

Revista Brasileira de Ciências Sociais Aplicadas

ISSN 3085-8151

vol. 1, n. 4, 2025

••• ARTIGO 6

Data de Aceite: 17/12/2025

ENTRE LA ENTROPIA Y EL TECNOFEUDALISMO: LA URGENCIA DE UNA CONTABILIDAD BIO- ECONÓMICA Y ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LAS PYMES

Raúl Volker

Universidad Abierta Interamericana (UAI, Argentina) Universidad de la Marina Mercante (UdeMM, Argentina)



Todo o conteúdo desta revista está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

RESUMEN: La crisis civilizatoria del siglo XXI nos sitúa frente a una paradoja termodinámica y social de difícil resolución: mientras la urgencia climática demanda una transición inmediata hacia la bioeconomía y la circularidad, las estructuras económicas globales parecen consolidarse bajo lo que Varoufakis denomina “tecnofeudalismo”, un régimen donde la extracción de valor se desplaza de la producción material al control de datos y comportamientos. Este artículo analiza las tensiones existenciales y operativas que enfrentan las PyMEs del AMBA al intentar adoptar modelos de Economía Circular (EC) en un entorno de incertidumbre financiera, entropía creciente y marcos contables obsoletos. A través de un enfoque de pensamiento complejo y un análisis de casos longitudinal basado en investigaciones propias (2021-2024), se propone superar la contabilidad tradicional mediante una “partida sistemática” que internalice las externalidades ambientales. Se concluye que la educación superior debe fomentar una “cointeligencia” ética, capaz de utilizar la Inteligencia Artificial y las Finanzas Sostenibles no como fines en sí mismos, sino como herramientas de resistencia para regenerar el tejido productivo y social ante el colapso ecológico.

PALABRAS CLAVE: Economía Circular, Tecnofeudalismo, Contabilidad Ambiental, Entropía, PyMEs, Educación Superior.

INTRODUCCIÓN: LA ENCRUCIJADA CIVILIZATORIA Y LA OBsolescencia DEL PENSAMIENTO (ECONÓMICO)

Habitar el siglo XXI implica reconocer, con una crudeza ineludible, que la linealidad del progreso industrial ha colisionado violentamente con los límites biofísicos del planeta. No estamos meramente ante un problema técnico de gestión de residuos o de eficiencia energética que pueda solucionarse con mejores máquinas o algoritmos más rápidos; nos encontramos frente a una crisis civilizatoria multidimensional que pone en jaque la continuidad misma de los sistemas vivos. Como bien señalaba Nicholas Georgescu-Roegen (1971) hace décadas —y que hoy resuena con fuerza profética en nuestros análisis recientes (Volker et al., 2024)—, el proceso económico está gobernado inexorablemente por la ley de la entropía: la transformación de recursos de baja entropía en residuos de alta entropía es un proceso irreversible. Sin embargo, nuestras facultades de ciencias económicas y nuestros ministerios siguen planificando y educando como si los recursos fueran infinitos y el sumidero planetario, inagotable.

En este escenario de incertidumbre radical, las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), que constituyen el verdadero sistema circulatorio de nuestras economías locales, se encuentran atrapadas en una doble presión asfixiante que amenaza su viabilidad. Por un lado, la exigencia ética, normativa y de mercado de transitar hacia una Economía Circular (EC); por el otro, la dura realidad de operar en mercados dominados por la lógica de la “obsolescencia

programada”, diseñada para acelerar los ciclos de consumo y descarte en una carrera vertiginosa que ignora los tiempos de regeneración de la biosfera. A esto se suma lo que Yanis Varoufakis (2024) describe como “tecnofeudalismo”, un nuevo orden donde la extracción de valor ya no proviene solo de la producción de cosas tangibles, sino del control feudal de los datos y las plataformas por parte de una élite global, dejando a la PyME productiva en una posición de vasallaje digital que dificulta su autonomía.

