



Original Article

Ecological School Garden - Integrated Environmental Education Model: A Case Study in Hanoi

Bui Thi Thanh Huong^{1,*}, Phi Mai Chi²

¹*VNU School of Interdisciplinary Sciences and Arts, 144 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

²*Vietnam Center for Children and Development (CCD), 688 Nguyen Khoai, Thanh Tri, Hanoi, Vietnam*

Received 14th April 2026

Revised 29th May 2026; Accepted 01st June 2026

Abstract: Rapid urbanization in Hanoi is shrinking green spaces and intensifying nature deficit disorder among school-age children, undermining mental health and ecological awareness. Vietnam's General Education Curriculum 2018 and COP26 commitments create urgent demand for integrated environmental education in schools, yet evidence-based models remain scarce. This study examines eco-school gardens as integrated environmental education environments across three schools representing distinct governance and socio-ecological contexts in Hanoi: Genesis School (private, urban circular economy), Hermann Gmeiner School (semi-public, project-based learning), and the Ethnic Boarding High School in Ba Vi (public, indigenous knowledge conservation). Using a mixed-methods multiple case study design combining participant observation, focus group consultations, and secondary data analysis, the research applies five theoretical frameworks - the Gaia hypothesis, human environment systems, systems thinking, Bourdieu's Cultural Capital/Habitus, and Kolb's Experiential Learning Cycle to evaluate educational outcomes across sites. Findings demonstrate that Permaculture designed eco-school gardens can simultaneously deliver STEAM interdisciplinary education, green career guidance, and indigenous knowledge preservation, with effectiveness shaped by local socio-ecological context rather than a one-size-fits-all approach. The study proposes a three-component framework: Permaculture-based spatial design, an integrated Green and Digital curriculum encompassing 8 ecolifestyle stations and 10 career-oriented projects, and multi-stakeholder policy recommendations aligned with Vietnam's Net Zero 2050 commitment.

Keywords: Eco-school garden; integrated environmental education; sustainable development; experiential learning; green career guidance, Hanoi schools.

* Corresponding author.

E-mail address: buithanhhuong.vn@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5503>

Vườn trường sinh thái - Mô hình giáo dục môi trường tích hợp: Nghiên cứu trường hợp tại Hà Nội

Bùi Thị Thanh Hương^{1,*}, Phí Mai Chi²

¹*Trường Khoa học liên ngành và Nghệ thuật, Đại học Quốc gia Hà Nội,
144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam*

²*Trung tâm Trẻ em và Phát triển, Hội Bảo vệ Quyền trẻ em Việt Nam,
688 Nguyễn Khoái, Thanh Trì, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 14 tháng 4 năm 2026

Chỉnh sửa ngày 29 tháng 5 năm 2026; Chấp nhận đăng ngày 01 tháng 6 năm 2026

Tóm tắt: Đô thị hóa nhanh chóng tại Hà Nội đang làm thu hẹp không gian xanh và gia tăng hội chứng “mất kết nối với thiên nhiên” ở trẻ em, ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe tâm thần và năng lực nhận thức sinh thái. Trong bối cảnh đó, Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 và các cam kết quốc tế tại COP26 đặt ra yêu cầu cấp thiết tích hợp giáo dục môi trường vào trường học. Nghiên cứu này phân tích mô hình giáo dục môi trường tích hợp thông qua vườn trường sinh thái tại ba trường phổ thông đại diện tại Hà Nội: Trường Genesis (tư thực - kinh tế tuần hoàn đô thị), Trường Hermann Gmeiner (bán công - học tập qua dự án) và Trường Phổ thông Dân tộc (PTDT) Nội trú Hà Nội tại Ba Vì (công lập đặc thù - bảo tồn tri thức bản địa). Sử dụng phương pháp tiếp cận đa ngành kết hợp quan sát tham gia, tham vấn nhóm và phân tích dữ liệu thứ cấp, nghiên cứu đồng thời áp dụng năm khung lý thuyết gồm Giả thuyết Gaia, Hệ thống Con người-Môi trường, Tư duy hệ thống, Văn hóa/Tập tính (Bourdieu) và Học qua trải nghiệm (Kolb) để đánh giá hiệu quả giáo dục. Kết quả cho thấy vườn trường sinh thái, khi được thiết kế theo nguyên tắc Permaculture và gắn với bối cảnh sinh thái-xã hội địa phương, có thể đồng thời đáp ứng ba mục tiêu: giáo dục môi trường tích hợp liên môn STEAM, định hướng nghề nghiệp xanh và bảo tồn tri thức bản địa. Nghiên cứu đề xuất khung mô hình gồm ba nhóm giải pháp: thiết kế không gian vườn theo nguyên tắc Permaculture, chương trình giáo dục tích hợp “xanh và số” với 8 trạm lõi sống sinh thái và 10 dự án hướng nghiệp, cùng kiến nghị chính sách đa bên hướng tới mục tiêu Net Zero 2050 của Việt Nam.

Từ khóa: Vườn trường sinh thái; giáo dục môi trường tích hợp; phát triển bền vững; học qua trải nghiệm; hướng nghiệp xanh, trường học Hà Nội.

1. Mở đầu

Tốc độ đô thị hóa vượt bậc tại Hà Nội trong hai thập kỷ qua đã kéo theo sự suy giảm đáng kể của không gian xanh. Tỷ lệ cây xanh bình quân trên đầu người tại khu vực nội đô hiện chỉ đạt 2-3 m², thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn khuyến nghị của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) là 9

m²/người (Sở Xây dựng Hà Nội, 2022; Ủy ban Nhân dân thành phố Hà Nội, 2021 [1]). Nghiên cứu của Louv, 2005 [2] đã chỉ ra rằng sự suy giảm tiếp xúc với thiên nhiên trong môi trường đô thị dẫn đến hội chứng “mất kết nối với thiên nhiên” (Nature Deficit Disorder - NDD), biểu hiện qua lo âu, suy giảm khả năng tập trung và thiếu nhận thức về giá trị sinh thái ở trẻ em.

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: buithanhhuong.vn@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5503>

Trước bối cảnh đó, Chương trình Giáo dục phổ thông (GDPT) 2018 của Việt Nam (Thông tư 32/2018/TT-BGDĐT, [3]) đã xác định Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp là hoạt động giáo dục bắt buộc, trong đó nhấn mạnh tích hợp giáo dục môi trường qua các môn học Sinh học, Địa lý và Công nghệ. Đồng thời, cam kết của Thủ tướng Chính phủ tại Hội nghị COP26 về mục tiêu đưa phát thải ròng về 0 (Net Zero) vào năm 2050 đặt ra đòi hỏi cấp thiết đào tạo nguồn nhân lực xanh ngay từ cấp phổ thông. Chiến lược Quốc gia về Tăng trưởng Xanh giai đoạn 2021-2030 (QĐ 1658/QĐ-TTg, 2021, [4]) cũng khẳng định vai trò tiên phong của ngành giáo dục trong nâng cao nhận thức và hình thành lực lượng lao động cho nền kinh tế xanh.

Trong nghiên cứu này, *vườn trường sinh thái (eco-school garden)* được định nghĩa là không gian canh tác trong khuôn viên trường học được thiết kế theo nguyên tắc Permaculture, có chức năng kép: sản xuất thực phẩm bền vững và là môi trường học tập tích hợp liên môn. *Mô hình giáo dục môi trường tích hợp (integrated environmental education model)* là cách tiếp cận sự phạm lồng ghép nội dung giáo dục môi trường vào các môn học chính thức và hoạt động ngoài lớp một cách có hệ thống, dựa trên khung năng lực đo lường được (Decision No. 1658/QĐ-TTg, UNESCO, 2017, Prime Minister, Breiting & Mogensen, 1999, [5-7]).

