

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BLOCKCHAIN TRONG ĐỐI SOÁT TÀI CHÍNH GIÁO DỤC PHỔ THÔNG

Lê Minh Tuấn^{1*}, Nguyễn Công Dự²

*Tác giả liên hệ, email: lmtuan@hou.edu.vn. ORCID: 0009-0009-1408-58541

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 15/01/2026

Ngày phản biện đánh giá: 17/03/2026

Ngày bài báo được duyệt đăng: 14/04/2026

DOI: 10.59266/houjs.2026.1176

Tóm tắt: Nghiên cứu này giải quyết bài toán “nút thắt cổ chai” trong quy trình đối soát tài chính tại các cơ sở giáo dục phổ thông (K-12) Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi số quốc gia. Mặc dù thanh toán không dùng tiền mặt được thúc đẩy mạnh mẽ theo Quyết định 1813/QĐ-TTg, sự phân mảnh dữ liệu giữa hệ thống ngân hàng và nhà trường dẫn đến quy trình đối soát thủ công tốn kém, độ trễ thông tin cao và thiếu sự tin cậy. Dựa trên phương pháp nghiên cứu khoa học thiết kế (Design Science Research - DSR), bài báo đề xuất kiến trúc hệ thống lai ghép tích hợp công nghệ chuỗi khối (blockchain) làm lớp “Kế toán tam phân” (Triple-Entry Accounting). Việc sử dụng cơ chế Oracle để ghi nhận siêu dữ liệu giao dịch lên chuỗi khối giúp thiết lập “Nguồn sự thật duy nhất” (Single Source of Truth), cho phép đối soát hoàn toàn tự động trong khi vẫn đảm bảo tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về tiền tệ và bảo vệ dữ liệu cá nhân. Giải pháp này không chỉ giảm thiểu chi phí vận hành mà còn kiến tạo nền tảng hạ tầng minh bạch, bảo mật cho hệ sinh thái giáo dục số.

Từ khóa: chuyển đổi số giáo dục, tài chính học đường, thu hộ, blockchain, kế toán tam phân

I. Đặt vấn đề

1.1. Chuyển đổi số trong quản trị tài chính giáo dục

Trong bối cảnh chuyển đổi số, giáo dục Việt Nam đang đẩy mạnh hiện đại hóa quản trị tài chính với mục tiêu trên 90% cơ sở đô thị thanh toán không dùng tiền mặt (Quyết định 1813/QĐ-TTg). Tuy nhiên, sự mở rộng nhanh chóng của hệ sinh thái tài chính giáo dục đang tạo ra thách thức

lớn về hạ tầng đối soát. Điển hình như hệ thống SSC, dù đã kết nối 40 ngân hàng và 4 ví điện tử để phục vụ hơn 2 triệu người dùng (SSC, 2026), nhưng lại gây áp lực nặng nề lên công tác kế toán do dữ liệu bị phân mảnh trên nhiều sổ cái riêng biệt. Sự thiếu hụt cơ chế xử lý dữ liệu tập trung và tức thời hiện là “điểm nghẽn” then chốt, cản trở hiệu quả chuyển đổi số trong quản lý tài chính giáo dục.

