ANUARIO DE LA FACULTAD DE DERECHO.
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
D. L.: CC-227-1985 · ISSN: 0213-988X · ISSN-e: 2695-7728
Edita: Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones

Artículos Originales || Recibido: 18/03/2026 || Aceptado: 14/09/2026

Fijación dinámica de precios mediante sistemas multiagente: reconstrucción del contacto en la calificación de la práctica concertada

Dynamic Pricing Through Multi-Agent Systems: Reconstructing Contact for the Legal Characterization of Concerted Practices

Fernando A. Ramos-Zaga 0000-0001-6301-9460
Universidad Privada del Norte.
fernandozaga@gmail.com

Resumen

El artículo examina la fijación dinámica de precios mediante sistemas de aprendizaje por refuerzo multiagente y su incidencia en la configuración de la práctica concertada del artículo 101 TFUE. Analiza el alcance jurídico del contacto como criterio de subsunción de las interacciones recíprocas entre sistemas de fijación dinámica de precios basados en aprendizaje por refuerzo multiagente en la categoría de práctica concertada. Con tal finalidad, desarrolla un análisis dogmático y probatorio del artículo 101 TFUE y de la jurisprudencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea, contrastado con la arquitectura técnica y la evidencia empírica disponible sobre el aprendizaje por refuerzo multiagente aplicado a la fijación dinámica de precios. El análisis sostiene que el contacto admite una reinterpretación funcional cuando las señales procesadas por los sistemas MARL reducen la incertidumbre estratégica de forma no explicable por la mera adaptación autónoma al mercado y fundamenta un criterio de subsunción sustentado en una presunción *iuris tantum* basada en factores técnicos y un modelo de atribución empresarial.

Palabras clave: acuerdo comercial; colusión algorítmica; libre competencia; mercados digitales; sistemas inteligentes.

Abstract

This article examines dynamic pricing implemented through multi-agent reinforcement learning systems and its implications for the legal characterization of concerted practices under

Publicado bajo licencia BY-NC 4.0

Article 101 TFEU. It analyzes the legal role of contact in determining whether reciprocal interactions between dynamic pricing systems based on multi-agent reinforcement learning fall within the concept of a concerted practice. To this end, it develops a conceptual and evidentiary analysis of Article 101 TFEU and the case law of the Court of Justice of the European Union, considered alongside the technical architecture and available empirical evidence on multi-agent reinforcement learning applied to dynamic pricing. The analysis argues that contact should be functionally reinterpreted where signals processed by MARL systems reduce strategic uncertainty in ways that cannot be explained solely by autonomous market adaptation. On that basis, it proposes a legal framework for characterizing such interactions, built on a rebuttable presumption supported by technical factors and an objective model of corporate attribution.

Keywords: algorithmic collusion; competition law; digital markets; intelligent systems; restrictive agreements.

Sumario

1. Introducción
2. Aprendizaje por refuerzo multiagente y fijación dinámica de precios
3. Configuración dogmática y probatoria de la noción de contacto
4. Suficiencia de la noción de contacto ante las interacciones MARL
5. Presunción de concertación y atribución de responsabilidad empresarial
6. Conclusiones

1. Introducción

La acelerada digitalización de los mercados contemporáneos ha reconfigurado los mecanismos mediante los cuales las empresas determinan sus estrategias comerciales. La adopción de sistemas de fijación dinámica de precios basados en aprendizaje automático y, en particular, en algoritmos de aprendizaje por refuerzo profundo, ha desplazado de forma gradual los modelos tradicionales sustentados en heurísticas estáticas o en la intervención humana directa[1]. Tal transformación plantea problemas para la preservación de la competencia, ya que agentes algorítmicos autónomos pueden converger de forma progresiva hacia niveles de precios supracompetitivos sin necesidad de un acuerdo explícito ni de una programación previa orientada a la colusión[2].

En el marco del Derecho comunitario, el artículo 101, apartado 1, del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea prohíbe las prácticas concertadas que tengan por objeto o efecto restringir el juego competitivo. La jurisprudencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea ha caracterizado la práctica concertada como un esquema de coordinación que sustituye de forma consciente los riesgos del mercado por una cooperación práctica[3]. La diferencia respecto del mero paralelismo lícito radica en la existencia de un contacto, directo o indirecto, cuya función consiste en influir en la conducta de los competidores o revelar la orientación de la propia estrategia, con la consiguiente reducción de la incertidumbre estratégica[4].

La cuestión central consiste en determinar si la noción tradicional de contacto resulta apta para comprender las interacciones recíprocas entre sistemas de precios dinámicos basados en aprendizaje por refuerzo multiagente. La evidencia empírica muestra que arquitecturas complejas de redes neuronales convergen de forma consistente hacia equilibrios colusorios[5], ya que la función de recompensa opera como un canal indirecto que codifica la información estratégica de los competidores incluso en escenarios de observación restringida[6]. Tal circunstancia plantea una

1. . EZRACHI, Ariel y STUCKE, Maurice E., *Virtual Competition: The Promise and Perils of the Algorithm-Driven Economy*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 2016, p. 61.
2. . CALVANO, Emilio, CALZOLARI, Giacomo, DENICOLÒ, Vincenzo y PASTORELLO, Sergio, «Artificial Intelligence, Algorithmic Pricing, and Collusion», *American Economic Review*, vol. 110, núm. 10, 2020, p. 3268.
3. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Imperial Chemical Industries Ltd. contra Comisión de las Comunidades Europeas*, asunto 48-69, de 14 de julio de 1972 (ECLI:EU:C:1972:70), ap. 64.
4. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Coöperatieve Vereniging «Suiker Unie» UA y otros contra Comisión de las Comunidades Europeas*, asuntos acumulados 40 a 48, 50, 54 a 56, 111, 113 y 114-73, de 16 de diciembre de 1975 (ECLI:EU:C:1975:174), ap. 174; Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *T-Mobile Netherlands BV y otros contra Raad van Bestuur van de Nederlandse Mededingingsautoriteit*, asunto C-8/08, de 4 de junio de 2009 (ECLI:EU:C:2009:343), ap. 61.
5. . SCHLECHTINGER, Michael, KOSACK, Damaris, KRAUSE, Franz y PAULHEIM, Heiko, «By Fair Means or Foul: Quantifying Collusion in a Market Simulation with Deep Reinforcement Learning», en *Proceedings of the Thirty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-24)*, 2024, p. 485.
6. . SCHLECHTINGER, Michael, *Investigating, Predicting, and Mitigating Collusive Behavior in Deep Reinforcement Learning-Based Pricing AIs*, tesis doctoral, Universität Mannheim, 2024, p. 71.

dificultad dogmática, porque la ausencia de voluntad psicológica en los agentes algorítmicos y la opacidad de su proceso de decisión dificultan la identificación del nexo causal exigido por el estándar probatorio tradicional[7].

El impacto de esta indeterminación conceptual se refleja en la división doctrinal sobre la calificación jurídica de la conducta. Algunas posiciones sostienen que la colusión algorítmica autónoma excede los contornos del artículo 101 TFUE por carecer de la concurrencia de voluntades constitutiva del ilícito[8]. Otras consideran que la noción de práctica concertada posee suficiente flexibilidad para abarcar estas dinámicas cuando exista una alteración sustancial del riesgo competitivo[9]. También existen aproximaciones que proponen encauzar el fenómeno hacia la figura de las decisiones de asociaciones de empresas ante infraestructuras compartidas[10]. Con ello, se pone de manifiesto la necesidad de articular un criterio dogmático que evite vacíos de impunidad sin desbordar los principios garantistas.

Para tal fin, el análisis se desarrolla desde el paradigma interpretativo, con un enfoque jurídico-dogmático y un diseño cualitativo de carácter documental. Mediante el análisis sistemático del artículo 101 TFUE y de la jurisprudencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea, contrastados con la arquitectura técnica y la evidencia empírica sobre aprendizaje por refuerzo multiagente aplicado a la fijación dinámica de precios, se reconstruye la noción de contacto para evaluar su aptitud como criterio de calificación de las interacciones entre sistemas de fijación de precios dinámicos.