Pero hay algo más en esta ecuación que a menudo pasamos por alto en la academia: la velocidad y la disonancia cognitiva que esta impone. La aceleración de los tiempos productivos y de consumo, impulsada por la digitalización, nos ha quitado el tiempo de reflexión necesario para el cambio profundo. La crisis no es solo ambiental, es cronológica. Las empresas corren para mantenerse en el mismo lugar, atrapadas en la inmediatez del cierre de balance y la urgencia impositiva, mientras la crisis climática opera en tiempos geológicos que se nos vienen encima con consecuencias irreversibles. Esta disonancia temporal es el núcleo del conflicto actual, donde la urgencia del corto plazo devora la importancia del largo plazo, impidiendo la planificación estratégica necesaria para implementar modelos de negocios circulares como los que hemos investigado en el conurbano bonaerense en nuestro libro *Las pymes argentinas en desarrollo de economía circular* (Volker et al., 2021).

El presente trabajo se propone, entonces, superar la visión tecnocrática y “lavada” de la sostenibilidad que a menudo se vende como solución llave en mano. No basta con enseñar técnicas de reciclaje o *greenwashing* corporativo; es imperativo desarrollar una “cointeligencia” que integre la ética profun-

da, una contabilidad ambiental rigurosa y la tecnología para ofrecer a las PyMEs no solo una mejora de imagen, sino una vía de escape al colapso entrópico. Debemos repensar la relación del ser humano con la naturaleza, entendiendo que somos, esencialmente, naturaleza agrediéndose a sí misma, y que la única salida posible es una reconciliación entre la esfera económica y la biosfera.

SUSTENTABILIDAD EN TIEMPOS DE CRISIS Y LA ENTROPÍA REINANTE

Resulta ingenuo, e incluso intelectualmente deshonesto, hablar de sustentabilidad sin abordar el concepto físico que gobierna nuestra realidad material: la entropía. Cada vez que producimos un bien, ordenamos materia en un punto (el producto) a costa de generar un desorden mayor en el entorno (desechos y calor disipado). La crisis actual es, en esencia, nuestra incapacidad sistémica para gestionar esa disipación energética. La sustentabilidad, bajo esta luz y siguiendo los postulados de la bioeconomía, deja de ser una aspiración romántica de “cuidar el medio ambiente” para convertirse en una batalla termodinámica por mantener la organización de la vida social y biológica el mayor tiempo posible, ralentizando la degradación inevitable de la energía útil. Sin embargo, el modelo hegemónico actual, basado en satisfacer necesidades artificiales de manera vertiginosa, ha roto los ciclos de asimilación y absorción de los ecosistemas (Volker et al., 2024).

Vemos una proliferación de sellos verdes y promesas de “emisiones cero” que, en muchos casos, violan las leyes de la física al ignorar los costos ocultos de la tecnología y la extracción de materiales. Si la solución

a la crisis energética es fabricar millones de baterías de litio sin resolver su disposición final —un tema recurrente en el debate sobre movilidad eléctrica que analizamos en el caso *Sero Electric* (Volker et al., 2021)—, simplemente estamos desplazando la entropía de lugar, escondiéndola bajo la alfombra del futuro o exportándola a zonas de sacrificio. Una sustentabilidad honesta debe reconocer estos límites y plantear no el “crecimiento verde” infinito, sino un desarrollo cualitativo que respete los ciclos de regeneración de la biosfera, tal como lo plantean los principios de la bioeconomía que Georgescu-Roegen defendió frente a la ceguera de la economía neoclásica.

A esto se suma la entropía social, un fenómeno que observamos con preocupación creciente en el tejido productivo local. La degradación de los lazos comunitarios y el aumento de la desigualdad son formas de desorden que amenazan la estabilidad del sistema tanto como el cambio climático. Una empresa que recicla sus plásticos, pero precariza a sus trabajadores o ignora a su comunidad, no está reduciendo la entropía, la está transfiriendo al tejido social. La verdadera sustentabilidad en esta época de crisis debe ser sistémica: debe buscar la neguentropía (orden vital) tanto en los flujos de materiales como en las relaciones humanas. Como sosteneremos en nuestras investigaciones recientes (Volker et al., 2024), la verdadera acción transformadora debe ejercerse sobre las pasiones humanas para replantear los problemas en todos los frentes que impactan al ser.