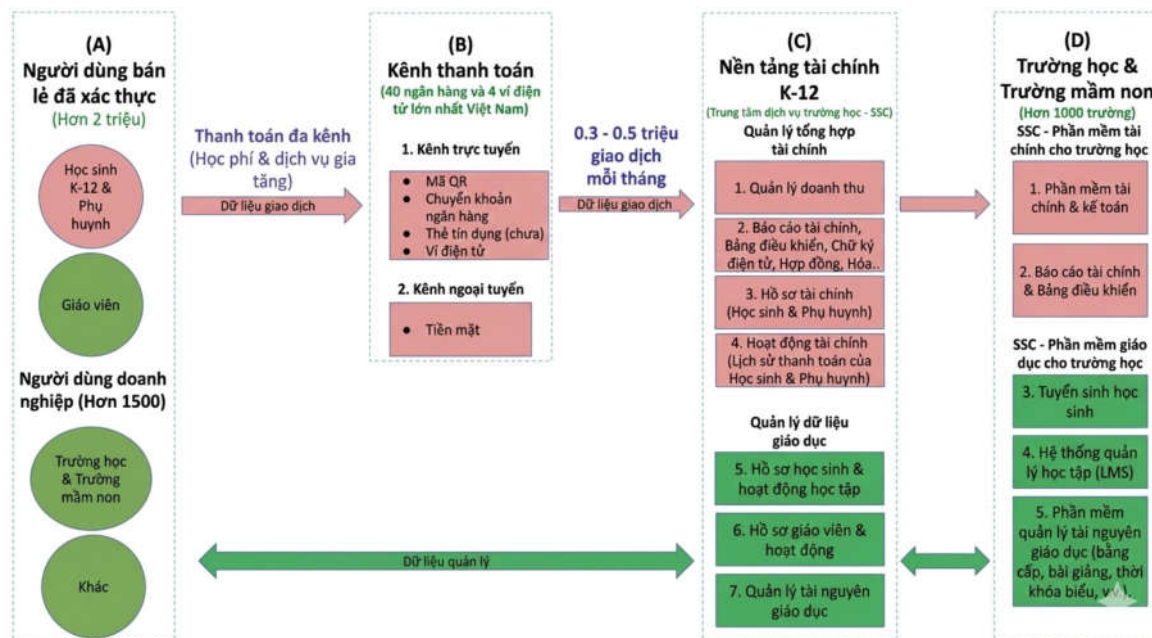
¹ Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

² Khoa Công Nghệ Thông Tin, Trường Đại học Đông Đô, Hà Nội, Việt Nam

1.2. Thực trạng trong đối soát thanh toán

Vấn đề cốt lõi mà hệ thống tài chính giáo dục hiện tại đang đối mặt là đối soát giao dịch. Trong mô hình

vận hành hiện tại, quy trình đối soát chủ yếu dựa trên thủ công hoặc bán tự động, diễn ra theo chu kỳ (thường là cuối ngày hoặc cuối tháng) thay vì thời gian thực (SSC, 2026).



Hình 1: Mô hình hệ thống tài chính học đường

Sự bất đồng bộ giữa sổ cái ngân hàng và hệ thống quản lý trường học tạo ra “độ trễ thông tin”, khiến trạng thái thanh toán hiển thị sai lệch dù giao dịch đã hoàn tất. Thực trạng này gây ra ba hệ lụy chính:

Gánh nặng vận hành: Với quy mô lớn (điển hình như SSC đạt 0,5 triệu giao dịch/tháng), việc đối soát thủ công gây lãng phí nguồn lực và sai sót, với chi phí cao gấp 3-4 lần so với tự động hóa (Fintech, 2026).

Rủi ro tính toàn vẹn: Hệ thống dữ liệu tập trung thiếu cơ chế giám sát bất biến, tiềm ẩn nguy cơ thao túng dữ liệu và thiếu minh bạch trong quản lý thu chi.

Thách thức pháp lý: Theo Đề án 06 và Nghị định 13/2023/NĐ-CP, việc lưu trữ phân tán và bảo mật kém đối với dữ liệu định danh học sinh đang tạo ra những rào cản lớn về tuân thủ bảo vệ dữ liệu cá nhân.

Sự thiếu vắng một cơ sở hạ tầng tích hợp, minh bạch và bảo mật hiện tại là rào cản then chốt đối với sự phát triển của tài chính giáo dục số.

1.3. Khoảng trống nghiên cứu

Các giải pháp truyền thống như ERP hay API chưa thể xử lý triệt để sự thiếu tin cậy giữa các “ốc đảo dữ liệu” (data silos) do thiếu tính bảo chứng bất biến. Nghiên cứu này đề xuất chuyển dịch mô hình từ đối soát “dựa trên niềm tin” sang “bằng chứng kỹ thuật số” (cryptographic proof) bằng công nghệ blockchain. Vận dụng lý thuyết Kế toán tam phân (Weinberg, 2025), mạng blockchain thiết lập “Nguồn sự thật duy nhất” (SSoT) minh bạch giữa các bên. Hiện nay, ứng dụng blockchain trong giáo dục chủ yếu tập trung vào văn bằng (Wang, X., 2025), bỏ ngỏ mảng đối soát tài chính (Bhaskar P, 2021). Đặc biệt,

chưa có nghiên cứu quốc tế nào xét đến đặc thù Việt Nam về quy định cấm tiền mã hóa và yêu cầu tích hợp hạ tầng định danh VNeID.