En ese contexto, el objetivo del artículo es analizar el alcance del concepto de contacto como criterio de subsunción de las interacciones recíprocas entre sistemas de precios dinámicos basados en aprendizaje por refuerzo multiagente en la práctica concertada prevista en el artículo 101 TFUE. La relevancia de este propósito radica en la necesidad de redefinir el contacto mediante una equivalencia funcional centrada en la reducción efectiva de la incertidumbre estratégica, sin considerar suficiente el mero resultado de mercado para fundamentar la infracción. Tal perspectiva permite conciliar la eficacia del Derecho de la competencia con la preservación de los principios de legalidad, tipicidad y presunción de inocencia.

7. . BRINNEN, Carl, *Culpa in Code: Exploring Autonomous Algorithmic Collusion under EU Competition Law*, tesis de máster, Lund University, 2023, p. 25.
8. . OLIVEIRA E COSTA, Guilherme, «Algorithmic "Collusion" and the Application of Article 101 TFEU: Can an Agreement Exist without a Concurrence of Wills?», *Market and Competition Law Review*, vol. 10, núm. 1, 2026, p. 133.
9. . CALZOLARI, Luca, «The Misleading Consequences of Comparing Algorithmic and Tacit Collusion: Tackling Algorithmic Concerted Practices Under Art. 101 TFEU», *European Papers*, vol. 6, núm. 2, 2021, p. 1208.
10. . VAN CLEYNENBREUGEL, Pieter, «Article 101 TFEU's Association of Undertakings Notion and Its Surprising Potential to Help Distinguish Acceptable from Unacceptable Algorithmic Collusion», *The Antitrust Bulletin*, vol. 65, núm. 3, 2020, p. 15.

2. Aprendizaje por refuerzo multiagente y fijación dinámica de precios

El aprendizaje por refuerzo (*reinforcement learning*) constituye un paradigma de aprendizaje automático en el que un agente autónomo interactúa con un entorno externo mediante tres señales fundamentales. El agente percibe estados, selecciona acciones y recibe recompensas numéricas, con el objetivo de maximizar la recompensa escalar acumulada a largo plazo[11]. A diferencia de los modelos supervisados, el agente no recibe instrucciones sobre qué acción tomar, sino que aprende de las consecuencias de sus propias decisiones mediante un proceso iterativo de ensayo y error. Esta característica resulta central para comprender por qué la coordinación algorítmica puede emerger sin programación directa de una estrategia colusoria.

El sustento formal de este proceso iterativo reside en el Proceso de Decisión de Markov (MDP). Un MDP se define por un conjunto finito de estados S, un conjunto finito de acciones A, una función de transición probabilística T que determina la probabilidad de pasar de un estado a otro dada una acción, una función de recompensa R y un factor de descuento γ comprendido entre 0 y 1[12]. La propiedad de Markov establece que la respuesta dinámica futura del sistema depende exclusivamente del estado y la acción presentes, con independencia del historial de señales previas[13]. La política del agente, denotada π, constituye un mapeo de los estados percibidos a las probabilidades de seleccionar cada acción disponible. El objetivo del agente consiste en encontrar la política que maximice el retorno esperado, definido como la suma descontada de las recompensas futuras.

Dentro de esta arquitectura formal, la ecuación de Bellman expresa la relación recursiva que vincula el valor de un estado con los valores esperados de sus estados sucesores, ponderados por la recompensa inmediata esperada[14]. Esta relación de consistencia recursiva constituye el fundamento de los principales algoritmos de aprendizaje por refuerzo. La ecuación de optimalidad de Bellman, por su parte, establece que el valor de un estado bajo una política óptima debe ser igual al retorno esperado de la mejor acción posible desde ese estado[15]. Con todo, la solución exacta de esta ecuación resulta irrealizable en la práctica debido a tres limitaciones concurrentes, a saber, la falta de un modelo perfecto del entorno, la insuficiencia de recursos computacionales y la posible violación de la propiedad de Markov[16].

11. . SUTTON, Richard S. y BARTO, Andrew G., *Reinforcement Learning: An Introduction*, 2ª ed., MIT Press, Cambridge, MA, 2014, p. 53.
12. . *Ibid*., p. 67.
13. . *Ibid*., p. 64.
14. . *Ibid*., p. 71.
15. . *Ibid*., p. 76.
16. . *Ibid*., p. 78.

Ante estas restricciones concurrentes, los algoritmos de control por diferencia temporal (TD) resuelven parcialmente tales limitaciones al combinar el muestreo empírico con la actualización parcial basada en estimaciones previas, sin necesidad de esperar la finalización del episodio[17]. Dentro de esta familia, *Q-learning* constituye un algoritmo de control *off-policy* que aproxima directamente la función de valor-acción óptima q* con independencia de la política seguida durante la exploración[18].

En cuanto al comportamiento asintótico de *Q-learning*, su convergencia hacia los valores óptimos ha sido formalmente demostrada bajo la condición de que todos los pares estado-acción sean actualizados con suficiente frecuencia[19]. Por su parte, *Sarsa* opera como un algoritmo *on-policy* que evalúa y mejora la política efectivamente utilizada para tomar decisiones[20]. Las arquitecturas *Actor-Crítico* separan la representación de la política (*Actor*) de la evaluación del valor (*Crítico*), lo cual permite aprender políticas explícitamente estocásticas en espacios de acción continuos o de alta dimensionalidad[21].

El paso de estas arquitecturas individuales al contexto multiagente exige abandonar el supuesto de estacionariedad del entorno. Cuando múltiples agentes adaptativos operan simultáneamente, cada uno de ellos modifica la dinámica de transición y recompensa del resto, lo cual transforma el entorno en un sistema intrínsecamente no estacionario[22]. El marco formal adecuado para esta configuración es el juego estocástico, introducido originalmente para juegos de suma cero de dos jugadores con un número finito de posiciones[23]. La existencia de una probabilidad de terminación *strictly positive* garantiza la existencia de un valor único del juego y de estrategias estacionarias óptimas para ambos jugadores, resolubles mediante la iteración de un punto fijo sustentado en la propiedad de contracción del operador de transformación de valores[24].

Más allá del escenario de suma cero, la generalización a juegos de suma no nula ha sido formalizada mediante el algoritmo *Nash Q-learning*, en el cual cada agente mantiene funciones Q sobre acciones conjuntas y realiza actualizaciones basadas

17. . *Ibid*., p. 143.
18. . *Ibid*., p. 157.
19. . WATKINS, Christopher J. C. H. y DAYAN, Peter, «Q-Learning», *Machine Learning*, vol. 8, núm. 3-4, 1992, p. 280.
20. . SUTTON, Richard S. y BARTO, Andrew G., op. cit., p. 155.
21. . *Ibid*., p. 257.
22. . FRANÇOIS-LAVET, Vincent, HENDERSON, Peter, ISLAM, Riashat, BELLEMARE, Marc G. y PINEAU, Joelle, «An Introduction to Deep Reinforcement Learning», *Foundations and Trends in Machine Learning*, vol. 11, núm. 3-4, 2018, p. 92.
23. . SHAPLEY, L. S., «Stochastic Games», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 39, núm. 10, 1953, p. 1095.
24. . *Ibid*., p. 1097.

en el valor del equilibrio de Nash del juego de etapa correspondiente[25]. La convergencia de este algoritmo ha sido demostrada bajo condiciones técnicas restrictivas que exigen que cada juego de etapa intermedio posea un óptimo global o un punto de silla[26].

Pese a estas exigencias teóricas, la validación empírica ha revelado que la convergencia se obtiene de forma consistente incluso cuando estas condiciones se violan durante la fase de aprendizaje[27]. El marco de los juegos de Markov ha sido propuesto como la formalización conceptualmente adecuada para el MARL, dado que constituye una generalización estricta tanto de los MDP (cuando el espacio de acciones del oponente es unitario) como de los juegos matriciales (cuando el espacio de estados es unitario)[28].

