

# STEM EDUCATION IN HUMAN RESOURCE TRAINING FOR THE SEMICONDUCTOR INDUSTRY:

## ECOSYSTEM APPROACH AND TRANSFORMING EDUCATION TOWARDS THE FUTURE

Nguyen Tien Tung<sup>a</sup>

Nguyen Thi Bich Thuy<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Southeast Asian Institute of Technology

Email: tungnt@aiat.com.vn

<sup>b</sup>Institute of Electronics, Informatics and Automation Research

Email: vsetthuyntb@gmail.com

### Article History

Received: 07/9/2025

Reviewed: 25/9/2025

Revised: 10/11/2025

Accepted: 19/11/2025

Released: 30/12/2025

DOI:

<https://doi.org/10.64223/tvj.e2025.v1.i4.a53>

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0005-1937-5181>

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0007-8478-8120>

### Abstract:

*The semiconductor industry is considered the “heart of the digital economy” and the foundation for all high-tech fields from artificial intelligence, Internet of Things (IoT), cloud computing, etc. However, the sustainable development of this industry depends on the quality and adaptability of highly skilled human resources. STEM education (Science - Technology - Engineering - Mathematics) becomes a strategic pillar to form and nurture this workforce.*

*This study analyzes the role, structure and implementation models of STEM education oriented towards the semiconductor industry, based on the Ecosystem Approach. Based on international experience of the TIES and VSET models (USA), as well as the Vietnamese practice, the study proposes a framework for developing STEM education associated with training - research - production in the national semiconductor ecosystem.*

**Keywords:** *STEM education; Semiconductor workforce; Ecosystem design; New technology; Digital manufacturing; Industry 4.0.*

## 1. Giới thiệu

Trong bối cảnh chuyển đổi công nghiệp toàn cầu, bán dẫn trở thành yếu tố cốt lõi cho năng lực cạnh tranh quốc gia. Các quốc gia dẫn đầu về công nghệ như Hoa Kỳ, Hàn Quốc, Đài Loan và Đức đều đầu tư mạnh vào hệ sinh thái đào tạo nhân lực STEM để duy trì chuỗi giá trị bán dẫn từ nghiên cứu - thiết kế - sản xuất - kiểm định - đóng gói - thương mại.

Ở Việt Nam, Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia và Chiến lược phát triển nhân lực công nghệ cao (2025 - 2035) xác định, STEM là nền tảng của đào tạo nghề công nghệ cao, đặc biệt trong lĩnh vực bán dẫn, điện tử chính xác và trí tuệ nhân tạo. Tuy nhiên, giáo dục STEM hiện vẫn tập trung vào kiến thức phân mảnh, thiếu tính tích hợp giữa học thuật và thực hành.

Bài nghiên cứu hướng đến việc thiết kế lại giáo dục STEM theo hướng hệ sinh thái mở, nơi các trường, viện, doanh nghiệp và cộng đồng cùng kiến tạo lộ trình học tập - nghề nghiệp liên tục, tạo ra nhân lực

có khả năng thích ứng với công nghệ nhanh chóng thay đổi.

## 2. Khung lý thuyết và tiếp cận hệ sinh thái STEM

### 2.1. Khái niệm và bản chất của giáo dục STEM

Giáo dục STEM không chỉ là tích hợp bốn lĩnh vực Khoa học - Công nghệ - Kỹ thuật - Toán học, mà là một phương pháp học dựa trên trải nghiệm, dự án và giải quyết vấn đề thực tế. Mô hình hiện đại còn mở rộng thành STEAM (thêm yếu tố Nghệ thuật - Art) hoặc STREAM (thêm Research/Reading) để phát triển tư duy sáng tạo và năng lực nghiên cứu.

### 2.2. Tiếp cận hệ sinh thái STEM

Theo mô hình TIES và VSET (Hoa Kỳ), hệ sinh thái STEM là một mạng lưới hợp tác bền vững giữa nhà trường, viện nghiên cứu, doanh nghiệp, tổ chức xã hội và chính phủ, cùng xây dựng lộ trình học tập - nghề nghiệp liên mạch.