1.4. Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu đề xuất khung kiến trúc và mô hình vận hành thực tiễn nhằm giải quyết các vấn đề: (1) Tích hợp Blockchain tuân thủ quy định pháp định Việt Nam. (2) Tối ưu kiến trúc cho hiệu năng quy mô lớn và bảo mật dữ liệu. (3) Tác động của mô hình mới đến hiệu quả vận hành và niềm tin. Phạm vi tập trung vào giáo dục K-12 tại Việt Nam, sử dụng nền tảng Cardano làm hạ tầng tin cậy.

II. Cơ sở lý thuyết

2.1. Kế toán tam phân

Hệ thống kế toán kép truyền thống gây phân mảnh dữ liệu, đòi hỏi đối soát liên tục. Lý thuyết Kế toán tam phân (PetraTos, 2024) giải quyết vấn đề này bằng bút toán thứ ba trên sổ cái mã hóa dùng chung. Trong nghiên cứu này, cấu trúc gồm: Entry 1 (Ngân hàng ghi nợ), Entry 2 (Trường học ghi có), và Entry 3 (Blockchain Cardano lưu hash bất biến). Cơ chế này thiết lập “Nguồn sự thật duy nhất” (SSoT), giúp loại bỏ đối soát thủ công thông qua bản ghi tham chiếu chung (Sarwar, 2023).

2.2. Mô hình eUTXO (Extended Unspent Transaction Output)

Việc lựa chọn nền tảng Blockchain là quyết định kỹ thuật quan trọng. Hiện có hai mô hình sổ cái phổ biến: Account-based (như Ethereum) và eUTXO (như Cardano và Bitcoin dùng UTXO). Nghiên cứu đề xuất lựa chọn Cardano với mô hình eUTXO làm nền tảng phát triển vì tính an toàn, khả năng dự báo chi phí và khả năng mở rộng vượt trội, phù hợp với các hệ thống tài chính lớn Sanchez (2025).

2.3. Quản lý dữ liệu và tuân thủ pháp lý

Việc tích hợp Blockchain vấp phải mâu thuẫn giữa tính minh bạch sổ cái và Nghị định 13/2023/NĐ-CP về bảo vệ dữ liệu cá nhân. Nghiên cứu đề xuất chiến lược kết hợp Zero-Knowledge Proofs và Kỹ thuật băm (Hashing) qua hai lớp:

Lớp Off-chain: Lưu trữ thông tin định danh (PII) trong cơ sở dữ liệu truyền thống bảo mật và xác thực người dùng qua hệ thống VNeID.

Lớp On-chain: Chỉ lưu vết các giá trị băm có muối (Salted Hash) và định danh phi tập trung (DID).

Cấu trúc này cho phép ánh xạ danh tính từ VNeID sang DID để đảm bảo tính pháp lý, đồng thời xác thực toàn vẹn giao dịch mà không làm lộ lọt thông tin nhạy cảm trên mạng lưới công khai.

2.4. Thu thập và xử lý dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ hệ thống SSC hiện tại để mô phỏng và tính toán hiệu quả:

Dữ liệu giao dịch: 0,5 triệu giao dịch/tháng, lấy từ 40 ngân hàng đối tác.

Dữ liệu lỗi đối soát: Tỷ lệ sai sót, thời gian trễ trung bình trong quy trình hiện tại.

Các chỉ số benchmark ngành: Chi phí xử lý hóa đơn thủ công và tự động từ Artsyl Tech (2025).

Các dữ liệu này được dùng để xây dựng kịch bản kiểm thử (test scenarios) cho kiến trúc đề xuất.

III. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu vận dụng phương pháp Design Science Research (DSR) nhằm kiến tạo các tạo tác (artifacts) giải quyết vấn đề thực tiễn trong hệ thống thông tin

(Alammary, 2019). Theo khung hướng dẫn của Hevner (2004), quy trình thực hiện gồm ba thành phần:

Chu trình thực tiễn (Relevance Cycle): Xác định các “điểm đau” của tài chính giáo dục K-12 (đối soát chậm, phân mảnh) và ràng buộc pháp lý (QĐ 1813, Nghị định 13) dựa trên dữ liệu dự án SSC (2026).

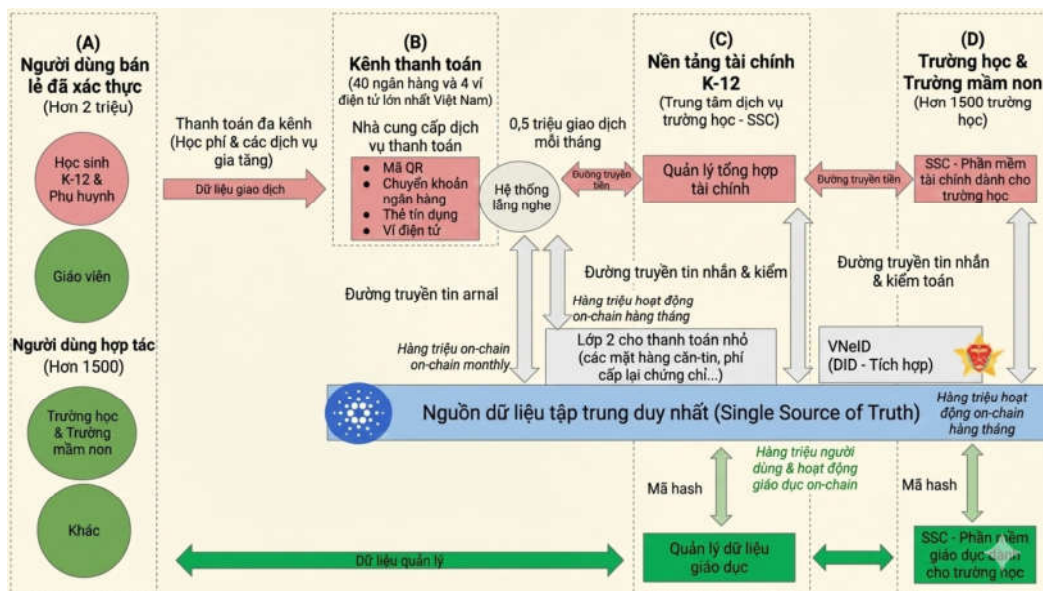
Chu trình Thiết kế (Design Cycle): Phát triển kiến trúc SSC 2.0 tích hợp Blockchain Cardano, tập trung vào tối ưu luồng dữ liệu và cơ chế thanh toán.

Chu trình nghiêm ngặt (Rigor Cycle): Đảm bảo tính khoa học qua việc vận dụng lý thuyết Kế toán tam phân và mô hình eUTXO (Weinberg, 2025).

IV. Mô hình đề xuất: Kiến trúc hệ thống SSC 2.0 và cơ chế vận hành

4.1. Kiến trúc hệ thống

Hệ thống được thiết kế theo mô hình lai, tận dụng sức mạnh xử lý của hệ thống tập trung truyền thống cho nghiệp vụ quản lý, đồng thời sử dụng Blockchain như một lớp mô neo tin cậy cho việc xác thực và đối soát như Hình 2.



Hình 2: Kiến trúc hệ thống SSC 2.0

Kiến trúc đề xuất bao gồm 4 tầng chính:

4.1.1. Tầng người dùng và kênh thanh toán

Đây là tầng tương tác trực tiếp với người dùng, được giữ nguyên để đảm bảo trải nghiệm như hiện tại và không gây xáo trộn. Dòng tiền vẫn lưu chuyển qua hệ thống ngân hàng truyền thống, tuân thủ tuyệt đối quy định của pháp luật.

4.1.2. Tầng ứng dụng và Oracle

SSC Platform (Off-chain): Quản lý hồ sơ học sinh, học phí và hóa đơn điện tử.