En la vertiente aplicada a la fijación de precios, los primeros estudios demostraron que agentes de *Q-learning* operando en economías simuladas convergen empíricamente hacia soluciones óptimas autoconsistentes que amortiguan o eliminan las guerras de precios cíclicas[29]. El efecto observado consiste en que la adopción de políticas basadas en Q reduce la región sobre la cual los agentes participan en un socavamiento recíproco de precios, produciendo una aproximación más cercana a un comportamiento cooperativo o colusorio[30]. Este resultado se obtiene sin comunicación explícita entre los agentes y sin un modelo previo de la función de demanda ni de las estructuras de costes de los competidores.

En continuidad con estas observaciones tempranas, la evidencia empírica contemporánea ha confirmado y ampliado tales hallazgos. Los agentes de aprendizaje por refuerzo profundo (DRL), con arquitecturas PPO y DQN, convergen de manera autónoma y consistente hacia estados colusorios de mercado, con ganancias de beneficio (Δ) superiores a 0,7 e incluso por encima de 1, lo cual supera el umbral del beneficio monopolístico teórico[31].

Aun en ausencia de visibilidad directa entre competidores, la restricción del espacio de observación de los agentes no disuade la colusión supracompetitiva, sino que

25. . HU, Junling y WELLMAN, Michael P., «Nash Q-Learning for General-Sum Stochastic Games», *Journal of Machine Learning Research*, vol. 4, 2003, p. 1044.
26. . *Ibid*., p. 1049.
27. . *Ibid*., p. 1052.
28. . LITTMAN, Michael L., «Markov games as a framework for multi-agent reinforcement learning», en COHEN, William W. y HIRSH, Haym (eds.), *Proceedings of the Eleventh International Conference on Machine Learning (ICML 1994)*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1994, p. 1.
29. . TESAURO, Gerald y KEPHART, Jeffrey O., «Pricing in agent economies using multi-agent Q-learning», en *Proceedings of the 1999 Workshop on Agent-Mediated Electronic Commerce (AMEC-99)*, IBM T. J. Watson Research Center, 1999, p. 1.
30. . *Ibid*., p. 5.
31. . SCHLECHTINGER, Michael, KOSACK, Damaris, KRAUSE, Franz y PAULHEIM, Heiko, op. cit., p. 490.

reduce la varianza de los resultados[32]. La función de recompensa actúa como un canal indirecto que codifica implícitamente el comportamiento y los precios de los competidores, lo cual permite la convergencia colusoria incluso en entornos con información *highly* restringida[33].

Frente a este dinamismo colusorio, los estudios sobre mercados con restricciones de capacidad y espacios continuos de estado y acción han matizado dichos resultados. En simulaciones de competencia oligopólica entre estaciones de carga para vehículos eléctricos, los índices de colusión se sitúan en una franja de baja a moderada (Δ entre 0,18 y 0,45), con una dependencia significativa de la arquitectura algorítmica empleada[34]. El algoritmo *Soft Actor-Critic* (SAC) alcanza índices de colusión sustancialmente más elevados que DQN, debido a la maximización de la entropía y al muestreo continuo de acciones inherentes a su arquitectura[35]. La elasticidad de la demanda, manifestada en la probabilidad de rechazo por parte de los consumidores ante precios excesivamente altos, actúa como un freno natural a la coordinación algorítmica[36].

Atendiendo a estos factores moduladores, la cooperación algorítmica puede alcanzarse incluso sin comunicación directa, observación del estado global ni estimación explícita de los objetivos de otros agentes, como demuestran los métodos de aprendizaje cooperativo implícito (ICL) que descomponen internamente la recompensa en tres factores y estabilizan equilibrios eficientes utilizando exclusivamente la señal de recompensa recibida[37]. Este hallazgo resulta particularmente relevante desde la perspectiva del problema de investigación, pues demuestra la viabilidad técnica de la convergencia coordinada mediante señales internas de recompensa, sin canal de comunicación observable en el mercado.

El conjunto de esta evidencia acumulada permite identificar las condiciones técnicas bajo las cuales la optimización autónoma e individual de recompensas por agentes descentralizados puede generar patrones de respuesta recíproca y trayectorias de convergencia hacia equilibrios supracompetitivos. Estas condiciones incluyen la transparencia del entorno, la frecuencia de interacción, la paciencia temporal del agente (determinada por el factor de descuento γ), la arquitectura del algoritmo y la sensibilidad de la demanda. Con todo, la convergencia no constituye una pro-

32. . *Ibid*., p. 489.
33. . SCHLECHTINGER, Michael, op. cit., p. 71.
34. . PAUDEL, Diwas y DAS, Tapas K., «Tacit Algorithmic Collusion in Deep Reinforcement Learning Guided Price Competition: A Study Using EV Charge Pricing Game», *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 166, pt. A, 2026, p. 12.
35. . *Ibid*., p. 13.
36. . *Ibid*., p. 14.
37. . UWANOBA, Fumito, «Implicit Cooperative Learning on Distribution of Received Reward in Multi-Agent System», en *Proceedings of the 15th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2023)*, vol. 1, SCITEPRESS, 2023, p. 147.

piedad genérica de toda arquitectura algorítmica, pues los algoritmos de bandidos multibrazos tienden a converger hacia resultados competitivos[38]. La coordinación supracompetitiva sostenida emerge primariamente en entornos estrechos y altamente simétricos, asociada de forma más consistente con variantes específicas de *Q-learning* y métodos basados en UCB[39].

Aunque la arquitectura de los sistemas MARL permite generar de forma autónoma patrones estables de fijación dinámica de precios compatibles con resultados supracompetitivos, la constatación de esta posibilidad técnica no permite, por sí sola, determinar su relevancia jurídica. Por tanto, corresponde reconstruir la configuración dogmática y probatoria de la noción de contacto elaborada por la jurisprudencia del TJUE, con el fin de identificar los elementos que definen la práctica concertada y establecer el marco conceptual desde el cual valorar las interacciones algorítmicas.

3. Configuración dogmática y probatoria de la noción de contacto

El artículo 101, apartado 1, del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE) prohíbe «todos los acuerdos entre empresas, las decisiones de asociaciones de empresas y las prácticas concertadas que puedan afectar al comercio entre los Estados miembros y que tengan por objeto o efecto impedir, restringir o falsear el juego de la competencia dentro del mercado interior». La norma tipifica tres categorías autónomas de conducta colusoria y su literal a) incluye expresamente, como supuesto paradigmático, la conducta consistente en «fijar directa o indirectamente los precios de compra o de venta u otras condiciones de transacción». El texto normativo no define expresamente qué constituye «práctica concertada» ni precisa el concepto de «contacto», por lo que ambas nociones son de construcción jurisprudencial.

En la delimitación jurisprudencial de estos conceptos, la sentencia ICI/Comisión (Asunto 48-69) fijó el criterio fundacional al definir la práctica concertada como una forma de coordinación que «sustituye los riesgos de la competencia por una cooperación práctica entre ellas»[40]. El elemento decisivo identificado en ese asunto reside en la eliminación de la incertidumbre, pues las empresas, al anunciar previamente su comportamiento, «eliminaban la incertidumbre respecto a su comportamiento futuro y, con ello, una gran parte del riesgo normal»[41]. La coordinación

38. . PROTOPAPA, Aikaterini A., «Beyond Agreement: Algorithmic Pricing and the Structural Limits of Antitrust: Autonomous Learning, Tacit Coordination, and Article 101 TFEU», *Working Paper*, Université Catholique de Lille y Université Toulouse 1 Capitole, 2025/2026, p. 13.

39. . *Ibid*., p. 14.

40. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Imperial Chemical Industries Ltd*., cit., ap. 64.

41. . *Ibid*., ap. 101.

puede exteriorarse en el comportamiento de los participantes sin requerir los elementos formales de un contrato[42]. Esta formulación estableció un umbral conceptual mínimo que se distingue tanto del acuerdo, por no exigir una convergencia de voluntades contractual, como del mero paralelismo de mercado, por requerir una cooperación práctica identificable.