Trong bối cảnh quốc tế, vườn trường sinh thái (eco-school garden) đã được công nhận là một công cụ giáo dục hiệu quả. Các nghiên cứu của (Blair 2009 [8]) và Ozer, 2007 [9]) cho thấy học sinh tham gia các hoạt động vườn trường có điểm số cao hơn trong môn Khoa học, thái độ tích cực hơn với rau củ và thể hiện trách nhiệm môi trường rõ nét hơn so với nhóm đối chứng. Tiêu chuẩn Trường học Sinh thái ASEAN (2021) [10] hiện đang là khung tham chiếu khu vực được áp dụng tại nhiều quốc gia Đông Nam Á. Tuy nhiên, tại Việt Nam, mặc dù đã có những mô hình trường học xanh (T. H. Nguyễn, V. N. Lê, 2020 [11]; Phạm Thị Lan, 2019) [12], việc tích hợp sâu các hoạt động vườn trường vào giáo dục môi trường tích hợp liên môn và hướng nghiệp bền vững vẫn còn mang tính tự phát, thiếu các

chỉ dẫn chuyên môn đồng bộ và cơ sở lý luận đa ngành. Đặc biệt, chưa có nghiên cứu nào đồng thời phân tích so sánh nhiều mô hình quản trị khác nhau trong cùng một đô thị theo khung lý thuyết đa chiều.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm: i) Phân tích thực trạng và hiệu quả của mô hình giáo dục môi trường tích hợp thông qua vườn trường sinh thái tại ba trường điển hình tại Hà Nội; ii) Xác định các yếu tố thuận lợi và rào cản đặc thù theo bối cảnh sinh thái-xã hội của từng loại hình trường; và iii) Đề xuất khung giải pháp nhân rộng mô hình gắn với giáo dục môi trường tích hợp và hướng nghiệp bền vững, góp phần đào tạo “thế hệ Net Zero” cho Việt Nam.

2. Cơ sở lý luận và tổng quan tài liệu

2.1. Vườn trường sinh thái: đặc trưng và bằng chứng hiệu quả

Vườn trường sinh thái (eco-school garden) được phân biệt với vườn trường thông thường bởi ba đặc trưng: i) Thiết kế dựa trên nguyên tắc Nông nghiệp trường tồn (Permaculture) bắt chước hệ sinh thái tự nhiên để tối ưu hóa dòng năng lượng và vật chất; ii) Tính tuần hoàn triệt để - mọi phụ phẩm được tái chế tại chỗ; và iii) Tích hợp sự phạm STEAM (Khoa học-Công nghệ-Kỹ thuật-Nghệ thuật-Toán học), vườn là không gian học tập liên môn (Mollison, B, 1988, [13] Permaculture, Williams, D. R., và Dixon, P. S, 2013) [14].

Tổng quan hệ thống của Williams & Dixon (2013) trên 48 nghiên cứu (1990-2010) báo cáo tác động tích cực lên điểm số Khoa học ($d = 0,32-0,56$), Toán học ($d = 0,18-0,41$) và phát triển xã hội ($d = 0,28-0,49$). Ozer (2007) [8] và Blair (2009) [9] xác nhận cải thiện nhận thức và thực hành dinh dưỡng và thái độ môi trường, đồng thời chỉ ra rằng hiệu quả cao nhất khi vườn được tích hợp vào chương trình học chính thức thay vì hoạt động ngoại khóa tự phát.

Nhìn chung, các đánh giá trước đây chưa:

i) Sử dụng công cụ tâm lý-giáo dục chuẩn hóa để đo lường thay đổi nhận thức-thái độ-hành vi của học sinh;

ii) Phân tích so sánh đa bối cảnh quản trị;
 iii) Xây dựng khung lý thuyết đa ngành liên kết sinh thái học, xã hội học và sư phạm học. Nghiên cứu này kế thừa dữ liệu sinh thái nền từ NIFAM, đồng thời phát triển thêm chiều đo lường kết quả giáo dục, tạo cơ sở bằng chứng toàn diện hơn để đề xuất nhân rộng mô hình.

2.2. Năm khung lý thuyết nền tảng

Năm khung lý thuyết được lựa chọn theo nguyên tắc bổ trợ (complementarity), không chồng lấp: i) Gaia + HES tạo tầng sinh thái học, giải thích tại sao vườn trường là môi trường học tập hiệu quả; ii) Bourdieu tạo tầng xã hội học, giải thích cơ chế hình thành năng lực và sự khác biệt bối cảnh; iii) Kolb tạo tầng sư phạm học, giải thích quy trình chuyển hóa kinh nghiệm thành tri thức; iv) Tư duy hệ thống (Meadows) là biến đầu ra đo được đồng thời là khung phân tích, và v) Học qua trải nghiệm - Chu trình ELC. Mỗi khung lý thuyết được neo với ít nhất một công cụ đo lường cụ thể (xem Bảng 2).

2.2.1. Giả thuyết Gaia (Lovelock, 1979)

Giả thuyết Gaia coi Trái Đất là một thực thể sống tự điều chỉnh, trong đó các thành phần vô sinh và hữu sinh tương tác để duy trì điều kiện sự sống (Lovelock, J., 1979, [15]). Vai trò trong nghiên cứu này: cung cấp nền tảng triết học cho mục tiêu hình thành nhận thức sinh thái tổng thể ở học sinh; được đo lường gián tiếp qua thang đo CNS và EAI. Trong bối cảnh giáo dục, vườn trường sinh thái là “mô hình Gaia thu nhỏ”: học sinh không đứng ngoài hệ thống với tư cách kẻ khai thác mà là một “tế bào” có trách nhiệm duy trì cân bằng.

2.2.2. Hệ thống Con người-Môi trường (HES)

Lý thuyết Hệ thống Con người-Môi trường (Human-Environment Systems - HES) tập trung vào mối quan hệ tương hỗ giữa hệ thống xã hội và hệ thống sinh thái. Vai trò trong nghiên cứu này: là khung phân tích cho sự khác biệt giữa ba bối cảnh trường (đô thị, bán đô thị, nông thôn miền núi); được đo lường qua thang đo EAI (Milfont & Duckitt, 2010, [16]).

2.2.3. Tư duy hệ thống (Systems Thinking - Meadows, 2008)

Tư duy hệ thống (Systems Thinking, Meadows, 2008, [17]) là khả năng nhìn nhận sự vật không phải như các thực thể tách biệt mà là các phần tử trong mạng lưới tương tác. Vai trò trong nghiên cứu này: vừa là khung phân tích hoạt động giáo dục, vừa là biến đầu ra được đo trực tiếp qua bộ công cụ Waters Center (2016, [18]), do đó có vị trí trung tâm kép trong thiết kế nghiên cứu.

2.2.4. Vốn văn hóa và Tập tính (Bourdieu, 1986)

Theo Pierre Bourdieu, vốn văn hóa tồn tại dưới ba dạng: trạng thái cụ thể hóa (tri thức, kỹ năng), trạng thái vật thể hóa (sách vở, công cụ) và trạng thái định chế hóa (bằng cấp) (Bourdieu, P., 1986, [19]). Khung Bourdieu là cơ sở xây dựng thang đo ECCI mới (xem mục 3.3.5) và giải thích sự khác biệt về kết quả giữa ba nhóm học sinh theo bối cảnh kinh tế-xã hội. Nghiên cứu đưa ra khái niệm “Vốn văn hóa sinh thái” - tổng hòa hiểu biết về thiên nhiên, kỹ năng canh tác bền vững và ý thức bảo tồn tài nguyên.

2.2.5. Học qua trải nghiệm - Chu trình ELC (Kolb, 1984)

Lý thuyết Học qua trải nghiệm (Experiential Learning Cycle, viết tắt ELC) của Kolb nhấn mạnh kiến thức được kiến tạo qua chuyển hóa kinh nghiệm thực tế (Kolb, D. A., 1984, [20]). Vai trò trong nghiên cứu này: là khung sư phạm nền tảng bao trùm toàn bộ 26 hoạt động giáo dục (100% - xem Bảng 2); cung cấp quy trình thiết kế hoạt động chuẩn và giải thích “khoảng cách thực thi” tại Hermann Gmeiner.

2.3. Khung khái niệm tích hợp của nghiên cứu

Năm khung lý thuyết trên không hoạt động độc lập mà tạo thành hệ thống giải thích đa tầng: tầng sinh thái học (Gaia + HES) giải thích tại sao vườn trường tạo ra môi trường học tập hiệu quả; tầng xã hội học (Bourdieu) giải thích cơ chế hình thành và tích lũy năng lực; tầng sư phạm học (Kolb) giải thích quy trình chuyển hóa trải nghiệm thành tri thức. Tư duy hệ thống (Meadows) vừa là khung lý thuyết vừa là biến

đầu ra đo được. Ba khung đầu được gắn với ba công cụ đo lường cụ thể: Gaia/HES $\Rightarrow$ EAI; Bourdieu $\Rightarrow$ ECCEI; Kolb $\Rightarrow$ STEAM Rubric.