Debemos también considerar la dimensión geopolítica de esta entropía y su distribución desigual. Mientras algunas sociedades viven en la opulencia, gastando recursos que no tienen y externalizando sus

desechos, otras viven en la carencia absoluta de los recursos que las primeras consumen vorazmente. Estamos utilizando “una Tierra y media” para sostener estándares de vida insostenibles propios del “primer mundo”. Esta inequidad en el acceso a la energía y a los materiales no es solo un problema ético, es un problema de estabilidad global que las PyMEs locales sufren en forma de volatilidad de precios y escasez de insumos, obligándolas a repensar sus cadenas de suministro desde una lógica de proximidad y resiliencia.

LA CONTABILIDAD ANTE EL ABISMO: DE LA PARTIDA DOBLE A LA PARTIDA SISTÉMICA

Uno de los mayores obstáculos para la transición hacia la economía circular es la invisibilidad contable de los daños ecológicos y el agotamiento de los recursos. La contabilidad tradicional, heredera de la partida doble, ha sido extremadamente eficiente para medir el capital financiero, pero ciega para medir el capital natural y social. En nuestro trabajo reciente (Volker et al., 2024), argumentamos que es imperativo desarrollar una contabilidad ambiental y social que no sea un mero anexo decorativo en la memoria anual, sino un instrumento de gestión central. Las decisiones empresariales, tomadas consciente o inconscientemente bajo paradigmas de lucro a corto plazo, están perjudicando la base de recursos de las futuras generaciones, y esto debe ser cuantificado e internalizado en los costos.

El sistema financiero actual penaliza la sostenibilidad real debido a su incapacidad para valorar el largo plazo y los activos intangibles. Las PyMEs que intentan innovar con tecnologías limpias o modelos de negocio

circulares a menudo se encuentran con barreras de acceso al crédito insalvables. Como detallamos al analizar el financiamiento de proyectos sustentables en nuestro libro (Volker et al., 2021), los bancos perciben un “riesgo técnico” elevado en proyectos pequeños de energía renovable o biomasa, exigiendo tasas de retorno que solo son posibles mediante la explotación extractiva tradicional. La falta de instrumentos financieros adecuados, como seguros específicos para la energía limpia o líneas de crédito blandas masivas, actúa como un freno de mano para la innovación, perpetuando el modelo lineal.

Además, existe una necesidad urgente de un marco legal que acompañe esta nueva contabilidad y de legitimidad a las nuevas formas de organización. En Argentina, el proyecto de ley para las Sociedades de Beneficio e Interés Colectivo (B.I.C.) busca dar cobertura legal a empresas que deciden ampliar su objeto social para incluir el impacto positivo social y ambiental (Volker et al., 2024). Estas empresas, aunque no perfectas, asumen el compromiso de poner el propósito socioambiental en el centro de su modelo de negocio, sometiéndose a auditorías integrales. Sin embargo, sin una regulación estatal fuerte que castigue las externalidades negativas y premie la regeneración mediante incentivos fiscales concretos, estos esfuerzos corren el riesgo de quedar como nichos de mercado para una élite concienciada.

Para operativizar este cambio, proponemos un contraste conceptual necesario entre la visión contable ortodoxa y la propuesta bio-económica que emerge de nuestra investigación conjunta (2021-2024). La siguiente tabla ilustra el desplazamiento necesario desde una visión centrada en el accionista hacia una centrada en el sistema vivo.

EL DILEMA DEL TECNOFEUDALISMO Y LA TRAMPA DIGITAL

La evolución del hombre, marcada por el desarrollo de instrumentos exosomáticos, nos ha llevado a una dependencia crítica de flujos de energía externos a nuestro cuerpo biológico. Esta adicción energética, sumada a una cultura del descarte, ha acelerado la degradación de la biosfera. Edgar Morin (2020) nos advierte incansablemente sobre la necesidad de un “pensamiento ecologizado” que reconozca la interdependencia radical entre la esfera antroposocial y la naturaleza. Sin embargo, la digitalización acelerada, lejos de liberarnos, a menudo profundiza las brechas y crea nuevas formas de servidumbre. La noción de “tecnofeudalismo” de Varroutakis (2024) cobra aquí una relevancia aterradora: si formamos profesionales que solo vean en la Inteligencia Artificial (IA) una herramienta de eficiencia neutral, estaremos perpetuando un modelo de dominación donde las PyMEs son meras vasallas de las grandes plataformas de datos que extraen rentas sin producir valor real.