A partir de este umbral de cooperación práctica, la sentencia Suiker Unie (Asuntos acumulados 40 a 48, 50, 54 a 56, 111, 113 y 114-73) precisó el estándar de autonomía al establecer que «todo operador económico debe determinar de manera autónoma la política que tiene intención de aplicar en el mercado común»[43]. Esta exigencia no excluye el derecho de los operadores económicos a adaptarse de forma inteligente al comportamiento comprobado o previsto de sus competidores. Sin embargo, se opone «rigurosamente a cualquier toma de contacto directa o indirecta entre dichos operadores que tenga por objeto o efecto bien influir en el comportamiento en el mercado de un competidor actual o potencial, o bien desvelar a dicho competidor el comportamiento que uno mismo ha decidido o tiene intención de mantener en el mercado»[44]. De esta formulación se extraen dos vías funcionalmente equivalentes de contacto prohibido, a saber, influir en la conducta del competidor, o desvelarle el propio comportamiento futuro.

El examen dogmático de estas categorías revela que la distinción entre la práctica concertada y el acuerdo posee una relevancia que trasciende la dimensión probatoria. Ambas figuras constituyen ilícitos sustantivos con identidades y estructuras jurídicas distintas[45]. El acuerdo se configura mediante el intercambio formal de una oferta y una aceptación, sin que sea requisito indispensable la existencia de una intención común o concurso de voluntades[46]. La práctica concertada, por el contrario, consiste en una instancia de acción conjunta basada en la dependencia y confianza mutua (*mutual reliance*) generada a partir de comunicaciones antecedentes que reducen la incertidumbre estratégica[47]. Esta diferenciación impide tratar ambas figuras como categorías procesalmente redundantes y exige que el operador jurídico identifique con precisión los elementos constitutivos de cada una.

En el cauce de esta caracterización, la sentencia T-Mobile Netherlands (Asunto C-8/08) consolidó el carácter funcional del contacto al desplazar el foco desde el número o formalidad de los contactos hacia su función informativa. El punto decisivo no reside tanto en el número de reuniones celebradas como en «el hecho de saber

42. . *Ibid*., ap. 65.
43. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Suiker Unie*, cit., ap. 173.
44. . *Ibid*., ap. 174.
45. . PERALTA FIERRO, Ignacio, «La distinción entre acuerdos y prácticas concertadas (un análisis a partir del "caso supermercados")», *Revista Ius et Praxis*, vol. 29, núm. 1, 2023, p. 154.
46. . *Ibid*., p. 155.
47. . *Ibid*., p. 156.

si el contacto o los contactos que se han producido han dado a éstas la posibilidad de tener en cuenta la información intercambiada con sus competidores para determinar su comportamiento en el mercado»[48]. Esta sentencia introdujo asimismo una presunción de causalidad conforme a la cual «puede presumirse, salvo prueba en contrario, que las empresas que participan en la concertación y que permanecen activas en el mercado toman en consideración la información intercambiada con sus competidores»[49]. La presunción, calificada como «parte integrante del Derecho comunitario aplicable»[50], desplaza la carga probatoria hacia la empresa una vez acreditado el contacto.

Esta presunción de causalidad halla una delimitación probatoria decisiva en la sentencia Woodpulp II (Asuntos acumulados C-89/85 y otros), según la cual una conducta paralela sólo puede ser considerada como prueba de la existencia de una concertación, si dicha concertación constituye su única explicación plausible[51]. Esta exigencia preserva el derecho de los operadores económicos a la adaptación inteligente y evita que el mero paralelismo de precios, explicable por las condiciones estructurales del mercado, sea tratado como indicio suficiente de concertación. El propio asunto ilustró esta aplicación al atribuir el paralelismo de precios a «las tendencias oligopolísticas del mercado» y la «gran transparencia del mercado, que no debe ser calificada de artificial»[52]. La ausencia de «un conjunto de indicios serios, precisos y concordantes»[53] impidió la calificación de la conducta como práctica concertada.

Dentro del régimen procedimental que rige tales exigencias indiciarias, la carga de la prueba de la infracción del artículo 101 TFUE recae, conforme al artículo 2 del Reglamento (CE) n.º 1/2003 del Consejo, de 16 de diciembre de 2002 (en adelante, Reglamento 1/2003), «sobre la parte o la autoridad que la alegue». Esta distribución de la carga probatoria implica que quien invoque la existencia de una práctica concertada fundada en la interacción algorítmica debe probar, con el estándar aplicable, que el contacto efectivamente tuvo lugar y desempeñó la función de reducción de la incertidumbre estratégica. La presunción de inocencia consagrada en el artículo 48, apartado 1, de la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea (en adelante, CDFUE) opera como parámetro de control de la interpretación probatoria, pues cualquier estándar que prescinda de la exigencia de prueba

48. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *T-Mobile Netherlands*, cit., ap. 61.
49. . *Ibid*., ap. 51.
50. . *Ibid*., ap. 52.
51. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *A. Ahlström Osakeyhtiö y otros contra Comisión de las Comunidades Europeas (Woodpulp II)*, asuntos acumulados C-89/85, C-104/85, C-114/85, C-116/85, C-117/85 y C-125/85 a C-129/85, de 31 de marzo de 1993 (ECLI:EU:C:1993:120), ap. 71.
52. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Woodpulp II*, cit., ap. 126.
53. . *Ibid*., ap. 127.

efectiva y la sustituya por inferencias automáticas a partir del mero paralelismo de precios resultaría estructuralmente incompatible con dicha disposición.

Frente a la aplicación de estos principios en plataformas digitales, la sentencia Eturas (Asunto C-74/14) constituye el fallo más relevante para interacciones mediadas tecnológicamente, pues admitió la concertación sin encuentro físico ni comunicación bilateral expresa. El envío de un mensaje único por un administrador de sistema a múltiples agencias puede fundamentar, junto a «otros indicios objetivos y concordantes», la presunción de que las agencias afectadas «tenían conocimiento de su contenido a partir de la fecha del envío de dicho mensaje»[54]. No obstante, la infraestructura técnica común, por sí sola, no equivale a contacto, pues «si el conocimiento no puede acreditarse, no puede inferirse su participación en una concertación de la mera existencia de la restricción técnica establecida en el sistema»[55]. El Tribunal admitió medios de destrucción de la presunción distintos del distanciamiento público, como «la prueba de una aplicación sistemática de un descuento que exceda la limitación en cuestión»[56], esto es, la demostración de un comportamiento de mercado incompatible con haber tomado en cuenta la señal.

A la luz de esta trayectoria de pronunciamientos, la noción de contacto presenta un perfil funcional y no formal. Comprende toda interacción, directa o indirecta, que tenga por efecto reducir la incertidumbre estratégica de un competidor sobre el comportamiento futuro del otro, sin exigir un encuentro formal ni un acuerdo de voluntades en sentido contractual. Sin embargo, este criterio funcional se encuentra delimitado negativamente por el estándar de Woodpulp II, conforme al cual la mera convergencia de precios explicable por las condiciones estructurales del mercado queda amparada por el derecho a la adaptación inteligente. La práctica concertada exige así la concurrencia de una cooperación práctica que no encuentre otra explicación plausible en la estructura del mercado.

Pese al paulatino refinamiento de esta línea jurisprudencial, la evolución doctrinal de las prácticas concertadas ha atravesado seis etapas diferenciadas, pero ha permanecido conceptualmente estancada debido a la invención judicial de la calificación vaga de infracciones complejas y únicas como acuerdos «y/o» prácticas concertadas, y a la transformación de presunciones *iuris tantum* en una prohibición *sui generis* del mero intercambio de información[57]. La doctrina de las prácticas concertadas fue

54. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *«Eturas» UAB y otros contra Lietuvos Respublikos konkurencijos taryba*, asunto C-74/14, de 21 de enero de 2016 (ECLI:EU:C:2016:42), ap. 40.

55. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Eturas*, cit., ap. 45.

56. . *Ibid*., ap. 49.

57. . JABLONSKIS, Martynas, «Concerted Practices: Concept and Evolution», *International Comparative Jurisprudence*, vol. 8, núm. 1, 2022, p. 19.

moldeada antes de la era de internet y la competencia virtual, lo cual la hace «bastante obsoleta para abordar los problemas emergentes de colusión algorítmica»[58].