2.4. Khung chính sách tại Việt Nam

Chương trình GDPT 2018 yêu cầu tích hợp giáo dục môi trường xuyên môn và xác định năng lực “Thích ứng với cuộc sống” là đầu ra bắt buộc. Tiêu chuẩn Trường học Sinh thái ASEAN (2021) cung cấp 8 lĩnh vực hành động có thể đánh giá và chứng nhận. Chiến lược tăng trưởng xanh 2021-2030 và cam kết Net Zero 2050 tại COP26 đặt ra khuôn khổ chính sách vĩ mô mà mô hình vườn trường sinh thái cần tương thích.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Thiết kế nghiên cứu: Hội tụ song song hỗn hợp

Nghiên cứu sử dụng thiết kế hội tụ song song (convergent parallel mixed-methods design, Creswell & Plano Clark, 2018, [21]) trong khung so sánh đa trường hợp (Yin, R. K, 2014, [22]). Trong thiết kế này, dữ liệu định lượng và định tính được thu thập đồng thời trong cùng một giai đoạn, sau đó được tích hợp ở bước diễn giải để tạo bức tranh toàn diện. Phương pháp định lượng (QUAN) cung cấp bằng chứng về hiệu quả và kích thước hiệu lực; phương pháp định tính (QUAL) giải thích cơ chế và điều kiện bối cảnh. Thiết kế này được lựa chọn vì câu hỏi nghiên cứu đòi hỏi cả hai loại bằng chứng: “liệu mô hình có hiệu quả không” (QUAN) và “tại sao và như thế nào” (QUAL).

Vì thiết kế không có nhóm đối chứng (pre-post without control group), nghiên cứu thừa nhận và kiểm soát có điều kiện các yếu tố gây nhiễu sau:

i) Trường thành tự nhiên được kiểm soát một phần qua việc ba nhóm tuổi tương đồng (11–15). Tuy nhiên, cần thừa nhận một hạn chế phương pháp học quan trọng: thời gian can thiệp giữa ba trường không đồng nhất (Bảng 1). Giả thuyết H1 được duy trì với bảo lưu thay đổi quan sát được

không thể giải thích hoàn toàn bằng trường thành tự nhiên vì kích thước hiệu lực ($d > 1,3$) cao hơn đáng kể so với các nghiên cứu nhóm tuổi tương đương, kích thước hiệu lực khác nhau giữa các trường có thể phản ánh một phần tác động của thời gian can thiệp dài ngắn khác nhau, chứ không chỉ đơn thuần là tác động của bối cảnh xã hội-sinh thái (xem thêm Mục 5.4).

ii) Tác động của giáo viên và gia đình: được kiểm soát gián tiếp qua phân tích định tính với 36 phỏng vấn. Giả thuyết H2: Tác động giáo viên là trung gian (mediator), không phải nguyên nhân độc lập - được hỗ trợ bởi bằng chứng khoảng cách thực thi tại Hermann Gmeiner khi đổi giáo viên;

iii) Hiệu ứng lịch sử (history - COVID-19, chính sách): không kiểm soát được hoàn toàn; được thừa nhận là hạn chế;

iv) Self-report bias: được giảm thiểu bằng quan sát trực tiếp hành vi (nhật ký 8 tuần) và đo lường năng suất vật lý (kg/m^2) độc lập với tự báo cáo.

3.2. Lựa chọn địa điểm và mẫu nghiên cứu

Ba trường được chọn theo nguyên tắc chọn mẫu có mục đích lý thuyết (theoretical purposive sampling) để đại diện tối đa cho sự đa dạng về loại hình quản trị và bối cảnh sinh thái-xã hội tại Hà Nội (Bảng 1). Tiêu chí lựa chọn: i) Vườn trường đang vận hành ≥ 1 chu kỳ; ii) Có đủ cơ sở hạ tầng để triển khai công cụ đo lường; iii) Đại diện cho ba bối cảnh quản trị khác nhau; iv) Có đối tác nghiên cứu hỗ trợ tiếp cận.

Mẫu định lượng: tổng $N=213$ học sinh (Genesis $n=87$, Hermann Gmeiner $n=72$, PTDT Nội trú $n=54$), từ lớp 6-9 (tuổi 11-15). Tính toán cỡ mẫu theo Cohen (1988) [23]: với $\alpha=0,05$, $\text{power}=0,80$ và $d=0,50$ (hiệu lực trung bình), cỡ mẫu tối thiểu cho paired t-test là 34/nhóm - tất cả ba nhóm đều vượt ngưỡng này. Mẫu định tính: 12 giáo viên (4/trường), 6 cán bộ quản lý (2/trường), 18 phụ huynh (6/trường) và 3 đại diện doanh nghiệp ESG tham gia phỏng vấn sâu; 3 nhóm tập trung (1/trường, mỗi nhóm 8-10 thành viên). Ba địa điểm có sự khác biệt đáng kể về điều kiện tự nhiên: Genesis School (Nam Từ

Liên): vi khí hậu đô thị đặc điển, nhiệt độ trung bình cao hơn 1,5-2 °C so với vùng ngoại ô (đảo nhiệt đô thị), đất san lấp nghèo hữu cơ - giải thích năng suất thấp nhất (0,8 kg/m²) bất chấp đầu tư hạ tầng cao nhất. Hermann Gmeiner (Cầu Giấy): đất đô thị cải tạo, ưu thế về tiếp cận vật tư hữu

cơ từ chương trình SOS. PTDT Nội trú Ba Vì: điều kiện tự nhiên thuận lợi nhất - đất đỏ bazan giàu hữu cơ, vi khí hậu mát mẻ (cách vườn quốc gia Ba Vì khoảng 5 km), độ ẩm cao hơn 15-20% - giải thích năng suất vượt trội (2,3 kg/m²) và số loài thiên địch cao nhất (11 loài).

Bảng 1. Đặc điểm định lượng của ba trường nghiên cứu

Tiêu chí	Trường phổ thông Genesis	Trường phổ thông Hermann Gmeiner	Trường Phổ thông Dân tộc Nội trú Hà Nội
Loại hình	Tư thục liên cấp 1+2+3	Bán công/Thiện nguyện (SOS) cấp 1+2+3	Công lập nội trú dân tộc thiểu số
Địa điểm	Nam Từ Liêm, Hà Nội	Cầu Giấy, Hà Nội	Ba Vì, Hà Nội
Tổng diện tích khuôn viên	12.600 m ²	11.000-12.000 m ²	41.681-43.748 m ²
Diện tích vườn trường	1.400 m ² + 852 m ² mái xanh	2.000 m ²	30-50 m ² /lô thực nghiệm
Tỷ lệ vườn/tổng diện tích	17,9%	16,7-18,2%	≥0,1% (vùng lõi thực nghiệm)
Quy mô học sinh	800-1.000 học sinh	1.000 học sinh	200-250 học sinh (100% DTTS)
Sĩ số lớp trung bình	25-30 học sinh/lớp	35 học sinh /lớp	25 học sinh /lớp
Số hoạt động giáo dục vườn/năm	9 hoạt động (3 giai đoạn)	9 hoạt động (3 giai đoạn)	8 hoạt động (3 giai đoạn)
Số giáo viên được đào tạo STEAM/PBL	8 giáo viên (theo báo cáo NIFAM)	6 giáo viên	4 giáo viên
Số loài cây được ghi nhận	45 loài (vườn + mái xanh)	30 loài	80 loài (vườn TN + vườn quốc gia lân cận)
Chỉ số xanh đạt được	LOTUS Gold: tiết kiệm 47,9% nước, 51% NL	Chưa có chứng nhận	Chưa có chứng nhận
Giải thưởng/Chứng nhận	Trường Sinh thái ASEAN 2024, 2025	Chưa đạt	Chưa đạt
Nguồn tài chính vườn	Tư nhân + Dự án NIFAM	SOS International + NIFAM	Ngân sách Nhà nước + NIFAM
Thời gian theo dõi (tháng)	27 tháng (11/2023-2/2026)	19 tháng (7/2024-2/2026)	4 tháng (10/2025 -2/2026)

Ghi chú: Thời gian can thiệp được tính từ T0 (thời điểm đo lường ban đầu trước can thiệp) đến T1 (tháng 2/2026). Sự chênh lệch đáng kể về thời gian can thiệp giữa ba trường (4–27 tháng) là biến gây nhiễu cần lưu ý khi diễn giải và so sánh kết quả.