Es crucial entender que la “nube” tiene un peso físico descomunal y una huella entrópica significativa, a pesar de su metáfora etérea. Los centros de datos consumen cantidades obscenas de agua y electricidad, y la infraestructura digital depende de minerales críticos cuya extracción es devastadora para los ecosistemas del sur global. Por ende, la transición digital y la transición ecológica a menudo entran en colisión dialógica. La IA debe servir para modelar escenarios de escasez, optimizar la simbiosis industrial y democratizar el acceso a las finanzas, no para deshumanizar las relaciones productivas ni para acelerar el consumo de recursos bajo la promesa de una eficiencia que nunca llega a compensar el aumento de la escala (Paradoja de Jevons).

Dimensión de Análisis	Contabilidad Financiera Tradicional (Ortodoxa)	Contabilidad Ambiental y Social (Propuesta Bio-Económica)
Unidad de Medida	Exclusivamente monetaria (unidimensional).	Multidimensional: Monetaria, Física (toneladas, joules, huella hídrica) y Social (impacto cualitativo).
Tratamiento del Residuo	Costo de disposición o ingreso marginal por venta de <i>scrap</i> .	Falla de diseño del sistema o recurso mal asignado (Costo de oportunidad circular).
Horizonte Temporal	Corto plazo (Ejercicio fiscal anual, trimestre).	Largo plazo (Ciclos de vida del producto, tasas de regeneración de recursos).
Capital Reconocido	Financiero y Físico (Maquinaria, Inmuebles).	Financiero, Natural (Biodiversidad, ecosistemas), Social y Humano.
Externalidades	Ignoradas (mientras no exista multa regulatoria).	Internalizadas como pasivos ambientales o costos sociales en el balance.
Marco Normativo	Normas contables tradicionales (foco en solvencia).	Normas integradas (GRI, Sistema B, Ley B.I.C.) con foco en el propósito.
Objetivo Final	Maximización del lucro para el accionista (<i>Shareholder</i>).	Creación de valor integral y regenerativo para todas las partes interesadas (<i>Stakeholder</i>).

Tabla 1 Transición del Modelo Contable Tradicional al Modelo de Contabilidad Bio- Económica

Fuente. Elaboración propia basada en los conceptos desarrollados en Volker et al. (2021) y Volker et al. (2024).

La brecha tecnológica genera una nueva forma de exclusión que afecta directamente la competitividad de nuestras empresas locales. Las PyMEs del AMBA que no logran digitalizar sus procesos de trazabilidad quedan fuera de las cadenas de valor globales que exigen certificaciones ambientales rigurosas y datos en tiempo real. Esto crea un círculo vicioso perverso: sin tecnología no hay certificación, sin certificación no hay acceso a mercados *premium* o créditos verdes, y sin capital no hay inversión tecnológica. Romper este bucle requiere una intervención activa de la universidad y el Estado, no solo como proveedores de fondos, sino como arquitectos de un ecosistema digital público y accesible que evite la concentración feudal del conocimiento y promueva la soberanía de datos.

DESAFIOS EDUCATIVOS Y CULTURALES EN EL TERRITORIO

Al descender al territorio, específicamente al análisis de las PyMEs en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), observamos que la “voluntad de circularidad” choca con barreras culturales y educativas profundas. En nuestros estudios de caso (Volker et al., 2021), identificamos que, aunque existe una conciencia latente sobre la crisis ambiental, predomina una cultura reactiva: se actúa solo cuando la regulación aprieta o cuando el costo de la materia prima se vuelve prohibitivo. Falta una cultura proactiva que vea en la sostenibilidad una ventaja competitiva y no un costo hundido. La educación tradicional en negocios ha fallado en preparar a los líderes para gestionar la complejidad y la incertidumbre, formándolos para un mundo de recursos infinitos que ya no existe.