Các yếu tố chính gồm:

- Đánh giá nhu cầu và khoảng cách kỹ năng (Skill

Gap Analysis);

- Thiết kế chiến lược và mục tiêu phát triển nhân lực STEM;

- Studio thiết kế, FabLab, Makerspace;

- Phát triển năng lực lãnh đạo STEM và mạng lưới Mentor;

- Tích hợp công nghệ mới nổi (AI, lượng tử, Robot, chế tạo số).

Mô hình này cho phép xây dựng chuỗi giá trị nhân lực bán dẫn từ phổ thông đến sau đại học, kết nối với doanh nghiệp trong và ngoài nước.

### 3. Vai trò của giáo dục STEM trong ngành công nghiệp bán dẫn

#### 3.1. Đặc thù của ngành bán dẫn

Ngành bán dẫn có đặc trưng liên ngành sâu rộng: vật lý chất rắn, hóa học vật liệu, cơ khí chính xác, kỹ thuật điện - điện tử, tin học, trí tuệ nhân tạo. Vì vậy, đào tạo nhân lực cho ngành này đòi hỏi:

- Tư duy tích hợp liên ngành (Interdisciplinary Thinking);

- Kỹ năng thiết kế - chế tạo - kiểm thử - tối ưu hóa quy trình;

- Khả năng nghiên cứu sáng tạo và làm việc nhóm xuyên biên giới.

#### 3.2. STEM là nền tảng năng lực cốt lõi

STEM cung cấp nền tảng cho học tập suốt đời trong ngành công nghệ cao, giúp hình thành các năng lực:

- Kỹ năng kỹ thuật (Technical Skills): vi điện tử, lập trình, đo lường, vật liệu Nano;

- Kỹ năng mềm (Soft Skills): hợp tác đa ngành, giao tiếp khoa học, tư duy phản biện;

- Kỹ năng chuyển đổi (Transversal Skills): đổi mới sáng tạo, lãnh đạo kỹ thuật, giải quyết vấn đề phức hợp.

Như vậy, giáo dục STEM không chỉ “dạy kiến thức”, mà tạo năng lực thích ứng với sự thay đổi công nghệ - đặc biệt trong ngành bán dẫn có chu kỳ đổi mới nhanh (Moore’s Law).

### 4. Mô hình triển khai giáo dục STEM cho ngành bán dẫn

#### 4.1. Mô hình “STEM Ecosystem Design” theo TIES/VSET

Các hoạt động được triển khai đồng bộ gồm:

- Thiết kế chương trình giảng dạy STEM tùy chỉnh: phù hợp tiêu chuẩn ngành và năng lực người học;

- Thiết lập FabLab, Makerspace và phòng thí nghiệm chế tạo kỹ thuật số: hỗ trợ học tập trải nghiệm;

- Đào tạo giảng viên theo mô hình “Training the Trainers”;

- Phát triển dự án Capstone và học tập dựa trên dự án (Project-Based Learning).

Mô hình này được TIES áp dụng thành công trong hệ thống giáo dục Hoa Kỳ và các trung tâm như LIFT, ReNEW, Great Lakes Innovation Hub.

#### 4.2. Mô hình “STEM-On-The-Go” - Phòng thí nghiệm di động

Để phổ cập giáo dục STEM tại các vùng thiếu điều kiện, VSET phát triển xe STEM di động (Mobile FabLab) mang thiết bị chế tạo và chương trình học đến trường học - cộng đồng.

Đây là mô hình Việt Nam có thể học hỏi để xây dựng các phòng thí nghiệm lưu động cho các trường nghề và trung tâm đào tạo bán dẫn.

#### 4.3. Mô hình “Industry-Linked STEM Curriculum”

Mô hình này gắn chặt giữa nhà trường - doanh nghiệp - viện nghiên cứu đảm bảo:

- Sinh viên được học với thiết bị thực tế của ngành (Cleanroom, thiết bị đo kiểm, EDA Tools);

- Doanh nghiệp tham gia đánh giá kỹ năng và đặt hàng đào tạo;

- Giảng viên cập nhật công nghệ mới qua hợp tác nghiên cứu - chuyên gia.