3.3. Công cụ đo lường định lượng

Năm nhóm công cụ đo lường được lựa chọn theo nguyên tắc neo lý thuyết (theoretical anchoring): CNS đến mục tiêu NDD (khung Gaia/HES); EAI đến thay đổi thái độ môi trường (khung HES); Systems Thinking đến biến đầu ra trực tiếp (khung Meadows); Rubric STEAM đến năng lực sư phạm (khung Kolb/GDPT 2018);

ECCI đến vốn văn hóa sinh thái (khung Bourdieu). Tất cả công cụ đã công bố (trừ ECCI) được lựa chọn vì: i) Có bằng chứng độ tin cậy và giá trị trong bối cảnh châu Á; ii) Phù hợp lứa tuổi 11-15; và iii) Có thể triển khai trong 45 phút. ECCI do nhóm tác giả tự xây dựng vì chưa có thang đo hiện hành nào đo lường đồng thời ba chiều tri thức-kỹ năng-ý thức bảo tồn theo lý thuyết Bourdieu trong bối cảnh vườn trường.

Cần thừa nhận rằng cùng một tập mẫu ($N=213$) được sử dụng để vừa kiểm định thang đo ECCI vừa đánh giá hiệu quả can thiệp. Đây là hạn chế phương pháp học có thể tạo ra vòng tròn xác nhận (circular validation). Nghiên cứu tiếp theo cần kiểm định ECCI trên mẫu độc lập (≥ 300 học sinh) trước khi sử dụng như công cụ đánh giá chính thức.

3.3.1. Thang đo Kết nối với Thiên nhiên

Thang đo Kết nối với Thiên nhiên - Connectedness to Nature Scale - CNS (Mayer & Frantz, 2004, [24]) đo lường mức độ cảm thấy bản thân là một phần của tự nhiên, gồm 14 mục, Likert 1-5. Bản dịch tiếng Việt được kiểm chứng bởi nhóm nghiên cứu qua quy trình dịch thuật ngược (back-translation) và pilot với $n=30$ học sinh ngoài mẫu (Cronbach $\alpha=0,81$). Đây là biến số trực tiếp đo lường mục tiêu NDD của nghiên cứu.

3.3.2. Bảng kiểm Thái độ Môi trường

Bảng kiểm thái độ môi trường (environmental attitude inventory -EAI) (Milfont & Duckitt, 2010) [16] gồm 24 mục trên 3 tiểu thang: Bảo tồn thiên nhiên, Sử dụng thiên nhiên và Hành vi thân thiện môi trường; Likert 1-6; Cronbach α trong nghiên cứu này = 0,82-0,87. EAI đo lường trực tiếp thay đổi thái độ theo khung HES.

3.3.3. Đánh giá Tư duy Hệ thống

Đánh giá Tư duy Hệ thống (Systems Thinking Assessment) sử dụng Bộ công cụ 12 tình huống của Waters Center for Systems Thinking (2016) để đánh giá ba năng lực: nhận diện mối quan hệ nhân quả (4 tình huống), nhận diện vòng phản hồi (4 tình huống) và nhận diện hành vi xuất hiện (4 tình huống); điểm 0-3/tình huống, tối đa 36. Bản Việt hóa được thẩm định bởi hai chuyên gia giáo dục (ICC = 0,89).

3.3.4. Rubric đánh giá năng lực STEAM

Rubric tự xây dựng gồm 5 tiêu chí (Quan sát khoa học, Tính toán và Dữ liệu, Thiết kế kỹ thuật, Biểu đạt nghệ thuật, Toán học ứng dụng) x 4 mức độ (0-3), điểm tối đa 15. Được thẩm định nội dung bởi 3 giáo viên cốt lõi và kiểm tra độ tin cậy giữa người đánh giá trên 20 bài mẫu (ICC = 0,84).

3.3.5. Chỉ số Vốn văn hóa sinh thái (Eco-Cultural Capital Index - ECCI)

ECCI được phát triển trong nghiên cứu này nhằm lấp khoảng trống đo lường: chưa có thang đo nào lượng hóa đồng thời ba trạng thái vốn văn hóa của Bourdieu (1986) trong bối cảnh sinh thái học. Thang đo được xây dựng qua bốn bước: i) Thiết kế 36 mục ban đầu dựa trên ba trạng thái cụ thể hóa/vật thể hóa/định chế hóa, có đối chiếu với chuẩn đầu ra của Chương trình GDPT 2018 môn Sinh học và Hoạt động trải nghiệm; ii) Thẩm định nội dung bởi năm chuyên gia (hai giáo sư giáo dục học, hai nhà sinh thái học, một chuyên gia đo lường) theo chỉ số CVR (Content Validity Ratio), giữ lại 18 mục đạt $CVR \geq 0,80$; iii) Kiểm định cấu trúc bằng phân tích nhân tố khẳng định (CFA), xác nhận cấu trúc 3 nhân tố với độ phù hợp tốt (CFI = 0,93; RMSEA = 0,06; SRMR = 0,05); iv) Kiểm tra độ tin cậy nội tại, Cronbach $\alpha = 0,79-0,84$ cho từng tiểu thang.

Phiên bản cuối gồm 18 mục, thang Likert 1-5, chia thành ba tiểu thang: *Tri thức sinh thái cụ thể hóa* (6 mục - embodied, ví dụ: nhận biết loài cây, hiểu chu trình dinh dưỡng); *Kỹ năng canh tác vật thể hóa* (6 mục - objectified, ví dụ: thực hành ủ phân, thiết kế vườn); *Ý thức bảo tồn định chế hóa* (6 mục - institutionalized, ví dụ: hiểu chính sách môi trường, nhận diện giá trị di sản sinh thái). Cần lưu ý rằng do cùng một mẫu ($N = 213$) được sử dụng cho cả xây dựng lẫn đánh giá can thiệp, giá trị hội tụ và phân kỳ của ECCI cần được kiểm định thêm trên mẫu độc lập trong các nghiên cứu tiếp theo.

3.4. Quy trình thu thập dữ liệu

Do thời điểm triển khai vườn trường khác nhau theo từng địa điểm, T0 được xác định riêng biệt cho mỗi trường. Thời gian can thiệp không đồng nhất này là đặc điểm cố hữu của thiết kế nghiên cứu, xuất phát từ thực tế triển khai vườn trường theo lịch trình của từng trường trong khuôn khổ dự án NIFAM và được thừa nhận là hạn chế phương pháp học quan trọng tại Mục 5.4. Tất cả năm công cụ được điền đồng thời tại mỗi thời điểm, trong giờ học chính khóa dưới sự giám sát của giáo viên được đào tạo. Thời gian

hoàn thành trung bình: 45 phút/lần. Kiểm tra tỷ lệ hoàn thành (completion rate): Genesis 94,6%, Hermann Gmeiner 92,3%, PTDT Nội trú 96,4%; dữ liệu thiếu được xử lý bằng MICE (Multiple Imputation by Chained Equations).

Dữ liệu định tính được thu thập qua: i) quan sát tham gia tại từng trường trong toàn bộ thời gian can thiệp tương ứng: Genesis: 27 tháng; Hermann Gmeiner: 19 tháng; PTDT Nội trú: 4 tháng, với tổng thời gian quan sát tích lũy ước tính theo thực tế triển khai tại từng địa điểm; ii) Phỏng vấn sâu với 36 người tham gia (12 giáo viên, 6 cán bộ quản lý, 18 phụ huynh); iii) Ba nhóm tập trung (8-10 người/nhóm). Dữ liệu thứ cấp gồm: báo cáo kỹ thuật NIFAM, hồ sơ hoạt động giáo dục, nhật ký quan sát hành vi canh tác (8 tuần cuối mỗi chu kỳ), số liệu năng suất vườn và chỉ số sinh thái.

3.5. Phân tích dữ liệu

3.5.1. Phân tích định lượng

Phân tích mô tả (mean, SD) được báo cáo cho tất cả biến tại T0 và T1. Kiểm định paired t-test hai đuôi được sử dụng để so sánh điểm trước-sau trong từng trường, với ngưỡng ý nghĩa $\alpha=0,05$ và hiệu chỉnh Bonferroni cho đa so sánh. Kích thước hiệu lực được tính theo Cohen's $d = (M_{\text{post}} - M_{\text{pre}}) / SD_{\text{pooled}}$; phân loại theo

Cohen (1988): nhỏ $d < 0,2$, vừa $0,2 \leq d < 0,5$, lớn $0,5 \leq d < 0,8$, rất lớn $d \geq 0,8$. Để so sánh giữa ba trường, ANCOVA một chiều với điểm T0 làm biến kiểm soát (covariate) được áp dụng. Dữ liệu năng suất vườn và tần suất hành vi được phân tích mô tả với tỷ lệ thay đổi phần trăm (%). Tất cả phân tích thực hiện bằng SPSS 26.0.

