009]. Un gobierno e-democrático es elegido con amplia participación ciudadana gracias a la libertad de expresión que dan los foros de debates que no están al alcance del control del gobierno. Ejemplos de estos foros son los grupos de mensajería



como Whatsapp, Twitter y redes sociales como Facebook. En éstos, los ciudadanos pueden expresar ideas al margen de los canales tradicionales como periódicos, libros, radio y TV que no siempre están al alcance.

- **Control de presupuesto:** Con tecnología digital podemos implementar sistemas que le den seguimiento puntual a cada centavo que ingrese y egrese de las arcas del gobierno y controlar su uso. Por ejemplo, podemos crear 100 monedas digitales, marcarlas y asignárselas a la dirección de ecología para compra de equipo de monitoreo de agua. Gastarlas en algo distinto es prohibido y automáticamente rechazado por el sistema bancario de pago.
- **Transparencia:** Un gobierno inteligente puede poner en una base de datos en línea sus libros de ingresos y egresos en donde reporte automáticamente cada transacción en formato estándar. De esta manera cualquier ciudadano puede usar su computadora remotamente y ejecutar un programa que se conecte a la base de datos y verifique que no falta ni sobre centavo alguno y que cada uno de ellos se ha gastado en lo que fue presupuestado. Este tipo de control ayudaría mucho a transparentar los gastos de los partidos políticos.
- **Presupuesto participativo (*participatory budgeting*):** La tecnología digital hace posible la implementación de las ideas del presupuesto participativo [Aziz and Shah, 0000]. En este sistema, los ciudadanos tienen la posibilidad de opinar al momento de elegir a sus autoridades. Pero además pueden opinar (directamente, no por medio de los diputados que los representan) al momento en que los ganadores de la elección gastan el dinero público [Aziz and Shah, 0000].
- **Leyes preventivas:** Las leyes de los gobiernos actualmente son punitivas: se aplican para castigar al que ya ha cometido un delito y reparar (cuando es posible) el daño de la víctima. Por ejemplo, se castiga a un ladrón o un agresor. Con la tecnología digital, es posible implementar leyes preventivas que impidan a los ciudadanos cometer delitos. Por ejemplo, el sistema tributario podría cobrar automáticamente los impuestos en vez de tomar el riesgo de que la empresa no pague y después multarla. Un ejemplo más complejo y polémico sería la detención de un asesino potencial antes de que asesine a la víctima. La tecnología digital (por ejemplo, sensores, expedientes médicos digitalizados, inteligencia artificial y otras) permiten implementar estos sistemas pero abren la pregunta: ¿Es ético juzgar a un individuo por un delito que aún no ha cometido? El reto aquí es implementar leyes preventivas respetando los derechos humanos.
- **Votaciones para cargos públicos:** Si en el futuro seremos gobernados por leyes automáticas, quizá en el futuro votaremos no por el partido que tenga el mejor candidato, sino por el que tenga los mejores programas para automatizar las leyes, por ejemplo, por el partido que garantice más y mejor transparencia o por el que tenga las mejores versiones de los programas de inteligencia artificial como el ChatGPT [OpenAI, 2023] que ahora está de moda. Debe preocuparnos que si la ignorancia digital sigue imperando, votaremos por el partido que mejor sepa usar programas de inteligencia artificial como el ChatGPT para engañarnos, por ejemplo, con noticias, fotos y vídeos falsos (*fake news*). La carrera tecnológica entre los expertos que escriben programas para crear *fake news* y los expertos que escriben programas para detectarlas, apenas empieza y será interminable, parecida a la guerra de virus cibernéticos vs antivirus y a la guerra tecnológica de dopaje vs. antidopaje que se libra en el ámbito deportivo.



11. Conclusiones

¿Serán capaces los profesionales en ISLA de escribir programas que gobiernen automáticamente una ciudad inteligente? Opinamos que sólo parcialmente, ya que no es posible automatizar las leyes completamente. Tampoco es el objetivo. La gobernanza algorítmica sólo pretende liberar a los profesionales del Derecho (jueces, abogados, etc.) de las tareas tediosas, delegar éstas a programas y ocupar a estos profesionales en tareas en donde el intelecto humano sea esencial. Del ámbito del Derecho hemos dejado varios puntos sin explicar, por ejemplo, la delimitación precisa de los deberes y responsabilidades de los que intervienen en el proceso: las partes, los ingenieros y los abogados, jueces y auditores. No olvidemos que la tecnología no es infalible. Si algo falla (ver Sección 8.1), ¿Quién asume las responsabilidades?