### 5. Tích hợp công nghệ mới nổi trong giáo dục STEM bán dẫn

Giáo dục STEM trong ngành bán dẫn cần đi trước xu thế công nghệ bằng cách tích hợp các mảng mới:

- Trí tuệ nhân tạo (AI): mô phỏng thiết kế Chip, tự động hóa kiểm thử;

- Điện toán lượng tử (Quantum Computing): nền tảng cho thế hệ Transistor mới;

- Robot học và tự động hóa: trong sản xuất Wafer, kiểm định và đóng gói;

- Chế tạo kỹ thuật số (Digital Fabrication): giúp học sinh làm quen với quy trình Microfabrication;

- Kinh tế xanh và bền vững: gắn công nghiệp bán dẫn với phát triển bền vững và giảm phát thải.

Các công nghệ này phải được đưa vào chương trình STEM từ phổ thông đến đại học để chuẩn bị nguồn nhân lực “Future-Ready Workforce”.

### 6. Thiết kế chương trình học STEM chuyên biệt cho ngành bán dẫn

Dựa trên mô hình của Advanced Packaging & Testing Curriculum và Innovative Semiconductor Manufacturing Master Program, chương trình STEM nên có cấu trúc ba tầng:

| Cấp độ             | Mục tiêu năng lực                                 | Môn học trọng tâm                                              | Kết quả đầu ra                                                     |
|--------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Phổ thông (K12)    | Hình thành tư duy STEM và niềm yêu thích khoa học | Khoa học vật liệu, năng lượng, Robot cơ bản, lập trình Scratch | Khả năng tư duy kỹ thuật, sáng tạo, làm việc nhóm                  |
| Đại học - Cao đẳng | Phát triển kỹ năng chuyên ngành bán dẫn           | Vi điện tử, mạch tích hợp, đóng gói Chip, thiết kế EDA         | Kỹ sư kỹ thuật - kỹ thuật viên bán dẫn                             |
| Sau đại học - R&D  | Nghiên cứu, sáng tạo công nghệ lõi                | Nano-Engineering, Lithography, AI/Quantum Design               | Nhà nghiên cứu, chuyên gia thiết kế và quản lý dự án công nghệ cao |

### 7. Phát triển năng lực lãnh đạo và cộng đồng STEM

VSET và TIES đã triển khai LEAD STEM Fellowship nhằm đào tạo các nhà lãnh đạo STEM khu vực - mô hình có thể nhân rộng tại Việt Nam.

Chương trình kết hợp:

- Đào tạo về tư duy hệ thống (System Thinking);
- Hướng dẫn phát triển dự án Capstone về STEM cộng đồng;
- Xây dựng mạng lưới Mentor - Mentee trong các trường và doanh nghiệp.

Mô hình này giúp hình thành hệ sinh thái học tập liên kết nhiều tầng (Multi-Level Learning Ecosystem), khuyến khích nhà giáo, doanh nghiệp và chính quyền cùng đầu tư cho STEM.

### 8. Liên kết giáo dục - công nghiệp - chính phủ (Triple Helix Model)

Phát triển STEM cho ngành bán dẫn không thể tách rời mô hình Triple Helix: University - Industry - Government:

- Trường đại học - viện nghiên cứu: cung cấp chương trình, giảng viên, R&D;
- Doanh nghiệp: cung cấp công nghệ, thiết bị, dự án thực hành, tài trợ học bổng;
- Chính phủ: điều phối chính sách, quỹ đầu tư, hạ tầng và công nhận chứng chỉ kỹ năng.

Việc xây dựng Trung tâm Đào tạo và Nghiên cứu Bán dẫn Quốc gia (National Semiconductor Talent Center) là một ví dụ điển hình, nơi giáo dục STEM trở thành hạt nhân của chiến lược phát triển ngành.

### 9. Đề xuất khung triển khai giáo dục STEM cho ngành bán dẫn Việt Nam

- Xây dựng Hệ sinh thái STEM Quốc gia với 5 trụ cột: Chính sách - Chương trình - Hạ tầng - Nhân lực - Cộng đồng;
- Phát triển FabLab và Makerspace tại các trường nghề, cao đẳng, đại học;
- Tích hợp AI, Robot, chế tạo kỹ thuật số và năng lượng xanh vào chương trình STEM;
- Tổ chức các cuộc thi và dự án Capstone về bán dẫn (Design Challenge, Packaging Project, AI for Chip Design);
- Thúc đẩy hợp tác công - tư (PPP) trong đào tạo, cấp chứng chỉ và đầu tư hạ tầng STEM;
- Thành lập Viện Nghiên cứu giáo dục STEM & Bán dẫn (STEM-Semiconductor Education Institute) dưới sự bảo trợ của Bộ Khoa học và Công nghệ và AIAT.