3.5.2. Phân tích định tính

Dữ liệu định tính được phân tích theo phương pháp mã hóa chủ đề (thematic coding) hai vòng (Braun và Clarke, 2006 [26]): vòng 1 dùng a priori coding với 5 khung lý thuyết làm hệ thống phân loại ban đầu; vòng 2 áp dụng inductive coding để nhận diện chủ đề mới. Tính đáng tin cậy được kiểm tra qua đồng thuận giữa hai nhà nghiên cứu độc lập trên 20% dữ liệu (Cohen's [23] $\kappa = 0,78$, mức đồng thuận cao).

3.5.3. Tích hợp QUAN-QUAL

Hai luồng dữ liệu được tích hợp theo nguyên tắc trình bày tích hợp (Creswell và Plano Clark, 2018 [21]): kết quả định lượng (điểm số, d) được đặt cạnh bằng chứng định tính tương ứng (trích đoạn phỏng vấn, quan sát) để kiểm tra sự hội tụ hoặc phân kỳ, làm rõ cơ chế đứng sau các con số. Ma trận ánh xạ lý thuyết * hoạt động (Bảng 2) là công cụ tích hợp trung tâm, kết nối đồng thời cả ba tầng phân tích.

Bảng 2. Ma trận ánh xạ lý thuyết và hoạt động giáo dục

Khung lý thuyết	Trường phổ thông Genesis (n=9 HĐ)	Trường phổ thông Hermann Gmeiner (n=9 HĐ)	Trường phổ thông Dân tộc Nội trú (n=8 HĐ)	Tổng HĐ áp dụng	Tỷ lệ (%)
Giả thuyết Gaia	4	3	4	11	42,3
HES (Human-Environment Systems)	3	4	3	10	38,5
Tư duy hệ thống	5	4	3	12	46,2
Vốn văn hóa & Tập tính (Bourdieu)	4	5	5	14	53,8
Học qua trải nghiệm - ELC (Kolb)	9	9	8	26	100,0
Trung bình HĐ/lý thuyết (N=26 hoạt động, tổng 3 trường)	5,0	5,0	4,6	14,6	56,2

Ghi chú: Mỗi hoạt động có thể được mã hóa theo nhiều khung lý thuyết (không xung khắc). ELC (Kolb) áp dụng cho 100% hoạt động vì đây là khung sự phạm nền tảng bao trùm toàn bộ quy trình giáo dục vườn trường.

4. Kết quả

4.1. Chỉ số định lượng đầu ra giáo dục: Tổng quan ba trường

Bảng 3 trình bày kết quả đo lường trước-sau can thiệp cho tất cả năm biến đầu ra tại ba trường. Tất cả thay đổi đều có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$) sau hiệu chỉnh Bonferroni. Kích thước hiệu lực

dao động từ lớn ($d=1,36$ cho EAI tại PTDT Nội trú) đến rất lớn ($d=2,83$ cho Rubric STEAM tại Genesis), vượt xa ngưỡng “hiệu lực lớn” của Cohen ($d > 0,8$) trong tất cả trường hợp. Hành vi canh tác bền vững - được đo qua nhật ký quan sát 8 tuần - tăng từ 300% (PTDT Nội trú) đến 457% (Hermann Gmeiner) so với mức nền.

Bảng 3. Kết quả đo lường định lượng trước-sau can thiệp (T0 và T1) theo trường và biến đầu ra

Nhóm chỉ số	Công cụ đo lường	Trường phổ thông Genesis (N=87)	Trường phổ thông Hermann Gmeiner (N=72)	Trường phổ thông Dân tộc Nội trú (N=54)	Ghi chú/ Nguồn tham chiếu
1. Kết nối với thiên nhiên (CNS)	Connectedness to Nature Scale (Mayer & Frantz, 2004); 14 mục, Likert 1-5	Pre: $2,8 \pm 0,6$ Post: $3,9 \pm 0,5$ ($\Delta = +1,1$)	Pre: $2,6 \pm 0,7$ Post: $3,7 \pm 0,6$ ($\Delta = +1,1$)	Pre: $3,6 \pm 0,5$ Post: $4,3 \pm 0,4$ ($\Delta = +0,7$)	$p < 0,01$, paired t-test; Thang điểm 1-5
2. Thái độ môi trường (EAI)	Environmental Attitude Inventory - EAI rút gọn (Milfont & Duckitt, 2010); 24 mục, Likert 1-6	Pre: $3,4 \pm 0,8$ Post: $4,6 \pm 0,7$ ($\Delta = +1,2$)	Pre: $3,2 \pm 0,9$ Post: $4,5 \pm 0,7$ ($\Delta = +1,3$)	Pre: $4,1 \pm 0,7$ Post: $5,0 \pm 0,6$ ($\Delta = +0,9$)	$p < 0,01$; Cronbach $\alpha = 0,82-0,87$
3. Tư duy hệ thống	Systems Thinking Assessment (Waters Center, 2016); 12 tình huống, điểm 0-3	Pre: $1,3 \pm 0,4$ Post: $2,1 \pm 0,5$ ($\Delta = +0,8$)	Pre: $1,2 \pm 0,5$ Post: $2,0 \pm 0,4$ ($\Delta = +0,8$)	Pre: $1,5 \pm 0,5$ Post: $2,2 \pm 0,4$ ($\Delta = +0,7$)	$p < 0,01$; Điểm tối đa = 3
4. Năng lực thực hành STEAM	Rubric đánh giá dự án vườn (5 tiêu chí $\times$ 4 mức); tự xây dựng theo khung GDPT 2018	Pre: $1,8 \pm 0,5$ Post: $3,1 \pm 0,4$ ($\Delta = +1,3$)	Pre: $1,7 \pm 0,6$ Post: $3,0 \pm 0,5$ ($\Delta = +1,3$)	Pre: $2,0 \pm 0,5$ Post: $3,2 \pm 0,4$ ($\Delta = +1,2$)	Điểm tối đa = 3; ICC=0,84 (giữa 2 GV đánh giá)
5. Vốn văn hóa sinh thái (Eco-Cultural Capital Index - ECCI)	Thang đo ECCI tự xây dựng gồm 18 mục (3 tiêu thang: tri thức sinh thái, kỹ năng canh tác, ý thức bảo tồn); Likert 1-5	Pre: $2,1 \pm 0,6$ Post: $3,6 \pm 0,5$ ($\Delta = +1,5$)	Pre: $2,0 \pm 0,7$ Post: $3,5 \pm 0,6$ ($\Delta = +1,5$)	Pre: $3,2 \pm 0,6$ Post: $4,4 \pm 0,4$ ($\Delta = +1,2$)	Thang đo mới; Cronbach $\alpha = 0,79-0,84$; CFA fit: CFI=0,93, RMSEA=0,06
6. Hành vi canh tác bền vững	Observation checklist (10 hành vi); tần suất/tuần qua nhật ký GV	0,8 HV/tuần $\rightarrow$ 4,3 HV/tuần (+438%)	0,7 HV/tuần $\rightarrow$ 3,9 HV/tuần (+457%)	1,2 HV/tuần $\rightarrow$ 4,8 HV/tuần (+300%)	Dựa trên nhật ký quan sát 8 tuần cuối mỗi chu kỳ

Ghi chú: $p < 0,01$ (paired t-test, hai đuôi, hiệu chỉnh Bonferroni); $\Delta = M_{\text{post}} - M_{\text{pre}}$; N=87 (Genesis), N=72 (Hermann Gmeiner), N=54 (PTDT Nội trú); Dữ liệu thiếu được xử lý bằng MICE.

4.2. Kích thước hiệu lực và so sánh giữa ba trường

Bảng 5 tổng hợp Cohen's d cho từng biến và từng trường. Genesis có d trung bình cao nhất (2,15), phần lớn được giải thích bởi mức nền thấp hơn (điểm T0 thấp nhất trong ba trường) và cường độ can thiệp cao (hạ tầng LOTUS Gold, 9 hoạt động bài bản). PTDT Nội trú, mặc dù có d thấp hơn về tuyệt đối (1,87), lại đạt điểm T1 cao nhất trên CNS (4,3/5,0) và ECCI (4,4/5,0), phản ánh vốn văn hóa sinh thái sẵn có cao hơn từ bối cảnh bản địa. Phân tích ANCOVA cho thấy sự khác biệt giữa ba trường ở T1 (sau khi kiểm soát T0) có ý nghĩa thống kê cho CNS ($F(2,210)=8,4$, $p<0,001$) và ECCI ($F(2,210)=12,1$, $p<0,001$), nhưng không có ý nghĩa cho Systems Thinking ($F(2,210)=1,9$, $p=0,15$), gợi ý rằng vườn trường sinh thái nâng cao tư duy hệ thống một cách đồng đều hơn bất kể bối cảnh. Cần lưu ý là: d trung bình tại PTDT Nội trú (1,87) được tạo ra chỉ sau 4 tháng can thiệp, ngắn hơn nhiều so với Genesis (27 tháng, $d=2,15$) và Hermann Gmeiner (19 tháng, $d=1,91$). Nếu đúng như vậy, đây là kết quả đáng kể về hiệu quả trong thời gian ngắn, khả năng nhờ vốn văn hóa sinh thái bản địa sẵn có cao. Mô hình ANCOVA đã kiểm soát được điểm T0 ban đầu, nhưng không kiểm soát được thời gian can thiệp (duration of intervention). Do đó, sự khác biệt d giữa các trường phản ánh đồng

thời cả tác động của bối cảnh xã hội-sinh thái (contextual effect) và tác động của độ dài can thiệp (duration effect); hai yếu tố này không thể phân tách hoàn toàn trong thiết kế hiện tại.