Atendiendo a este diagnóstico sobre la insuficiencia del marco tradicional, la reconstrucción jurisprudencial descrita permite identificar que la noción de contacto responde a una lógica funcional orientada a la reducción de la incertidumbre estratégica, aunque permanece delimitada por exigencias dogmáticas y probatorias destinadas a preservar la autonomía competitiva de las empresas. Por consiguiente, es necesario determinar si esa construcción conserva capacidad explicativa frente a las propiedades específicas de los sistemas MARL. Con ese propósito, la sección siguiente evalúa la suficiencia de la noción tradicional de contacto para subsumir las interacciones algorítmicas derivadas de la fijación dinámica de precios.

4. Suficiencia de la noción de contacto ante las interacciones MARL

La confrontación entre la noción tradicional de contacto y las propiedades de los sistemas MARL descentralizados revela un conjunto de tensiones dogmáticas que deben ser examinadas con rigor analítico. La primera de estas tensiones se refiere a la exigencia de una comunicación o intercambio de información entre las empresas, pues los agentes de aprendizaje por refuerzo no intercambian mensajes ni datos de forma directa. Los algoritmos procesan datos públicamente observables del entorno e interpretan señales del mercado para maximizar sus funciones de beneficio, pero no transmiten información estratégica a los competidores de manera deliberada[59]. La distinción entre «intercambiar información» e «interpretar datos públicamente observables» resulta central para el análisis, pues el concepto tradicional de contacto presupone una transmisión informativa, siquiera indirecta, que trascienda la mera observación del comportamiento de mercado.

En la concreción de este dilema comunicativo, la jurisprudencia ha establecido con claridad que los anuncios públicos de precios no constituyen por sí mismos una práctica concertada si no reducen la incertidumbre estratégica entre competidores[60]. Ahora bien, los algoritmos de fijación dinámica de precios no se limitan a observar y reaccionar a un único dato puntual, sino que procesan sistemáticamente el resultado de iteraciones previas para construir una política óptima de largo plazo. La capacidad de aproximar los precios de los competidores a través de la función de recompensa, en la cual los precios de los otros agentes constituyen variables desconocidas implícitamente codificadas, genera un flujo informativo que trasciende la

58. . *Ibid*., p. 13.
59. . OLIVEIRA E COSTA, Guilherme, op. cit., p. 134.
60. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Woodpulp II*, cit., ap. 126.

mera observación pasiva[61]. La cuestión radica en determinar si este procesamiento sistemático puede ser asimilado al contacto indirecto que la jurisprudencia exige.

Más allá del flujo informativo, una dimensión problemática adicional reside en la exigencia de voluntariedad o conciencia de la coordinación. La noción clásica de práctica concertada presupone que las empresas sustituyen «a sabiendas» los riesgos de la competencia por una cooperación práctica[62]. Los algoritmos de aprendizaje por refuerzo toman decisiones «neutrales» basadas en la información ambiental observada y procesada, sin que exista una voluntad subyacente a su comportamiento en sentido psicológico humano[63]. La concertación requiere un grado mínimo de concordancia de voluntades que los algoritmos, al carecer de estados mentales, no pueden satisfacer de forma directa. No obstante, la relevancia de la intencionalidad en el derecho de la competencia de la Unión Europea es considerablemente menor que en otros ordenamientos, pues la jurisprudencia del TJUE apenas contiene referencias al papel de la intencionalidad para la aplicación de los artículos 101 y 102 TFUE[64].

A esta fractura de la dimensión intencional se suma la opacidad estructural derivada del denominado *black box problem*. Los algoritmos de aprendizaje profundo operan mediante redes neuronales cuyos procesos internos de decisión resultan opacos incluso para sus propios programadores[65]. Esta opacidad dificulta extraordinariamente la tarea de identificar si un determinado patrón de precios responde a una adaptación autónoma a las condiciones del mercado o, por el contrario, incorpora una función comunicativa equivalente al contacto prohibido. La imposibilidad de rastrear la lógica exacta mediante la cual el sistema alcanza una decisión de precio impide descomponer la conducta algorítmica en las categorías de concertación y conducta posterior que la jurisprudencia exige[66]. El comportamiento de selección de acciones del algoritmo no se ajusta a la secuencia temporal de contacto previo y conducta de mercado posterior que el estándar de T-Mobile presupone.

Las dificultades resultantes de dicha opacidad algorítmica repercuten de manera directa sobre la dimensión probatoria. El artículo 2 del Reglamento 1/2003 atribuye a quien alega la infracción la carga de probar que el contacto algorítmico efectivamente tuvo lugar y desempeñó la función de reducción de la incertidumbre estratégica. La mera constatación de la convergencia de precios o de la estabilidad del mercado resulta insuficiente para inferir la existencia de una práctica concertada

61. . SCHLECHTINGER, Michael, op. cit., p. 71.
62. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Imperial Chemical Industries Ltd.*, cit., ap. 64.
63. . SCHLECHTINGER, Michael, op. cit., p. 54.
64. . CALZOLARI, Luca, op. cit., p. 1213.
65. . BRINNEN, Carl, op. cit., p. 25.
66. . SCHLECHTINGER, Michael, op. cit., p. 54.

cuando existe una explicación alternativa razonable para la conducta observada[67]. En el contexto algorítmico, la explicación alternativa de la adaptación unilateral resulta particularmente plausible, pues los algoritmos están diseñados para optimizar las decisiones de precios en función de las señales del entorno. La presunción de T-Mobile, que opera una vez acreditado el contacto, no puede activarse sin la prueba previa de que dicho contacto se ha producido en un sentido funcionalmente relevante.

En la constatación fáctica de este obstáculo, la evidencia empírica agrava aún más dicha dificultad probatoria. La convergencia hacia precios supracompetitivos se produce incluso cuando los agentes carecen de acceso a la información de precios de sus competidores, pues la función de recompensa permite aproximar las variables ocultas[68]. Si la colusión algorítmica se alcanza tanto con transparencia total como con información restringida, la presencia o ausencia de observación directa de los precios del competidor deja de ser un indicador fiable de la existencia de contacto. El mecanismo de reducción de la incertidumbre estratégica opera a través de la propia arquitectura del algoritmo y no de un canal de comunicación identificable como tal.

Junto a estas rigideces probatorias, la divergencia entre la programación inicial y las políticas aprendidas introduce una complejidad inédita. El algoritmo no está programado para coludirse, sino para maximizar una función objetivo, típicamente el beneficio propio[69]. La colusión emerge como un resultado de la optimización autónoma en un entorno transparente poblado por agentes con objetivos similares, sin que los directivos humanos sean necesariamente conscientes de esta dinámica[70]. La brecha entre la instrucción inicial («maximizar beneficios») y la conducta aprendida («colusión tácita») dificulta la atribución de responsabilidad bajo un esquema que presuponga la conciencia o previsibilidad del resultado colusorio.

Al contrastar estas dinámicas autónomas con el marco jurisprudencial, la comparación con el precedente Eturas revela las limitaciones del estándar vigente. En aquel asunto, el contacto consistía en un mensaje identificable enviado por un administrador de sistema a múltiples usuarios, cuyo contenido podía ser conocido por los destinatarios. En los sistemas MARL, no existe un mensaje, un emisor ni un destinatario identificables. La señal de precio generada por un agente no constituye una comunicación dirigida al competidor, sino un acto de mercado unilateral cuyas consecuencias son procesadas internamente por el algoritmo rival. La infraestructura técnica común, por sí sola, no equivale a contacto conforme a la propia doctrina

67. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Woodpulp II*, cit., ap. 71.
68. . SCHLECHTINGER, Michael, KOSACK, Damaris, KRAUSE, Franz y PAULHEIM, Heiko, op. cit., p. 490.
69. . EZRACHI, Ariel y STUCKE, Maurice E., op. cit., p. 74.
70. . *Ibid*., p. 78.

de Eturas[71]. Por tanto, la mera circunstancia de que múltiples empresas operen sistemas MARL en el mismo mercado no satisface, por sí sola, el requisito de contacto.