La educación superior tiene la responsabilidad ineludible de formar no solo técnicos competentes, sino ciudadanos complejos capaces de navegar la incertidumbre. Integrar la IA y las finanzas sostenibles en el currículo no es una moda, es una estrategia de supervivencia. Pero esta integración debe hacerse con una vigilancia epistemológica constante. Como señalamos en nuestro trabajo reciente (Volker et al., 2024), la verdadera acción transformadora debe ejercerse sobre las pasiones humanas; se trata de lograr una conciencia planetaria. La universidad debe ser el espacio donde se deconstruya el mito del *Homo Economicus* racional y egoísta, para dar paso a un sujeto consciente de su interdependencia con la red de la vida y la responsabilidad intergeneracional.

Esto implica también una revalorización de los saberes locales y las prácticas informales que a menudo son más eficientes que las formales. Las cooperativas de recuperadores urbanos, como el caso de *Creando Conciencia* que analizamos en profundidad (Volker et al., 2021), poseen un conocimiento tácito sobre la logística inversa y la clasificación de materiales que la academia a menudo ignora o subestima. La educación circular debe ser un diálogo de saberes, donde la teoría termodinámica de Georgescu-Roegen se encuentre con la praxis cotidiana de la gestión de residuos en el conurbano, generando soluciones situadas, culturalmente pertinentes y socialmente inclusivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: LA MADUREZ BIO-ECONÓMICA

El relevamiento realizado mediante el software ATLAS.ti sobre las narrativas de empresarios y docentes muestra una clara y dolorosa dicotomía. Mientras se valora la sostenibilidad como concepto abstracto y

deseable, se la percibe distante de la realidad financiera inmediata del “cheque a 30 días”. Sin embargo, emergen casos de éxito —lo que podríamos llamar “recursividades virtuosas”— donde la adopción de prácticas circulares ha generado un desacople entre el crecimiento económico y el consumo de recursos vírgenes. Casos como el de *GEA Sustainable* o *Sero Electric* (Volker et al., 2021) demuestran que la innovación disruptiva es posible, pero requiere un ecosistema de soporte que hoy es frágil y fragmentado.

Estos casos demuestran que el empresario argentino tiene una capacidad de resiliencia y adaptación única, nacida de la necesidad de sobrevivir a crisis cíclicas. Ante la falta de insumos importados o el encarecimiento de materias primas, muchas PyMEs recurren intuitivamente a la reparación, la reutilización y la recuperación, prácticas que son la esencia de la economía circular. El desafío es sistematizar estas prácticas intuitivas, darles marco teórico, soporte contable y validación tecnológica para que dejen de ser tácticas de emergencia y se conviertan en estrategias de desarrollo robustas y escalables.

Para evaluar el estado real de las empresas frente a este desafío complejo, hemos diseñado una matriz de evolución que supera los indicadores simplistas tradicionales. Esta matriz busca capturar la complejidad de la transformación, integrando las dimensiones tecnológicas, financieras, entrópicas y culturales que hemos discutido a lo largo del trabajo. No se trata solo de cuánto se recicla, sino de cómo se piensa el negocio, cómo se contabiliza el valor y cómo se relaciona la organización con el entorno vivo y digital.

Nivel de Madurez	Lógica Dominante	Gestión de Recursos (Entropía)	Uso de Tecnología y Datos	Gestión Financiera y Contable	Relación con el Entorno
1. Extractivo / Lineal (Status Quo)	“Tomar, hacer, tirar”. Maximización de volumen y lucro inmediato.	Alta generación de residuos. Ignorancia de los límites físicos. Entropía máxima.	Digitalización básica (administrativa). Datos aislados y estáticos.	Contabilidad tradicional financiera. Costos ambientales ocultos y externalizados.	Entorno visto como fuente inagotable y basurero. Reactivo ante multas.
2. Ecoeficiente / Transicional	“Hacer más con menos”. Reducción de costos operativos.	Reciclaje “End-of-pipe”. Mejoras incrementales de eficiencia energética.	Uso de sensores para medir consumos. Primeros pasos en trazabilidad.	Reportes de RSE anexos al balance. Acceso esporádico a créditos verdes.	Cumplimiento normativo (<i>Compliance</i>). Conciencia de imagen corporativa.
3. Circular / Regenerativo	“Restaurar y regenerar”. Creación de valor sistémico.	Diseño “Cradle to Cradle”. Simbiosis industrial y logística inversa activa.	Trazabilidad total (Blockchain/IA). Datos utilizados para cerrar ciclos.	Contabilidad ambiental integrada. Valoración de externalidades en la toma de decisiones.	Co-evolución con el ecosistema. Certificación como Empresa B o B.I.C.
4. Cointeligente / Complejo (Horizonte)	“Sabiduría sistémica”. Resiliencia y adaptación ante el colapso.	Neguentropía activa. Biomímesis en procesos productivos y cultura organizacional.	IA como aliada estratégica para gestionar la complejidad y descentralizar poder.	Finanzas regenerativas. Inversión de impacto profundo. Balance de triple línea real.	Liderazgo ético y planetario. Agente de cambio cultural y regeneración social.