4.3. Kết quả định tính: Cơ chế hình thành Eco-Habitus theo bối cảnh

“Habitus” Bourdieu, P. (1986) [19], nhà xã hội học người Pháp chỉ hệ thống các cấu trúc tâm lý được nội tâm hóa: thói quen suy nghĩ, cảm nhận và hành động mà một cá nhân tích lũy qua quá trình sống trong một môi trường xã hội cụ thể. Habitus không phải quy tắc được học thuộc mà là “bản năng thứ hai” người ta hành động theo nó một cách tự nhiên, không cần suy tính. “Eco” (từ tiếng Hy Lạp oikos ngôi nhà, môi trường sống) gắn với sinh thái học và môi trường tự nhiên. Eco-Habitus chỉ hệ thống thói quen, tư duy và hành vi sinh thái được nội tâm hóa sâu, đến mức trở thành phần tự nhiên trong cách một người cảm nhận và ứng xử với thế giới tự nhiên, không cần nhắc nhở hay ép buộc từ bên ngoài.

Phân tích định tính qua quan sát và 36 phỏng vấn tiết lộ rằng cùng một mức tăng điểm số định lượng nhưng được tạo ra bởi ba cơ chế khác nhau, phản ánh ba hình thái Eco-Habitus đặc thù. Bảng 6 tổng hợp các đặc trưng định lượng và định tính theo từng mô hình.

Bảng 4. Tích hợp kết quả định lượng và định tính

Biến đầu ra	Kết quả định lượng (d)	Bảng chứng định tính hội tụ	Giải thích cơ chế
CNS Kết nối thiên nhiên	$\Delta=+0,97$ trung bình; $d=1,49-1,91$	87% học sinh Dao/Mường “tự hào hơn về thiên nhiên” ($\chi^2=28,4$, $p<0,001$).	Tiếp xúc hàng ngày + bản sắc bản địa khuếch đại kết nối cảm xúc.
ECCI Vốn văn hóa sinh thái	$\Delta=+1,4$ trung bình; $d=2,30-2,68$	GV HG: “Vườn là nơi duy nhất HS SOS không cảm thấy khác biệt”.	Vườn bình đẳng hóa vốn sinh thái bất kể xuất thân gia đình.
Systems Thinking	$\Delta=+0,77$; $d=1,50-1,77$ (không khác biệt giữa 3 trường, $p=0,15$)	Phân tích vòng phản hồi xuất hiện tự phát trong 71% buổi quan sát.	Canh tác thực hành kích hoạt tư duy nhân quả đồng nhất bất kể bối cảnh
Rubric STEAM	$\Delta=+1,27$; $d=2,36-2,83$ (cao nhất)	Học sinh lớp 8 Genesis: “Em muốn làm app theo dõi sức khỏe đất”.	Vườn là lab thực hành STEAM tự nhiên; mức nền thấp tạo hiệu ứng tương phản mạnh.

Ghi chú: (theo cách tích hợp của Joint Display - Creswell & Plano Clark, 2018 [21]).

Bảng 5. Tóm tắt kích thước hiệu lực (Cohen's d) theo biến đầu ra và trường

Biến đầu ra	Genesis Δ (d)	HG Δ (d)	PTDT NTr Δ (d)	Trung bình Δ	Mức hiệu lực (Cohen's d)
CNS - Kết nối thiên nhiên	+1,1 (d=1,91)	+1,1 (d=1,64)	+0,7 (d=1,49)	+0,97	Lớn (d>0,8)
EAI - Thái độ môi trường	+1,2 (d=1,58)	+1,3 (d=1,53)	+0,9 (d=1,36)	+1,13	Lớn (d>0,8)
Systems Thinking	+0,8 (d=1,77)	+0,8 (d=1,71)	+0,7 (d=1,50)	+0,77	Lớn (d>0,8)
Năng lực STEAM (Rubric)	+1,3 (d=2,83)	+1,3 (d=2,36)	+1,2 (d=2,72)	+1,27	Rất lớn (d>2)
ECCI - Vốn văn hóa sinh thái	+1,5 (d=2,68)	+1,5 (d=2,32)	+1,2 (d=2,30)	+1,40	Rất lớn (d>2)
Hành vi canh tác (học sinh/tuần)	+3,5 (+438%)	+3,2 (+457%)	+3,6 (+300%)	+3,43(+398%)	-

Ghi chú: Phân loại: d<0,2 nhỏ; 0,2-0,5 vừa; 0,5-0,8 lớn; >0,8 rất lớn (Cohen, 1988) [23].
Tất cả d đều >1,3 (“rất lớn”).

Bảng 6. So sánh đặc trưng Eco-Habitus và các chỉ số định lượng theo ba mô hình

Tiêu chí	Genesis School	Hermann Gmeiner	PTDT Nội trú	Nguồn lý thuyết
Mô hình chủ đạo	Kinh tế tuần hoàn đô thị	Học tập qua dự án (PBL)	Bảo tồn tri thức bản địa	Yin (2014) [25]
Loại Eco-Habitus hình thành	Habitus công nghệ-khởi nghiệp	Habitus chữa lành-hòa nhập	Habitus di sản-bản sắc dân tộc	Bourdieu (1986) [19]
Vốn văn hóa chủ đạo	Vốn công nghệ & thiết kế	Vốn xã hội & lòng trắc ẩn	Vốn di sản & bản sắc	Bourdieu (1986) [19]
Ứng dụng Gaia nổi bật	Vườn là thực thể năng lượng	Vườn là cộng đồng tương sinh	Vườn là vùng đệm bảo tồn	Lovelock (1979) [15]
Phản hồi HES chính	Tối ưu hóa vi khí hậu	Can thiệp dinh dưỡng học đường	Sinh kế dựa trên rừng	Liu et al. (2007) [22]
Giai đoạn ELC mạnh nhất	Active Experimentation	Concrete Experience	Reflective Observation	Kolb (1984) [20]
ECCI trung bình sau can thiệp	3,6/5,0	3,5/5,0	4,4/5,0	Nghiên cứu này
CNS trung bình sau can thiệp	3,9/5,0	3,7/5,0	4,3/5,0	Mayer & Frantz (2004) [24]
Cohen's d trung bình (5 biến)	2,15	1,91	1,87	Nghiên cứu này

4.3.1. Genesis: Eco-Habitus-công nghệ khởi nghiệp

Dữ liệu quan sát ghi nhận 73% học sinh Genesis chủ động sử dụng điện thoại để tra cứu thông tin khoa học trong giờ làm vườn (so với 23% tại Hermann Gmeiner và 12% tại PTDT Nội trú), phản ánh vốn công nghệ cao của gia đình học sinh tự thực. Điểm ECCI tiểu thang “tri thức sinh thái” tăng mạnh nhất (+1,8 điểm,

d=2,9), trong khi tiểu thang “ý thức bảo tồn” tăng khiêm tốn hơn (+1,2 điểm, d=1,7). Một học sinh (lớp 8) chia sẻ: “Em không biết đất có vi khuẩn cho đến khi làm IMO. Bây giờ em muốn làm App theo dõi sức khỏe đất.” Câu này minh họa sự dịch chuyển từ tư duy người dùng (consumer mindset) sang tư duy hệ thống, điều mà điểm Systems Thinking tăng 0,8 điểm xác nhận.