Frente a esta inaplicabilidad del esquema lineal de Eturas, la identificación de las señales algorítmicas como posible equivalente funcional del contacto requiere distinguir dos escenarios analíticamente diferentes. El aprendizaje autónomo por refuerzo que converge a estrategias supracompetitivas únicamente a partir de la observación de precios públicos, sin retroalimentación estratégica identificable, se asemeja funcionalmente al paralelismo consciente amparado por el derecho a la adaptación inteligente. Las arquitecturas en las cuales el diseño, entrenamiento o parametrización del sistema materializa una toma de contacto indirecta, por ejemplo mediante señales de precio deliberadamente diseñadas para ser leídas por competidores como comunicación de intenciones, se aproximan funcionalmente a la práctica concertada prohibida. La dificultad reside en trazar la frontera entre ambos escenarios sin incurrir en una extensión analógica del tipo sancionador.

El examen sistemático de estas tensiones pone de manifiesto que la noción tradicional de contacto no resulta enteramente incompatible con las interacciones derivadas de sistemas MARL, aunque su aplicación exige una reformulación que preserve los principios de legalidad, tipicidad y suficiencia probatoria. A partir de este diagnóstico, la sección siguiente desarrolla un criterio de subsunción sustentado en una presunción *iuris tantum* y en un modelo de atribución empresarial que permita calificar jurídicamente las conductas algorítmicas dentro del marco del artículo 101 TFUE.

5. Presunción de concertación y atribución de responsabilidad empresarial

La formulación de un criterio de subsunción de las conductas derivadas de sistemas MARL en la categoría de práctica concertada del artículo 101 TFUE debe respetar tres exigencias concurrentes. La primera es la compatibilidad con el principio de legalidad y la prohibición de analogía *in malam partem*, que proscribe la extensión del tipo sancionador a supuestos no previstos por la norma. La segunda es la coherencia con la jurisprudencia consolidada del TJUE, que ha configurado el concepto de contacto en términos funcionales y no formales. La tercera es la operatividad probatoria, que exige la articulación de criterios susceptibles de verificación empírica conforme al estándar del artículo 2 del Reglamento 1/2003 y a la presunción de inocencia del artículo 48 CDFUE.

71. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Eturas*, cit., ap. 45.

Como punto de partida para esta articulación, el desarrollo del criterio de subsunción reside en la distinción entre el resultado de mercado y la función comunicativa de la señal. El propio artículo 101, apartado 1, literal a), TFUE admite expresamente la fijación de precios «directa o indirectamente», lo cual permite, desde el propio tenor literal de la norma, la inclusión de mecanismos de coordinación no verbales o mediados tecnológicamente.

Frente al alcance de este término, el adverbio «indirectamente» se refiere a la modalidad de la fijación de precios, no a la supresión del requisito de contacto. La interpretación teleológica del concepto de contacto permite comprender como manifestaciones funcionalmente equivalentes aquellas interacciones algorítmicas en las cuales las señales de precio generadas por un agente son procesadas como *input* estratégico por el algoritmo rival de un modo que reduzca efectivamente la incertidumbre sobre el comportamiento futuro[72]. La reducción de la incertidumbre estratégica constituye así el criterio material del contacto, con independencia de su vehículo formal.

Entendida así, esta equivalencia funcional no implica la creación de una categoría autónoma de «contacto algorítmico», sino la aplicación del criterio funcional ya existente en la jurisprudencia a un vehículo distinto de transmisión de la señal. La sentencia T-Mobile estableció que lo decisivo es si el contacto «ha dado a las empresas la posibilidad de tener en cuenta la información intercambiada para determinar su comportamiento en el mercado»[73]. Trasladado al contexto MARL, la cuestión consiste en determinar si la señal algorítmica ha desempeñado, en el caso concreto, la función de reducir la incertidumbre estratégica de un modo que no admita otra explicación plausible distinta de la coordinación. Esta formulación preserva el estándar de Woodpulp II y evita la conversión del resultado de mercado en presupuesto de la infracción.

Para dotar de operatividad probatoria a este estándar, la articulación de una presunción *iuris tantum* requiere la identificación de factores técnicos susceptibles de acreditación probatoria independiente. Estos factores deben permitir distinguir, en el caso concreto, entre la adaptación autónoma lícita y la interacción algorítmica que funciona como equivalente del contacto prohibido. El análisis de las propiedades computacionales de los sistemas MARL permite identificar tres factores técnicos cuya concurrencia sustenta la presunción. El primero es la reactividad estratégica sistemática, entendida como la demostración de que el sistema MARL de una empresa reaccionó de forma consistente a las señales de precios del competidor siguiendo un patrón no explicable por la mera optimización autónoma frente a la demanda.

72. . CALZOLARI, Luca, op. cit., p. 1211.

73. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *T-Mobile Netherlands*, cit., ap. 61.

A esta primera exigencia técnica se suma la función reductora de incertidumbre de la arquitectura, que se acredita cuando las decisiones de diseño, entrenamiento o parametrización del algoritmo confieren al sistema una capacidad de anticipación de la conducta del competidor que trasciende la observación de datos públicos. El tercero es la ausencia de explicación alternativa plausible, conforme al estándar de Woodpulp II, que exige descartar que la convergencia de precios responda a las tendencias oligopolísticas del mercado, la transparencia estructural no artificial o la lógica interna de maximización autónoma de cada algoritmo considerado individualmente.

Verificada la presencia conjunta de estos elementos, la concurrencia de estos tres factores activaría una presunción *iuris tantum* conforme a la cual se presume que la empresa tuvo en cuenta la información derivada de la interacción algorítmica para determinar su comportamiento en el mercado, en línea con la presunción de T-Mobile[74]. La presunción operaría de forma análoga a la establecida en Eturas, donde el conocimiento del contenido de la señal, unido a la permanencia activa en el mercado, fundamentaba la presunción de participación en la concertación[75]. La diferencia reside en que el «conocimiento» se predica de la empresa, no del algoritmo, y se sustenta en la decisión de desplegar y mantener operativo un sistema con las propiedades técnicas identificadas.

En la vertiente opuesta del cauce probatorio, la destrucción de la presunción puede operarse mediante diversos medios de prueba en contrario. Por analogía con la sentencia Eturas[76], la empresa puede acreditar una política de precios sistemáticamente desviada de la señal recibida, incompatible con la toma en consideración de la información derivada de la interacción algorítmica. Junto a este medio clásico, el *compliance by design* constituye un mecanismo de enervación particularmente relevante en el contexto algorítmico. La empresa puede demostrar que adoptó medidas razonables de prevención, supervisión y corrección de los riesgos competitivos previsibles derivados del despliegue del sistema MARL[77].

Tales medidas incluyen la evaluación previa de los riesgos colusorios del sistema (*Untersuchungspflicht*), la incorporación de restricciones en la función de recompensa para desincentivar la exploración de equilibrios supracompetitivos y la auditoría periódica de las políticas aprendidas por el algoritmo[78]. La demostración del cumplimiento de estas obligaciones de diligencia constituye un medio idóneo para desvirtuar la presunción, pues acredita que la empresa no mantuvo conscientemen-

74. . *Ibid*., ap. 51.
75. . Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Eturas*, cit., ap. 40.
76. . *Ibid*., ap. 49.
77. . BRINNEN, Carl, op. cit., p. 70.
78. . *Ibid*., p. 69.

te ni negligentemente un sistema con propiedades reductoras de la incertidumbre estratégica.

Completando este esquema preventivo y probatorio, el modelo de atribución empresarial engarza el criterio de subsunción al establecer el nexo entre la conducta algorítmica y la responsabilidad de la empresa. La atribución no se funda en la intención colusoria de la empresa ni en la voluntad del algoritmo, sino en tres elementos objetivos acumulativos, a saber, el despliegue del sistema MARL en el mercado, la continuidad operativa del sistema tras la emergencia de patrones de comportamiento recíproco y la falta de enervación mediante medidas de *compliance by design*.

En el plano dogmático, este modelo de imputación resulta compatible con el régimen de responsabilidad cuasi-objetiva que rige en el derecho de la competencia de la Unión Europea, donde la configuración del tipo restrictivo no requiere la prueba de una intención subjetiva[79]. La analogía con la doctrina de la entidad económica única, conforme a la cual la empresa matriz responde por los actos de sus filiales bajo la presunción de influencia decisiva, proporciona un fundamento dogmático para la atribución de la conducta algorítmica a la empresa que despliega y mantiene el sistema[80].