Tabla 2 Matriz de Madurez Bio-Económica y Digital para PyMEs en el Contexto de Crisis

Fuente. Elaboración propia basada en la integración de los modelos de madurez discutidos en Volker et al. (2021) y las nuevas perspectivas teóricas y contables de Volker et al. (2024).

CONCLUSIONES: HACIA UNA ÉTICA DE LA SUPERVIVENCIA

Sin lugar a duda, estamos transitando un momento bisagra de la historia de la humanidad. La transición hacia la Economía Circular no ocurrirá por la inercia mágica del mercado, que tiende naturalmente a la concentración y a la generación de entropía; requiere de una intervención consciente, po-

lítica, contable y educativa dirigida. La contabilidad social y ambiental no puede seguir siendo un ejercicio cosmético o voluntario; debe convertirse en la brújula que guíe las decisiones de inversión, visibilizando lo que el mercado prefiere ignorar: que estamos consumiendo el capital natural del futuro para financiar el consumo del presente.

Integrar la IA y las finanzas sostenibles en el currículo universitario no es una actualización tecnocrática más, es una estrategia de supervivencia civilizatoria. Pero esta integración debe hacerse con una vigilancia epistemológica constante, con una mirada crítica afilada, para evitar que estas herramientas sirvan para perfeccionar la dominación tecnófeudal y la vigilancia digital. Nuestro objetivo final debe ser restaurar la dignidad del trabajo humano y el equilibrio con la biosfera, entendiendo, como diría Morin (2020), que la reforma del pensamiento es la antesala necesaria e inevitable para la reforma de la civilización.

Las PyMEs del AMBA, con el acompañamiento adecuado y liberadas de las trabas burocráticas y cognitivas, tienen el potencial de convertirse en los nodos regenerativos de esta nueva economía. Ellas pueden demostrar, como lo hacen los casos estudiados, que la rentabilidad no está reñida con la ética, y que el futuro, aunque se presente incierto y cargado de amenazas entrópicas, sigue siendo una construcción colectiva que depende de nuestra capacidad para imaginar y concretar un mundo donde la economía vuelva a servir a la vida, y no al revés.

REFERENCIAS

- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press.
- Han, B.-C. (2022). *Infocracia: La digitalización y la crisis de la democracia*. Herder Editorial.
- Morin, E. (2020). *Cambiamos de vía: Lecciones de la pandemia*. Paidós.
- Svampa, M., & Viale, E. (2020). *El colapso ecológico ya llegó: Una brújula para salir del maldesarrollo*. Siglo XXI Editores.
- Varoufakis, Y. (2024). *Tecnofeudalismo: El sigiloso sucesor del capitalismo*. Deusto.
- Volker, R., Bessouat, E., & Sauco, D. (2021). *Las PyMEs argentinas en desarrollo de economía circular: Un estudio de casos en la Región Metropolitana en el periodo 2007-2016*. Teseo; Universidad Abierta Interamericana.
- Volker, R., Rey, F., & Lettieri, E. (2024). La economía circular y la necesidad de una la contabilidad ambiental. Aspectos contables y legales para una alternativa productiva ambientalmente conveniente. En *Perspectivas integradas en salud, bienestar y calidad de vida* (Cap. 3, pp. 26-38). Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.555112410103>