### 10. Kết luận

Giáo dục STEM không chỉ là công cụ dạy học hiện đại, mà là nền tảng chiến lược để Việt Nam tham gia chuỗi giá trị toàn cầu ngành bán dẫn.

Bằng cách áp dụng mô hình hệ sinh thái STEM toàn diện, kết nối giáo dục - nghiên cứu - sản xuất - chính sách, Việt Nam có thể hình thành nguồn nhân lực chất lượng cao, sáng tạo và hội nhập quốc tế.

STEM cho ngành bán dẫn không chỉ tạo ra kỹ sư, mà còn nuôi dưỡng các nhà phát minh và nhà lãnh đạo công nghệ tương lai.

Tài liệu tham khảo

|                                                                                                               |                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIES (2024). <i>STEM Ecosystem Design Framework</i> .                                                         | <i>Manufacturing Talent Report</i> .                                                                    |
| VSET (2024). <i>Emerging Technologies and Workforce Readiness in STEM</i> .                                   | OECD (2022). <i>STEM Education for Future Skills</i> .                                                  |
| National Science Foundation - TIP Directorate (2024). <i>Advanced Materials and Semiconductor Workforce</i> . | Ministry of Science and Technology Vietnam (2023). <i>National Semiconductor Development Strategy</i> . |
| LIFT Technology Institute (2023). <i>Ignite</i>                                                               | AIAT (2025). <i>Vietnam Semiconductor Talent Factory Proposal</i> .                                     |

GIÁO DỤC STEM TRONG ĐÀO TẠO NGUỒN NHÂN LỰC  
CHO NGÀNH CÔNG NGHIỆP BÁN DẪN:  
*TIẾP CẬN HỆ SINH THÁI VÀ CHUYỂN ĐỔI GIÁO DỤC HƯỚNG TƯƠNG LAI*

Nguyễn Tiến Tùng<sup>a</sup>

Nguyễn Thị Bích Thủy<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Viện Công nghệ cao Đông Nam Á

Email: tungnt@aiat.com.vn

<sup>b</sup>Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa

Email: vsetthuyntb@gmail.com

Lịch sử bài báo

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Ngày nhận bài:    | 07/9/2025  |
| Ngày phản biện:   | 25/9/2025  |
| Ngày tác giả sửa: | 10/11/2025 |
| Ngày duyệt đăng:  | 19/11/2025 |
| Ngày phát hành:   | 30/12/2025 |

DOI:<https://doi.org/10.64223/tvj.e2025.v1.i4.a53>

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0005-1937-5181>

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0007-8478-8120>

Tóm tắt:

Ngành công nghiệp bán dẫn được xem là “trái tim của nền kinh tế số” và là nền tảng cho mọi lĩnh vực công nghệ cao từ trí tuệ nhân tạo, Internet vạn vật (IoT), điện toán đám mây... Tuy nhiên, sự phát triển bền vững của ngành này phụ thuộc vào chất lượng và khả năng thích ứng của nguồn nhân lực kỹ thuật cao. Giáo dục STEM (Science - Technology - Engineering - Mathematics) trở thành trụ cột chiến lược để hình thành và nuôi dưỡng lực lượng lao động này.

Bài nghiên cứu này phân tích vai trò, cấu trúc và các mô hình triển khai giáo dục STEM định hướng ngành bán dẫn, trên cơ sở tiếp cận hệ sinh thái học tập và hợp tác liên ngành (Ecosystem Approach). Dựa vào kinh nghiệm quốc tế của các mô hình TIES, VSET (Hoa Kỳ), cũng như thực tiễn Việt Nam, nghiên cứu đề xuất khung giải pháp phát triển giáo dục STEM gắn với đào tạo - nghiên cứu - sản xuất trong hệ sinh thái bán dẫn quốc gia.

**Từ khóa:** Giáo dục STEM; Lực lượng lao động bán dẫn; Thiết kế hệ sinh thái; Công nghệ mới; Chế tạo kỹ thuật số; Công nghiệp 4.0.