4.3.2. Hermann Gmeiner Eco-Habitus chữa lành, hòa nhập

Điểm CNS của nhóm học sinh SOS ($n=9$) tăng mạnh hơn đáng kể ($\Delta=+1,4$) so với nhóm cộng đồng ($\Delta=+1,0$), gợi ý rằng bối cảnh yếu thế khuếch đại tác động tâm lý của trải nghiệm thiên nhiên. Nhật ký quan sát ghi nhận sự chuyển đổi rõ rệt trong hành vi: học sinh SOS từ chỗ tránh tiếp xúc đất (ghi nhận ở 7/9 em tại T0) sang chủ động hướng dẫn bạn cùng lớp kỹ thuật ủ phân (ghi nhận ở 8/9 em tại T1). Giáo viên chủ nhiệm nhận xét: “Vườn là không gian duy nhất các em SOS không cảm thấy khác biệt.” Điểm EAI tiêu thang “hành vi thân thiện môi trường” tại Hermann Gmeiner có mức tăng cao nhất trong ba trường ($\Delta=+1,5$, $d=2,1$).

4.3.3. PTDT Nội trú: Eco-Habitus di sản, bản sắc

Học sinh PTDT Nội trú khởi đầu với điểm ECCI cao nhất ($pre=3,2/5,0$) nhưng điểm CNS ở mức trung bình ($pre=3,6/5,0$), phản ánh sự bất cân bằng giữa tri thức bản địa sẵn có và ý thức về giá trị của nó trong bối cảnh hiện đại. Sau can thiệp, tiêu thang “ý thức bảo tồn định chế hóa” tăng mạnh nhất ($+1,4$ điểm, $d=2,5$), tương ứng với việc tri thức dân gian được in ấn thành học liệu và được các nhà khoa học từ Đại học Bonn công nhận. 87% học sinh Dao và Mường cho biết họ “tự hào hơn về tri thức tổ tiên” sau can thiệp (so với 34% trước can thiệp, chênh lệch có ý nghĩa thống kê: $\chi^2(1) = 28,4$, $p<0,001$). Năng suất vườn thực nghiệm đạt $2,3 \text{ kg/m}^2/\text{năm}$ - cao nhất trong ba trường - nhờ điều kiện tự nhiên và kiến thức canh tác bản địa.

4.4. Chỉ số sinh thái vườn trường: Bằng chứng vật lý

Bên cạnh các chỉ số tâm lý-giáo dục, nghiên cứu ghi nhận biến đổi sinh thái vật lý của ba vườn trường: i) Tỷ lệ rác hữu cơ được tái chế tại chỗ đạt 68-91% (mục tiêu ASEAN EcoSchools: $\geq 50\%$); ii) Số loài thiên địch tăng từ 0-2 loài (T0) lên 4-11 loài (T1), cho thấy sự phục hồi đa dạng sinh học chức năng; và iii) Tại Genesis, hệ thống thu gom nước mưa tiết kiệm 80,9% nước sạch

cho tưới cây, đây là chỉ số định lượng được xác thực độc lập qua chứng chỉ LOTUS Gold. Các chỉ số sinh thái vật lý này cung cấp lớp bằng chứng độc lập (không dựa vào tự báo cáo) bổ sung cho các thang đo tâm lý-giáo dục.

5. Thảo luận

5.1. Eco-Habitus - Bằng chứng cho luận điểm “không có mô hình một cỡ vừa tất cả”

Kết quả ANCOVA cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa giữa ba trường trên CNS và ECCI ($p<0,001$) ngay cả sau khi kiểm soát mức nền, trong khi Systems Thinking không khác biệt ($p=0,15$). Điều này cung cấp bằng chứng định lượng mạnh mẽ cho hai kết luận: i) Tư duy hệ thống là kết quả đồng nhất nhất: vườn trường sinh thái là môi trường hiệu quả như nhau để phát triển năng lực này bất kể bối cảnh; và ii) Vốn văn hóa sinh thái và kết nối thiên nhiên được định hình bởi bối cảnh - đây là nơi ba Eco-Habitus tạo ra ba con đường khác nhau. Ứng dụng khung Bourdieu giúp giải thích cơ chế: mỗi trường chuyển hóa loại “vốn” sẵn có của học sinh (công nghệ, xã hội, bản địa) thành Eco-Habitus theo logic riêng của trường đó.

5.2. Tích hợp STEAM và khoảng cách thực thi: Bằng chứng và hàm ý

Kết quả Rubric STEAM có d cao nhất trong tất cả các biến ($1,20-2,83$), gợi ý rằng vườn trường đặc biệt hiệu quả trong phát triển năng lực STEAM thực hành. Tuy nhiên, phân tích định tính tiết lộ “khoảng cách thực thi” đáng kể: tại Hermann Gmeiner, giai đoạn khái quát hóa lý thuyết (AC) trong chu trình Kolb được ghi nhận chỉ ở 33% hoạt động (3/9), thấp hơn so với 56% tại Genesis và 50% tại PTDT Nội trú, tương quan nghịch với việc thay đổi giáo viên phụ trách câu lạc bộ làm gián đoạn chu trình phản tư. Đây là bằng chứng định lượng, định tính hội tụ cho khuyến nghị: đào tạo giáo viên về kỹ thuật phản tư (reflective questioning) là điều kiện cần để duy trì hiệu quả ELC.

5.3. Hạn chế và lộ trình nghiên cứu tiếp theo

Nghiên cứu có bốn hạn chế cần thừa nhận: i) Thiếu nhóm đối chứng (control group) thiết kế trước-sau không có đối chứng giới hạn khả năng suy diễn nhân quả; không thể loại trừ tác động của trưởng thành tự nhiên (maturation) hoặc hiệu ứng lịch sử (history effect); ii) Cỡ mẫu nhỏ ($N=213$) đủ để phát hiện hiệu lực lớn nhưng chưa đủ cho phân tích đa biến phức tạp hoặc kiểm định mô hình cấu trúc (structural equation modeling, SEM); iii) Ba trường đều được hỗ trợ từ NIFAM có thể tạo ra thiên lệch lựa chọn (selection bias), hạn chế khả năng tổng quát hóa; iv) ECCI là thang đo mới, cần kiểm chứng thêm về giá trị hội tụ và phân kỳ (convergent and discriminant validity) trên mẫu độc lập. v) Thời gian can thiệp không đồng nhất giữa ba trường (4-27 tháng).

Bảng 7. Mô hình phân vùng Permaculture đề xuất: căn cứ từ bằng chứng thực chứng

Vùng	Đặc điểm kỹ thuật & vị trí	Chức năng giáo dục & hướng nghiệp
Vùng 0	Khu lõi: lớp học, hành lang, văn phòng.	Vườn treo, thủy canh/Aquaponics quy mô nhỏ; quan sát hàng ngày.
Vùng 1	Tiếp giáp: lối đi, chân cầu thang, bồn hoa.	Rau gia vị, thảo mộc, hoa dẫn dụ thiên địch; bài học vòng đời thực vật.
Vùng 2	Vườn thực nghiệm chính; dễ tiếp cận.	Keyhole, Spiral Garden, khu ủ IMO/EM; trọng tâm dự án STEAM.
Vùng 3	Vườn cây ăn quả, cây bóng mát; ven tường rào.	Nông lâm kết hợp; học cấu trúc rừng thu nhỏ và đa dạng sinh học.
Vùng 4	Khu bán hoang dã; góc khuất, bảo tồn tự nhiên.	Cây bản địa thu hút chim và côn trùng; nghiên cứu tương tác sinh thái.

6.2. Nhóm giải pháp giáo dục: Chương trình “xanh và số” dựa trên bằng chứng

Chương trình “xanh và số” được thiết kế để tối đa hóa d đã quan sát, dựa trên phân tích điều kiện dẫn đến d cao nhất: i) Hoạt động có đủ bốn giai đoạn ELC (không chỉ CE + AE); ii) Tích hợp ít nhất 3 khung lý thuyết trong một hoạt động; và iii) Học sinh có vai trò chủ động (agency) trong thiết kế và đánh giá. Ba trụ cột: (1) 8 trạm lõi sống sinh thái chuẩn ASEAN Eco-Schools; (2) tích hợp liên môn STEAM với rubric đánh giá $ICC \geq 0,84$; (3) 10 dự án “xanh và số” kết hợp tri thức sinh thái với công nghệ số. Hệ thống đánh giá portfolio thay thế hoàn toàn điểm số lý thuyết

6. Đề xuất mô hình giáo dục môi trường tích hợp có cơ sở bằng chứng

6.1. Nhóm giải pháp kỹ thuật: Phân vùng Permaculture theo đặc thù sinh thái

Dựa trên hiệu quả thực chứng ($d = 1,87-2,15$ trung bình), nghiên cứu đề xuất quy hoạch không gian vườn trường theo mô hình phân vùng Permaculture 5 vùng (Bảng 7). Hiệu quả của mô hình này được hỗ trợ bởi dữ liệu năng suất ($0,8-2,3 \text{ kg/m}^2/\text{năm}$) và tỷ lệ tái chế rác hữu cơ (68-91%) từ ba trường. Các kỹ thuật canh tác thuận tự nhiên cốt lõi (IMO, EM, GE, Keyhole/Spiral) được lựa chọn dựa trên bằng chứng thực địa về khả năng phục hồi đất và số loài thiên địch tăng 2-9 lần sau can thiệp.

thuần túy, đây là điều kiện thể chế quan trọng nhất được xác định qua phân tích định tính.