Bajo la exigencia de este marco garantista, la compatibilidad de esta propuesta con los principios de legalidad y tipicidad exige verificar que el juicio de subsunción no implique una extensión analógica *in malam partem* del tipo sancionador. Tres argumentos sustentan esta compatibilidad. El concepto de contacto, tal como ha sido configurado por la jurisprudencia del TJUE, posee un contenido funcional y no formal que se centra en la reducción de la incertidumbre estratégica, sin restringirse a formas específicas de comunicación humana. La sentencia Eturas ya admitió la concertación sin encuentro físico ni comunicación bilateral expresa, mediada por un sistema técnico, lo cual constituye un precedente de apertura del concepto a interacciones tecnológicamente mediadas. La propuesta no crea una categoría autónoma de «contacto algorítmico» ni extiende el tipo a los resultados de mercado, sino que aplica el criterio funcional existente a un vehículo distinto de transmisión de la señal, exigiendo la prueba positiva de la función reductora de incertidumbre y respetando el estándar probatorio de Woodpulp II.

En contraposición a este juicio de tipicidad, la postura doctrinal contraria, sostenida con rigor dogmático considerable, defiende que la colusión algorítmica autónoma carece del requisito constitutivo de la concurrencia de voluntades y que su prohibición transformaría el artículo 101 TFUE de una prohibición basada en la conducta a un mecanismo orientado a resultados que se aproxima a la regulación

79. . CALZOLARI, Luca, op. cit., p. 1213.
80. . *Ibid*., p. 1217.

de precios[81]. Este argumento posee fuerza persuasiva respecto de los supuestos de mera convergencia autónoma explicable por la estructura del mercado, donde la calificación como práctica concertada vulneraría efectivamente la frontera entre colusión y paralelismo lícito.

Pese a la solvencia de esta objeción, dicha tesis pierde capacidad explicativa frente a los supuestos en los que la arquitectura del sistema incorpora propiedades diseñadas para captar y procesar las señales del competidor de un modo que trasciende la mera observación pasiva de datos públicos. La propuesta aquí formulada se limita a estos últimos supuestos y excluye expresamente la subsunción de la convergencia autónoma no respaldada por indicios de función comunicativa equivalente.

Como alternativa de aplicación institucional, la vía procesal de las decisiones de compromisos prevista en el artículo 9 del Reglamento 1/2003 ofrece un complemento operativo a la propuesta dogmática. Las autoridades de competencia pueden intervenir ante «inquietudes competitivas» sin necesidad de probar una infracción formal, negociando remedios tecnológicos como la modificación de la función de recompensa o la incorporación de restricciones a la exploración de equilibrios supracompetitivos[82]. Esta vía resulta particularmente adecuada para los supuestos situados en la zona de penumbra entre la adaptación autónoma y la práctica concertada, donde la determinación definitiva de la calificación jurídica presenta dificultades probatorias significativas.

Sin perjuicio de estas vías administrativas de compromiso, la determinación vinculante del alcance del concepto de contacto respecto de las interacciones algorítmicas corresponde, conforme al artículo 267 del TFUE, al TJUE mediante la vía prejudicial. Ninguno de los instrumentos normativos vigentes define expresamente dicho alcance para las interacciones MARL, por lo que la propuesta formulada constituye un ejercicio doctrinal orientado a sistematizar los criterios interpretativos disponibles y a ofrecer un marco analítico coherente con la jurisprudencia consolidada. La relevancia práctica de la cuestión aumentará previsiblemente a medida que la adopción de sistemas MARL se extienda en los mercados digitales y las autoridades de competencia enfrenten la necesidad de encuadrar jurídicamente las conductas resultantes.

El examen del derecho comparado refuerza la pertinencia del criterio propuesto. La Sección 1 de la *Sherman Anti-Trust Act* de los Estados Unidos exige la prueba de un «contrato, combinación o conspiración», expresión que ha sido interpretada como exigencia de un encuentro de voluntades más riguroso que el estándar europeo de práctica concertada[83]. Por otro lado, la sección 2, apartado 1, del Capítulo I de la

81. . OLIVEIRA E COSTA, Guilherme, op. cit., p. 132.
82. . CALZOLARI, Luca, op. cit., p. 1220.
83. . EZRACHI, Ariel y STUCKE, Maurice E., op. cit., p. 220.

Competition Act 1998 del Reino Unido reproduce en términos sustancialmente idénticos la prohibición del artículo 101 TFUE, lo cual confirma que el problema del contacto algorítmico es compartido por ambos ordenamientos, aunque la doctrina jurisprudencial del TJUE conserve únicamente valor persuasivo en el ordenamiento británico *post-Brexit*. La mayor amplitud del concepto de práctica concertada respecto del estándar de *conspiracy* estadounidense amplía, en el ordenamiento de la Unión, el espacio conceptual dentro del cual podría admitirse la subsunción de interacciones MARL, siempre que se pruebe la función comunicativa equivalente y no la mera convergencia de resultados.

La propuesta formulada integra los fundamentos dogmáticos, los criterios funcionales y las exigencias probatorias necesarios para abordar la calificación jurídica de las interacciones derivadas de sistemas MARL, ofreciendo un modelo compatible con la jurisprudencia consolidada del TJUE y con los principios estructurales del derecho de la competencia de la Unión Europea. Al mismo tiempo, proporciona un marco analítico que permite distinguir la adaptación competitiva autónoma de las formas de coordinación algorítmica jurídicamente relevantes, preservando el equilibrio entre la eficacia de la aplicación del artículo 101 TFUE y las garantías derivadas de los principios de legalidad, tipicidad y presunción de inocencia.

6. Conclusiones

La expansión de los sistemas de precios dinámicos sustentados en aprendizaje por refuerzo multiagente pone de manifiesto las limitaciones del marco tradicional del Derecho de la competencia de la Unión Europea. La reevaluación dogmática de la práctica concertada bajo el artículo 101, apartado 1, del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea muestra que el concepto jurisprudencial de contacto, concebido para interacciones humanas directas o indirectas, requiere una reinterpretación funcional más que una extensión analógica. Resulta necesario precisar cómo las señales de mercado procesadas de forma iterativa por agentes algorítmicos autónomos pueden configurar un equivalente funcional del intercambio de información, sin vulnerar los principios de tipicidad, legalidad y presunción de inocencia.

Bajo este prisma interpretativo, la noción de contacto puede entenderse no como un acto formal o bilateral de transmisión de datos, sino como un mecanismo funcional de reducción de la incertidumbre estratégica. Al examinar la arquitectura de los modelos de aprendizaje por refuerzo descentralizados, se observa que las funciones de recompensa y las iteraciones continuas operan como canales implícitos de información capaces de inducir equilibrios supracompetitivos. No obstante, para delimitar la frontera entre la adaptación al mercado, admitida por la jurisprudencia, y la cooperación práctica prohibida, la construcción teórica distingue la conver-

gencia autónoma derivada de las condiciones estructurales de aquellos supuestos en los que la parametrización o el diseño del sistema confieren una capacidad de anticipación que supera la observación pasiva de datos públicos.

A partir de dicha distinción teórica, resulta posible articular una presunción *iuris tantum* de concertación fundada en factores técnicos concretos. La concurrencia comprobada de una reactividad estratégica sistemática, el empleo de arquitecturas algorítmicas con capacidad para reducir la incertidumbre y la ausencia de una explicación estructural alternativa permiten invertir la carga de la prueba conforme al estándar aplicable. Para desvirtuar dicha presunción, las empresas pueden acreditar políticas de precios divergentes o implementar mecanismos de *compliance by design*, que comprenden auditorías periódicas de las políticas aprendidas, evaluaciones previas de riesgos y restricciones en las funciones de recompensa para desincentivar dinámicas colusorias.