Cierto es que algunos temas que en este artículo hemos planteado son de investigación de frontera. No obstante, la mayoría de ellos son temas prácticos. Por ejemplo, el desarrollo de San Marcos como ciudad inteligente con la Riviera San Marcos como zona de turismo inteligente, no es un tema del futuro. Es un trabajo que los sanmarqueños ya estamos realizando (ver Fig. 2) con visión práctica y mucha cautela. Con el fin de mantener bajos los costos, iniciaremos con lo más básico. Consideramos que los costos mencionados en la Sección 6 están al alcance del presupuesto de un municipio como San Marcos. Conscientes estamos de que para consolidar el desarrollo se necesitaría más dinero que podría llegar del gobierno estatal y de la inversión privada. El costo del servicio de Internet gratis en las zonas comerciales los pueden pagar los negocios.

Como se hace en varias zonas comerciales del mundo, los negocios pueden compartir con el público el WiFi que ya tienen instalado a cambio de atraer más clientes. Lo más lento y laborioso es mejorar el nivel de educación de los sanmarqueños (ver Sección 5), por ejemplo, inculcarles el respeto hacia la naturaleza y despertarles el interés por el conocimiento en general, digamos que por las ciencias y las artes. En esto, mucho pueden ayudar las escuelas como ya lo está haciendo el Tecnológico al crear un centro de lenguas extranjeras y exigir certificado de Inglés a sus estudiantes para tener derecho a graduación.

Agradecimientos Los comentarios y correcciones de Isabel Sánchez de Aquino ayudaron mucho a mejorar este artículo. Gracias a José de Jesús Gallardo Bárcenas por la información que aportó. Carlos Molina ha sido financiado por UKRI a través del proyecto CAME (G115169)⁷. Carlos Gallegos ha sido financiado por el H. Ayuntamiento Municipal de San Marcos, Guerrero, México⁸, encabezado por su alcalde Tomás Hernández Palma. Rafael Z. Frantz ha sido financiado por el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Brasil, proyecto numero 309315/2020-4.

⁷ For the purpose of open access, the author has applied a Creative Commons Attribution (CC BY) licence to any Author Accepted Manuscript version arising from this submission.

⁸ www.rivierasanmarcos.mx



Referencias

- Aziz and Shah, 0000. Aziz, H. and Shah, N. (0000). Participatory budgeting: Models and approaches. https://www.cs.toronto.edu/~nisarg/papers/pb_chapter.pdf. visted on 17 Jul 2022.
- Bank of England, 2023. Bank of England (2023). The digital pound. <https://www.bankofengland.co.uk/the-digital-pound>.
- Cartwright et al., 2016. Cartwright, J., Fauvarque-Cosson, B., and Whittaker, S. (2016). French civil code 2016. https://www.trans-lex.org/601101/_/french-civil-code-2016/. visited on 16 Aug 2021.
- Chourabi et al., 2012. Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., and Scholl, H. J. (2012). Understanding smart cities: An integrative framework. In *Proc. 45th Hawaii Int'l Conf. on System Sciences*.
- Council of Europe, 2009. Council of Europe (2009). Recommendation cm/rec(2009)1 of the committee of ministers to member states on electronic democracy (e-democracy). Technical Report CM/Rec(2009)1, Council of Europe.
- Council of Europe, 2021. Council of Europe (2021). Study on the impact of digital transformation on democracy and good governance. Technical Report CDDG(2021)4 Final, Council of Europe.
- Crowcroft, 2018. Crowcroft, J. (2018). Qc for qcs. <https://www.cl.cam.ac.uk/~jac22/talks/qc-for-qc.pdf>.
- de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2023. de Diputados del H. Congreso de la Unión, C. (2023). Ley del instituto de seguridad y servicios sociales de los trabajadores del estado. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISSSTE.pdf>. Visited on 3 Apr 2023.
- Emerson, 2018. Emerson, P. (2018). *From Majority Rule to Inclusive Politics*. Springer.
- Felizia et al., 2022. Felizia, S. M., Molina-Jimenez, C., Frantz, R. Z., Reina-Quintero, A. M., and Valente, A. D. (2022). Fortalecimiento del derecho a la confidencialidad en la gobernanza algorítmica. In *Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS)*.
- Gamito and Ebers, 2021. Gamito, M. C. and Ebers, M. (2021). Algorithmic governance and governance of algorithms: An introduction. In Ebers, M. and Gamito, M. C., editors, *Algorithmic Governance and Governance of Algorithms Legal and Ethical Challenges. Data Science, Machine Intelligence, and Law Volume 1*, pages 2–18. Springer.
- Genesereth, 2021. Genesereth, M. (2021). What is computational law? <https://law.stanford.edu/2021/03/10/what-is-computational-law/>. Stanford University.
- Giffinger, 2007. Giffinger, R. (2007). Smart cities ranking of european medium-sized cities. Technical Report Final Report, Vienna University of Technology: Centre of Regional Science.
- González-Reverté, 2018. González-Reverté, F. (2018). Building sustainable smart destinations: An approach based on the development of spanish smart tourism plans. *Sustainability*, 11(6874).
- Gretzel and Dr., 2018. Gretzel, U. and Dr., T. B. J. (2018). Guiding principles for good governance of the smart destination. In *Proc. TTRA Int'l Conference*.
- Gretzel and Koo, 2021. Gretzel, U. and Koo, C. (2021). Smart tourism cities: a duality of place where technology supports the convergence of touristic and residential experiences. *Asia Pacific Journal of Tourism Resarch*, 26(4).
- Gretzel et al., 2015. Gretzel, U., Koo, C., Sigala, M., and Xiang, Z. (2015). Special issue on smart tourism: convergence of information technologies, experiences, and theories. *Electronic Markets: The International Journal on Networked Business*, 25(23).