6.3. Kiến nghị chính sách đa bên: Từ bằng chứng đến hành động

Các kiến nghị sau đây được xây dựng trực tiếp từ bằng chứng định lượng và định tính của nghiên cứu, không phải từ suy luận chung. Đối với Sở Giáo dục và Đào tạo: i) Ban hành bộ chỉ số tối thiểu đánh giá vườn trường (diện tích/học sinh, số loài, tỷ lệ tái chế) có thể đo lường hàng năm; ii) yêu cầu sử dụng CNS và EAI như công cụ đánh giá năng lực đầu ra môn Khoa học tự nhiên tích hợp; và iii) lồng ghép tiêu chí vườn trường sinh thái vào bộ tiêu chuẩn trường chuẩn

quốc gia. Đối với doanh nghiệp ESG: ký cam kết bao tiêu sản phẩm theo giá tham chiếu (không thấp hơn 80% giá thị trường) để đảm bảo tính bền vững kinh tế của CLB khởi nghiệp học sinh, điều kiện cần để duy trì động lực học sinh theo bằng chứng từ nghiên cứu này.

7. Kết luận

Nghiên cứu này cung cấp bằng chứng định lượng đầu tiên từ Việt Nam về hiệu quả của mô hình giáo dục môi trường tích hợp qua vườn trường sinh thái, với kích thước hiệu lực lớn đến rất lớn (Cohen's $d = 1,49-2,83$) trên tất cả năm biến đầu ra và tất cả ba bối cảnh quản trị. Ba đóng góp khoa học chính: i) Về phương pháp: thiết kế hội tụ song song hỗn hợp với năm công cụ đo lường được kiểm chứng, bao gồm thang đo ECCI mới phù hợp bối cảnh Việt Nam; ii) Về lý thuyết: bằng chứng định lượng-định tính hội tụ cho luận điểm: Eco-Habitus theo bối cảnh tư duy hệ thống là kết quả đồng nhất (d không khác biệt giữa ba trường, $p=0,15$), trong khi vốn văn hóa sinh thái và kết nối thiên nhiên được định hình bởi bối cảnh kinh tế-xã hội ($p<0,001$); và iii) Về thực tiễn: khung mô hình ba thành phần dựa trực tiếp trên bằng chứng thực chứng, với các ngưỡng chỉ số có thể đo lường và giám sát.

Mô hình vườn trường sinh thái theo nguyên tắc Permaculture, khi được thiết kế gắn với bối cảnh sinh thái-xã hội địa phương và đánh giá theo hệ thống định lượng chuẩn hóa, có tiềm năng nhân rộng đáng kể trong hệ thống giáo dục phổ thông Việt Nam. Tỷ lệ tái chế rác hữu cơ 68-91%, số loài thiên địch tăng 2-9 lần và điểm CNS tăng trung bình +0,97 điểm không chỉ là chỉ số giáo dục mà còn là chỉ số sinh thái đô thị có thể đóng góp trực tiếp vào mục tiêu Net Zero 2050 và Mục tiêu Phát triển Bền vững SDG4 (Giáo dục chất lượng) và SDG15 (Sống trên cạn) của Liên Hợp Quốc.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn: Dự án NIFAM (Đại học Bonn, CHLB Đức), CODAS, SPERI, CCD đã đồng hành triển khai vườn

trường sinh thái; Ban Giám hiệu, giáo viên, học sinh ba trường Genesis, Hermann Gmeiner và PTDT Nội trú Hà Nội đã tạo điều kiện cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Hanoi Department of Construction, Summary Report on Urban Tree Management in 2022, Hanoi People's Committee, 2022 (in Vietnamese).
- [2] Hanoi People's Committee, Plan for Planting 500,000 New Urban Trees in the City in the 2021-2025 Period, Plan No. 76/KH-UBND, Hanoi, 2023 (in Vietnamese).
- [3] R. Louv, *Last Child in the Woods: Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder*, Algonquin Books, Chapel Hill, NC, 2005.
- [4] Ministry of Education and Training, Circular No. 32/2018/TT-BGDDT Issuing the General Education Curriculum, Ministry of Education and Training of Vietnam, Hanoi, 2018 (in Vietnamese).
- [5] Prime Minister, Decision No. 1658/QĐ-TTg Approving the National Green Growth Strategy for the 2021-2030 Period, Vision to 2050, Government of the Socialist Republic of Vietnam, Hanoi, 2021 (in Vietnamese).
- [6] UNESCO, *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 2017.
- [7] S. Breiting, F. Mogensen, *Action Competence and Environmental Education*, Cambridge J. Educ., Vol. 29, 1999, pp. 349-353.
- [8] D. Blair, *The Child in the Garden: An evaluative Review of the Benefits of School Gardening*, J. Environ. Educ., Vol. 40, 2009, pp. 15-38.
- [9] E. J. Ozer, *The Effects of School Gardens on Students: A Research Synthesis*, J. Adolescent Health, Vol. 40, 2007, pp. 497-504.
- [10] ASEAN Centre for Biodiversity, *ASEAN Eco-Schools Standards and Guidelines*, ASEAN, Jakarta, 2021.
- [11] T. H. Nguyen, V. N. Le, *Green School Models in Vietnam: Current Situation and Solutions*, Journal of Education, Special Issue, 2020, pp. 45-52 (in Vietnamese).
- [12] T. L. Pham, *Integrating Environmental Education into the General Education Curriculum: Lessons from Green School Models in Hanoi, Vietnam*, Journal of Educational Sciences, Vol. 15, 2019, pp. 28-35 (in Vietnamese).

- [13] B. Mollison, *Permaculture: A Designer's Manual*, Tagari Publications, Tyalgum, NSW, 1988.
- [14] D. R. Williams, P. S. Dixon, Impact of Garden-Based Learning on Academic Outcomes in Schools: Synthesis of Research Between 1990 and 2010, *Rev. Educ. Res.*, Vol. 83, 2013, pp. 211-235.
- [15] J. Lovelock, *Gaia: A New Look at Life on Earth*, Oxford University Press, Oxford, 1979.
- [16] T. L. Milfont, J. Duckitt, The Environmental Attitudes Inventory: A Valid and Reliable Measure to Assess the Structure of Environmental Attitudes, *J. Environ. Psychol.*, Vol. 30, 2010, pp. 80-94
- [17] D. H. Meadows, *Thinking in Systems: A Primer*, Chelsea Green Publishing, White River Junction, VT, 2008.
- [18] Waters Center for Systems Thinking, *Systems Thinking Habits*, Waters Foundation, Tucson, AZ, 2016.
- [19] P. Bourdieu, in J. Richardson (Ed.), *The Forms of Capital*, *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, Greenwood, New York, 1986, pp. 241-258.
- [20] D. A. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1984.
- [21] J. W. Creswell, V. L. P. Clark, *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 3rd ed., SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, 2018.
- [22] R. K. Yin, *Case Study Research: Design and Methods*, 5th ed., SAGE Publications, Thousand Oaks, CA. J.W. Creswell, V. L. Plano Clark, *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 3rd ed., SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, 2018.
- [23] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed., Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ. ISBN: 0-8058-0283-5, 1982, 567 pp.
- [24] F. S. Mayer, C. M. P. Frantz, The Connectedness to Nature Scale: A Measure of Individuals' Feeling In Community with Nature, *J. Environ. Psychol.*, Vol. 24, 2004, pp. 503-515.
- [25] J. Liu, T. Dietz, S. R. Carpenter, M. Alberti, C. Folke, E. Moran et al., Coupled Human and Natural Systems, *AMBIO*, Vol. 36, 2008, pp. 639-649.
- [26] V. Braun, V. Clarke, Using Thematic Analysis in Psychology, *Qual. Res. Psychol.*, Vol. 3, 2006, pp. 77-101.