Más allá de este marco presuntivo, las líneas de investigación futuras pueden profundizar en la relación entre el análisis empírico computacional y la dogmática jurídica. Conviene explorar cómo distintas arquitecturas algorítmicas responden a restricciones regulatorias específicas y cómo varían los índices de colusión en entornos con espacios de estados continuos o restricciones de capacidad. También resulta pertinente desarrollar marcos comparados con ordenamientos que requieren un estándar de concierto más estricto y evaluar la operatividad de los remedios conductuales en el marco de decisiones de compromisos, con el fin de evitar que la prohibición de la colusión se convierta en un mecanismo de regulación de precios.

Considerados en su dimensión estructural, los entornos multiagente descentralizados plantean un desafío decisivo para el Derecho mercantil contemporáneo. A medida que la toma de decisiones económicas se desplaza del juicio humano hacia la optimización matemática autónoma, el ordenamiento jurídico enfrenta la necesidad de preservar la eficacia de sus instituciones de protección del mercado sin desbordar los principios garantistas que fundamentan el Estado de Derecho. En ese contexto, la reinterpretación funcional del contacto reafirma la necesidad de que la innovación tecnológica permanezca compatible con la autonomía competitiva como principio de la economía de mercado.

Bibliografía

BRINNEN, Carl, *Culpa in Code: Exploring Autonomous Algorithmic Collusion under EU Competition Law*, tesis de máster, Lund University, 2023.

CALVANO, Emilio, CALZOLARI, Giacomo, DENICOLÒ, Vincenzo y PASTORELLO, Sergio, «Artificial Intelligence, Algorithmic Pricing, and Collusion», *American Economic Review*, vol. 110, núm. 10, 2020, pp. 3267-3297.

CALZOLARI, Luca, «The Misleading Consequences of Comparing Algorithmic and Tacit Collusion: Tackling Algorithmic Concerted Practices Under Art. 101 TFEU», *European Papers*, vol. 6, núm. 2, 2021, pp. 1193-1228.

EZRACHI, Ariel y STUCKE, Maurice E., *Virtual Competition: The Promise and Perils of the Algorithm-Driven Economy*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 2016.

EZRACHI, Ariel y STUCKE, Maurice E., «Algorithmic Tacit Collusion», en WHELAN, Peter (ed.), *Research Handbook on Cartels*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2023, pp. 187-212.

FRANÇOIS-LAVET, Vincent, HENDERSON, Peter, ISLAM, Riashat, BELLEMARE, Marc G. y PINEAU, Joelle, «An Introduction to Deep Reinforcement Learning», *Foundations and Trends in Machine Learning*, vol. 11, núm. 3-4, 2018, pp. 219-354.

HU, Junling y WELLMAN, Michael P., «Nash Q-Learning for General-Sum Stochastic Games», *Journal of Machine Learning Research*, vol. 4, 2003, pp. 1039-1069.

JABLONSKIS, Martynas, «Concerted Practices: Concept and Evolution», *International Comparative Jurisprudence*, vol. 8, núm. 1, 2022, pp. 13-25.

LITTMAN, Michael L., «Markov games as a framework for multi-agent reinforcement learning», en COHEN, William W. y HIRSH, Haym (eds.), *Proceedings of the Eleventh International Conference on Machine Learning (ICML 1994)*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1994, pp. 157-163.

OLIVEIRA E COSTA, Guilherme, «Algorithmic "Collusion" and the Application of Article 101 TFEU: Can an Agreement Exist without a Concurrence of Wills?», *Market and Competition Law Review*, vol. 10, núm. 1, 2026, pp. 103-137.

ONG, Burton, «The Applicability of Art. 101 TFEU to Horizontal Algorithmic Pricing Practices: Two Conceptual Frontiers», *IIC - International Review of Intellectual Property and Competition Law*, vol. 52, núm. 2, 2021, pp. 189-211.

PAUDEL, Diwas y DAS, Tapas K., «Tacit Algorithmic Collusion in Deep Reinforcement Learning Guided Price Competition: A Study Using EV Charge Pricing Game», *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 166, pt. A, 2026, artículo 113567.

PERALTA FIERRO, Ignacio, «La distinción entre acuerdos y prácticas concertadas (un análisis a partir del "caso supermercados")», *Revista Ius et Praxis*, vol. 29, núm. 1, 2023, pp. 145-164.

PROTOPAPA, Aikaterini A., «Beyond Agreement: Algorithmic Pricing and the Structural Limits of Antitrust: Autonomous Learning, Tacit Coordination,

and Article 101 TFEU», Working Paper, Université Catholique de Lille y Université Toulouse 1 Capitole, 2025/2026, pp. 1-37.

SCHLECHTINGER, Michael, *Investigating, Predicting, and Mitigating Collusive Behavior in Deep Reinforcement Learning-Based Pricing AIs*, tesis doctoral, Universität Mannheim, 2024.

SCHLECHTINGER, Michael, KOSACK, Damaris, KRAUSE, Franz y PAULHEIM, Heiko, «By Fair Means or Foul: Quantifying Collusion in a Market Simulation with Deep Reinforcement Learning», en *Proceedings of the Thirty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-24)*, 2024, pp. 485-493.

SHAPLEY, L. S., «Stochastic Games», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 39, núm. 10, 1953, pp. 1095-1100.

SUTTON, Richard S. y BARTO, Andrew G., *Reinforcement Learning: An Introduction*, 2ª ed., MIT Press, Cambridge, MA, 2014.

TESAURO, Gerald y KEPHART, Jeffrey O., «Pricing in agent economies using multi-agent Q-learning», en *Proceedings of the 1999 Workshop on Agent-Mediated Electronic Commerce (AMEC-99)*, IBM T. J. Watson Research Center, 1999.

UWANOBA, Fumito, «Implicit Cooperative Learning on Distribution of Received Reward in Multi-Agent System», en *Proceedings of the 15th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2023)*, vol. 1, SCITEPRESS, 2023, pp. 147-153.

VAN CLEYNENBREUGEL, Pieter, «Article 101 TFEU's Association of Undertakings Notion and Its Surprising Potential to Help Distinguish Acceptable from Unacceptable Algorithmic Collusion», *The Antitrust Bulletin*, vol. 65, núm. 3, 2020, pp. 1-22.

WATKINS, Christopher J. C. H. y DAYAN, Peter, «Q-Learning», *Machine Learning*, vol. 8, núm. 3-4, 1992, pp. 279-292.

Jurisprudencia citada

Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Imperial Chemical Industries Ltd. contra Comisión de las Comunidades Europeas*, asunto 48-69, de 14 de julio de 1972 (ECLI:EU:C:1972:70).

Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *Coöperatieve Vereniging «Suiker Unie» UA y otros contra Comisión de las Comunidades Europeas*, asuntos acumulados 40 a 48, 50, 54 a 56, 111, 113 y 114-73, de 16 de diciembre de 1975 (ECLI:EU:C:1975:174).

Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *A. Ahlström Osakeyhtiö y otros contra Comisión de las Comunidades Europeas (Woodpulp II)*, asuntos acumulados C-89/85, C-104/85, C-114/85, C-116/85, C-117/85 y C-125/85 a C-129/85, de 31 de marzo de 1993 (ECLI:EU:C:1993:120).

Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *T-Mobile Netherlands BV y otros contra Raad van Bestuur van de Nederlandse Mededingingsautoriteit*, asunto C-8/08, de 4 de junio de 2009 (ECLI:EU:C:2009:343).

Tribunal de Justicia de la Unión Europea, sentencia *«Eturas» UAB y otros contra Lietuvos Respublikos konkurencijos taryba*, asunto C-74/14, de 21 de enero de 2016 (ECLI:EU:C:2016:42).

Normas citadas

Unión Europea, *Tratado de la Unión Europea y Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (Versión consolidada)*, Diario Oficial de la Unión Europea, C 202, 7 de junio de 2016.

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea y Comisión Europea, *Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea (2000/C 364/01)*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 18 de diciembre de 2000.

Consejo de la Unión Europea, *Reglamento (CE) n.º 1/2003 del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativo a la aplicación de las normas sobre competencia previstas en los artículos 81 y 82 del Tratado*, Diario Oficial de la Unión Europea, 4 de enero de 2003.

Conflicto de intereses

En esta publicación no se presentó ningún conflicto de interés.

Financiación

Ninguna.