Oracle Service (Payment Listener): Cầu nối Off-chain/On-chain, tiếp nhận callback API từ các đối tác tài chính. Thành phần này xác thực và chuẩn hóa dữ liệu giao dịch thành metadata (theo chuẩn CIP-20) để ghi nhận lên Blockchain Cardano.

4.1.3. Tầng blockchain và hợp đồng thông minh

Tầng này thiết lập Sổ cái bất biến và Nguồn sự thật duy nhất (SSoT):

Cardano Layer 1: Lưu trữ metadata và quản lý trạng thái hóa đơn on-chain.

Smart Contracts (Plutus): Tự động hóa logic kinh doanh, cập nhật trạng thái thanh toán tức thời dựa trên xác thực từ Oracle mà không cần can thiệp thủ công.

Hydra (Layer 2): Giải pháp mở rộng cho các giao dịch vi mô, giúp tối ưu hóa tốc độ xử lý và tối thiểu hóa chi phí.

4.1.4. Tầng dữ liệu và định danh

VNeID Integration: Hệ thống tích hợp với VNeID để xác thực danh tính (KYC) phụ huynh, học sinh.

Atala PRISM (DID): Sau khi xác thực, mỗi học sinh được cấp một định danh phi tập trung (DID). Học bạ, bằng cấp, và lịch sử thanh toán được gắn với DID này dưới dạng Verifiable Credentials (VCs), cho phép học sinh sở hữu dữ liệu của mình trọn đời (Self-Sovereign Identity).

V. Kết quả và thảo luận

5.1. Kết quả

Hệ thống SSC 2.0 được thử nghiệm giới hạn tại duy nhất một trường Phổ thông trung học hiện có gần 500 học sinh.

Kết quả nghiên cứu lý thuyết và áp dụng thử nghiệm quy mô nhỏ cho thấy giải pháp này bước đầu có kết quả khả quan:

Loại bỏ hoàn toàn quy trình đối soát thủ công: Biến quy trình T+3 ngày ở hệ thống hiện tại trở thành thời gian thực, giúp tiết kiệm chi phí vận hành đáng kể. Không xảy ra bất kỳ sai sót nào.

Thời gian đối soát (T): T + 3 (hiện tại) và T+ 0 (Mới).

Tỷ lệ lỗi trong đối soát: Từ 1 - 2% (hiện tại) xuống 0% trong thử nghiệm giới hạn.

Thiết lập nguồn sự thật duy nhất (SSoT): Giải quyết xung đột dữ liệu giữa Nhà trường và Ngân hàng, không có bất kỳ khiếu nại nào.

Đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu: Bảo vệ hồ sơ tài chính và học tập của học sinh bằng công nghệ sổ cái bất biến, đồng thời tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về bảo mật dữ liệu (Nghị định 13) và định danh điện tử (Đề án 06).

5.2. Hạn chế và hướng phát triển

Để đưa mô hình từ lý thuyết vào thực tiễn ở quy mô lớn thành công, nhóm nghiên cứu đề xuất các bước tiếp theo:

Mở rộng thí điểm: Cần triển khai thử nghiệm tại một nhóm nhỏ (5-10 trường) để đo lường độ trễ thực tế khi Oracle ghi lên mạng lưới Blockchain và tinh chỉnh các hợp đồng thông minh.

Nghiên cứu mở rộng: Tập trung vào giải pháp Layer 2 (Hydra) để xử lý các giao dịch vi mô trong trường học (Canteen, Thư viện) nhằm hướng tới một hệ sinh thái “Thanh toán không tiền mặt” toàn diện.