- H. Congreso del Estado De Guerrero, 2013. H. Congreso del Estado De Guerrero (2013). Código civil del estado libre y soberano de guerrero. http://tsj-guerrero.gob.mx/marco/Codigo_Civil_del_Estado_Libre_y_Soberano_de_Guerrero.pdf. Visited on 3 Apr 2023.
- Hazard and Haapio, 2017. Hazard, J. and Haapio, H. (2017). Wise contracts: Smart contracts that work for people and machines. In *Proc. 20th Int'l Legal Informatics Symposium (IRIS'17)*.
- Janssen et al., 2022. Janssen, M., Hartog, M., Matheus, R., Ding, A. Y., and Kuk, G. (2022). Will algorithms blind people? the effect of explainable ai and decision-makers' experience on ai-supported decision-making in government. *Social Science Computer Review*, 40(2).
- Kalpokas, 2019. Kalpokas, I. (2019). *Algorithmic Governance: Politics and Law in the Post-Human Era*. Palgrave macmillan.
- Law.MIT.edu, 2021. Law.MIT.edu (2021). Computational law. <https://law.mit.edu>. Visited on 5 Jul 2021.
- Love and Genesereth, 2005. Love, N. and Genesereth, M. (2005). Computational law. In *Proc. 10th Int'l Conf. on Artificial Intelligence and Law*.
- McKinsey and Company, 2018. McKinsey and Company (2018). Smart cities: digital solutions for a more livable future. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/smart%20cities%20digital%20solutions%20for%20a%20more%20livable%20future/mgi-smart-cities-full-report.pdf>. visited on 19 Mar 2023.
- Micheler and Whaley, 2020. Micheler, E. and Whaley, A. (2020). Regulatory technology: Replacing law with computer code. *European Business Organization Law Review*, 21:349–377.
- MND staff, 2022. MND staff (2022). Cfe plant in guerrero produces electricity and death: anti-graft group. <https://mexiconewsdaily.com/news/cfe-plant-guerrero-produces-death/>. visited on 8 May 2023.
- Molina-Jimenez, 2023. Molina-Jimenez, C. (Visited on 1 Apr 2023). LeyAlgomata. <https://github.com/carlos-molina/LeyAlgomata>.
- OpenAI, 2023. OpenAI (2023). Introducing gpt-4, openai's most advanced system. <https://openai.com>. visited on 8 apr 2023.
- Santa Rosa, 2023. Santa Rosa (2023). Prefeitura municipal de santa rosa/rs. <https://prefeitura.santarosa.rs.gov.br/?p=6120>. Visited on 25 Mar 2023.
- Sawicki et al., 2023. Sawicki, S., Frantz, R. Z., Roos-Frantz, F., and Battisti, G. (2023). Smart livelab: Espaço colaborativo de inovação tecnológica para fomentar o desenvolvimento econômico social da macrorregião noroeste e missões. <http://gca.unijui.edu.br/projects/>. Visited on 25 Mar 2023.
- Unijui, 2023. Unijui (2023). Unijuí universidade regional. <https://www.unijui.edu.br>.
- Werbach, 2020. Werbach, K. (2020). The siren song: Algorithmic governance by blockchain. In Werbach, K., editor, *After the Digital Tornado: networks, algorithms, humanity*, chapter 9, pages 215–239. Cambridge University Press.
- Wright and Filippi, 2017. Wright, A. and Filippi, P. D. (2017). Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664.
- Zambonelli et al., 2018. Zambonelli, F., Salim, F., Loke, S. W., Meuter, W. D., and Kanhere, S. (2018). Algorithmic governance in smart cities. *IEEE Technology and Society Magazine*, 37(2).