VI. Kết luận

Nghiên cứu đã đề xuất kiến trúc lại SSC 2.0 tích hợp công nghệ chuỗi khối nhằm khắc phục các hạn chế trong quy trình đối soát tài chính tại các trường phổ thông. Bằng phương pháp Design Science Research, mô hình chứng minh rằng việc sử dụng công nghệ chuỗi khối như lớp “mỏ neo tin cậy”, giúp thiết lập nguồn sự thật duy nhất (SSoT) đã: 1) loại bỏ đối soát thủ công, 2) giảm độ trễ và 3) ngăn ngừa sai lệch dữ liệu giữa ngân hàng và nhà trường. Tuy nhiên, cần tiếp tục mở rộng thí điểm ở quy mô lớn hơn, đồng thời nghiên cứu triển khai thêm trên Layer-2 (Hydra) để giảm phí gas cho các giao dịch vi mô. Nhìn chung, mô hình SSC 2.0 có tiềm năng trở thành nền tảng hạ tầng cốt lõi cho chuyển đổi số tài chính giáo dục trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

- Alammary, A., Alhazmi, S., Almasri, M., Gillani, S. (2019). “Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review”. *Applied Sciences*, 9(12), 2400. <https://doi.org/10.3390/app9122400>
- ArtsylTech.(2025). *Manual invoice processing vs automated invoice processing*. Artsyl Technologies. Truy cập ngày 1 tháng 2 năm 2026, từ <https://www.artsyltech.com/manual-invoice-processing-vs-automated-invoice-processing>
- Bhaskar P, Tiwari CK, Joshi A (2021). *Blockchain in education management: present and future applications*. *Interactive Technology and Smart Education*, Vol. 18 No. 1 pp. 1-17, doi: <https://doi.org/10.1108/ITSE-07-2020-0102>
- Fintech (2026). *The True Cost of Manual Ordering and Invoicing*. Truy cập ngày 30 tháng 1 năm 2026, từ <https://fintech.com/blog/the-true-cost-of-manual-ordering-and-invoicing>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). *Design science in information systems research*. *MIS Quarterly*, 28(1), 75-105.
- Petratos, P. (2024). *Triple-Entry Accounting and System Integration*. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(2), 45. <https://doi.org/10.3390/jrfm17020045>
- Sanchez, F. (2025). *Six reasons why EUTXO wins*. *IOG News & Insights*. Truy cập ngày 1 tháng 2 năm 2026, từ <https://www.iog.io/news/six-reasons-why-eutxo-wins>
- Sarwar, M. I., Nisar, K., Khan, I., & Shehzad, D. (2023). *Blockchains and triple-entry accounting for B2B business models*. *Ledger*, 8. <https://doi.org/10.5195/ledger.2023.288>
- SSC (2026). *Hệ thống tài chính học đường SSC*. Truy cập ngày 1 tháng 2 năm 2026, từ <http://hocphi.thessc.vn/>
- Wang, X., Younas, M., Jiang, Y., Imran, M., Almusharraf, N. (2025). “Transforming education through blockchain: A systematic review of applications, projects, and challenges”. *IEEE Access*, 13. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3519350>
- Weinberg, A. I., Faccia, A. (2025). “Machine Learning for Triple-Entry Accounting: Enhancing Transparency and Oversight”. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(9), 525. <https://doi.org/10.3390/jrfm18090525>

APPLYING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY TO K-12 FINANCIAL RECONCILIATION

Le Minh Tuan¹, Nguyen Cong Du²

Abstract: *This study addresses the “bottleneck” in financial reconciliation processes at K-12 educational institutions in Vietnam within the context of national digital transformation. Despite the strong promotion of non-cash payments under Decision 1813/QĐ-TTg, data fragmentation between banking systems and schools has led to costly manual reconciliation, high information latency, and a lack of trust. Employing the Design Science Research (DSR) methodology, this paper proposes a hybrid system architecture (SSC 2.0) that integrates the Cardano Blockchain network as a “Triple-Entry Accounting” layer. The model’s results indicate that utilizing an Oracle mechanism to record transaction metadata on the blockchain establishes a “Single Source of Truth.” This enables real-time automated reconciliation while ensuring strict compliance with monetary regulations and personal data protection. This solution not only optimizes operational costs but also establishes a transparent, secure infrastructure foundation for the digital education ecosystem.*

Keywords: *digital transformation in education, fintech, blockchain, K-12 Financial Reconciliation*

¹ Faculty of Electric and Electronic Engineering, Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam

² Faculty of Information Technology, Dong Do University, Hanoi, Vietnam