



New Science Education: Analyzing Lessons for National-Level Transformation

Natthathida Worathao¹, Wasana Keeratichamroen² and Sirirat Nakin³

Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Thailand

¹E-mail: 67H2102105@nrru.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-8567-5922>

²E-mail: wasana.k@nrru.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8908-7242>

³E-mail: sirirat.n@nrru.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4053-5835>

Received 12/07/2025

Revised 17/10/2025

Accepted 20/11/2025

Abstract

Background and Aims: Science education in the 21st century faces challenges from rapid technological, social, and economic transformations. This article analyzes global approaches to science education and proposes a conceptual framework for reform in Thailand by studying experiences from countries achieving outstanding results in PISA and TIMSS assessments, including Singapore, Finland, and East Asian nations.

Methodology: This study employs comparative analysis through examination of international research and policy reports from 2018-2024, analyzing experiences from Singapore (ranked 1st globally), Finland (experiencing continuous decline), and ASEAN countries, and synthesizing appropriate approaches for the Thai context.

Results: Sustainable transformation requires multi-dimensional integration consisting of: 1) curriculum reform emphasizing inquiry-based learning with structured frameworks, 2) continuous teacher development focused on pedagogical content knowledge, 3) appropriate technology integration including AI-enhanced virtual reality environments, and 4) assessment system improvement focusing on thinking processes rather than content memorization. PISA 2022 results show Singapore achieved the highest scores globally (Science: 561, Mathematics: 575, Reading: 543), while Finland experienced continuous decline across all subjects, with mathematics scores dropping 79 points from 2003-2022, and Thailand's scores decreased by 4.36%, indicating an urgent need for systematic reform.

Conclusion: This research proposes systematic policy recommendations for developing Thailand's science education to align with international standards while maintaining local contexts. Reform should focus on developing an integrated curriculum incorporating 21st-century skills (4Cs: Critical thinking, Creativity, Communication, and Collaboration) through three frameworks: 1) Local Environmental Science Curriculum, 2) Thai Food Science and Technology Curriculum, and 3) STEAM-based Community Problem-Solving approach. Key policy recommendations include establishing teacher development centers, creating technology-enhanced learning environments, and developing assessment systems measuring scientific thinking processes rather than factual recall.

Keywords: Science Education; Inquiry-based Learning; Scientific Thinking Skills; Thai Education; Educational Reform; 21st Century Skills; PISA; Educational Assessment

[1/14]

Citation:



Worathao, N., Keeratichamroen, W., & Nakin, S. (2026). New Science Education: Analyzing Lessons for National-Level Transformation. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 6(4), e291537;

DOI: <https://doi.org/10.60027/iarj.2026.e291537>

การศึกษาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ : วิเคราะห์บทเรียนสู่การเปลี่ยนแปลงในระดับชาติ

ณัฐธิดา วรเท่า¹, วาสนา กิรติจำเริญ² และสิริรัตน์ นาคิน³

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บทคัดย่อ

ภูมิหลังและวัตถุประสงค์: การศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เผชิญความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี สังคม และเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว บทความนี้วิเคราะห์แนวทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับสากลและเสนอกรอบแนวคิดการปฏิรูปสำหรับไทย โดยศึกษาจากประเทศที่ประสบความสำเร็จในการประเมิน PISA และ TIMSS ได้แก่ สิงคโปร์ ฟินแลนด์ และประเทศเอเชียตะวันออก

ระเบียบวิธีการศึกษา: ใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบจากงานวิจัยและรายงานนโยบายระหว่างประเทศ พ.ศ. 2561-2567 วิเคราะห์ประสบการณ์จากสิงคโปร์ (อันดับ 1 โลก) ฟินแลนด์ (แนวโน้มลดลงต่อเนื่อง) และประเทศอาเซียน แล้วสังเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมกับบริบทไทย

ผลการศึกษา: การเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืนต้องบูรณาการหลายมิติ ได้แก่ 1) หลักสูตรเน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 2) พัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง 3) ใช้เทคโนโลยีรวมถึง AI-VR และ 4) ปรับระบบประเมินเน้นกระบวนการคิด ผล PISA 2022 แสดงสิงคโปร์คะแนนสูงสุด (วิทยาศาสตร์ 561 คณิตศาสตร์ 575 การอ่าน 543) ฟินแลนด์ลดลงต่อเนื่อง (คณิตศาสตร์ลด 79 คะแนนตั้งแต่ 2003-2022) และไทยลดลง 4.36% ซึ่งความจำเป็นเร่งด่วนในการปฏิรูป

สรุปผล: เสนอนโยบายพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยให้สอดคล้องมาตรฐานสากลและบริบทท้องถิ่น เน้นหลักสูตรบูรณาการทักษะ 4Cs ผ่าน 3 กรอบหลัก คือ 1) หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น 2) หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารไทย และ 3) แนวทาง STEAM แก้ปัญหาชุมชน ข้อเสนอแนะสำคัญ ได้แก่ จัดตั้งศูนย์พัฒนาครู สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เสริมเทคโนโลยี และพัฒนาระบบประเมินกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การศึกษาวิทยาศาสตร์; การเรียนรู้แบบสืบเสาะ; ทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์; การศึกษาไทย; การปฏิรูปการศึกษา; ทักษะศตวรรษที่ 21; PISA; การประเมินการศึกษา

บทนำ

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันมิได้เป็นเพียงการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหา แต่ต้องเน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การตั้งคำถาม การสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้มีการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคมยุคใหม่และเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนสำหรับโลกแห่งอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงจากการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นการจดจำข้อมูลไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (National Research Council, 2012; OECD, 2023) จากผลการประเมิน PISA ในปี ค.ศ. 2022 ได้แสดงให้เห็นความสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน อาทิ ประเทศสิงคโปร์ได้รับการยอมรับว่าเป็นประเทศที่มีผลงานดีเด่นที่สุดในทุกด้าน ได้แก่ คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ฟินแลนด์ซึ่งเคยเป็นต้นแบบของโลกกลับพบการลดลงของคะแนนอย่างต่อเนื่อง ปรากฏการณ์นี้ชี้ให้เห็นว่าความเป็นเลิศทางการศึกษาไม่ใช่สิ่งที่คงที่และต้องมีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากรายงานภาวะการศึกษาไทย ปี 2566 โดยสำนักงานเลขาธิการสภา

การศึกษา (2566) พบว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทยยังคงเผชิญกับปัญหาเชิงโครงสร้างที่สำคัญหลายประการ ได้แก่ 1) คุณภาพการเรียนการสอนที่ยังเน้นการท่องจำมากกว่าการพัฒนาทักษะการคิด โดยพบว่าร้อยละ 73.2 ของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ยังคงใช้วิธีการบรรยายแบบเดิม 2) การขาดแคลนครูผู้สอนที่มีคุณภาพและมีความเชี่ยวชาญในการใช้วิธีการสอนสมัยใหม่ โดยพบว่ามีครูวิทยาศาสตร์ขาดแคลนถึงร้อยละ 15.7 ในพื้นที่ห่างไกล และ 3) ระบบการประเมินผลที่ยังคงมุ่งเน้นการทดสอบความจำแทนการประเมินทักษะกระบวนการ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไทยมีคะแนนการประเมิน O-NET วิทยาศาสตร์เฉลี่ยเพียงร้อยละ 35.21 ในปี 2566 ซึ่งตามรายงานของกระทรวงศึกษาธิการ (2566) พบว่าไทยได้จัดสรรงบประมาณด้านการศึกษาเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.8 เป็นร้อยละ 4.1 ของ GDP ในช่วงปี 2561-2566 และได้ดำเนินโครงการปฏิรูปการศึกษาหลายโครงการ เช่น โครงการ "หลักสูตรฐานสมรรถนะ" และ "การจัดการเรียนรู้เชิงรุก" แต่ผลลัพธ์ที่ได้รับยังไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2567)

แนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับสากล

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญจากแนวทางการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหาไปสู่การเน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (National Research Council, 2012; OECD, 2023) แนวโน้มนี้เกิดขึ้นจากการตระหนักว่าโลกยุคดิจิทัลและยุคข้อมูลข่าวสารต้องการบุคลากรที่มีทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน และความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Partnership for 21st Century Skills, 2019)

หลักการพื้นฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

การเปลี่ยนผ่านจากการเรียนรู้เชิงรับสู่การเรียนรู้เชิงรุก และการบูรณาการทักษะศตวรรษที่ 21 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มทักษะหลัก ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (4Cs) ทักษะสื่อสารและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ เนื้อหาเหล่านี้จะช่วยให้เข้าใจแนวทางการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ตอบสนองต่อความต้องการของโลกยุคใหม่ และเตรียมความพร้อมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นรูปธรรม (Griffin, McGaw, & Care, 2012; Voogt & Roblin, 2012) ได้แก่

1. การเปลี่ยนจากการเรียนรู้เชิงรับสู่การเรียนรู้เชิงรุก

แนวทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับสากลได้เปลี่ยนจากการมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้รับความรู้แบบเฉื่อยชาไปสู่การส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสำรวจ ตั้งสมมติฐาน ทดสอบ และสรุปผล (Duschl, 2008; Gillies, 2023) กระบวนการนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับลึก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การบูรณาการทักษะศตวรรษที่ 21

การศึกษาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่เน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการทำงานในศตวรรษที่ 21 (National Research Council, 2012) โดยกรอบทักษะเหล่านี้ได้รับการพัฒนาจาก Partnership for 21st Century Skills และองค์การศึกษาระดับสากล เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานและสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Trilling & Fadel, 2009)

2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills - 4Cs)

ทักษะกลุ่มนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดและสร้างสรรค์นวัตกรรม (P21 Framework, 2019)

2.1.1 การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving)

การคิดเชิงวิพากษ์ในบริบทวิทยาศาสตร์หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผล (Facione, 2015) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การวิจัยของ Kuhn และ Dean (2004) พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนที่ดีขึ้นและสามารถถ่ายทอดทักษะเหล่านี้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

2.1.2 ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

ความคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงเพียงการคิดค้นสิ่งใหม่ แต่รวมถึงความสามารถในการมองปัญหาจากมุมมองที่แตกต่าง การเชื่อมโยงความรู้จากสาขาต่างๆ และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (Craft, 2005) ในบริบททาง

2.1.3 การสื่อสาร (Communication) ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มักถูกมองข้าม แต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน (Norris & Phillips, 2003)

2.1.4 การทำงานร่วมกัน (Collaboration) การทำงานร่วมกันเป็นลักษณะพื้นฐานของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน (Wuchty et al., 2007) ในการศึกษาวิทยาศาสตร์

2.2 ทักษะสื่อสารและเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology Skills)

ในยุคดิจิทัล ทักษะด้านเทคโนโลยีและการรู้เท่าทันสื่อกลายเป็นความจำเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Binkley et al., 2012)

2.2.1 การรู้เท่าทันสารสนเทศ (Information Literacy) ความสามารถในการเข้าถึง ประเมิน และใช้สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ (American Library Association, 2000)

2.2.2 การรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy)

ความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมิน และสร้างสื่อในรูปแบบต่างๆ (Potter, 2004) ในบริบททางวิทยาศาสตร์

2.2.2 การรู้เท่าทันเทคโนโลยี (Technology Literacy) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และทำงาน (International Technology Education Association, 2007)

2.3 ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills)

ทักษะกลุ่มนี้เตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการทำงานและการดำรงชีวิตในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Wagner, 2008)

2.3.1 ความยืดหยุ่นและการปรับตัว (Flexibility and Adaptability) ความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงและความไม่แน่นอน (Martin et al., 2012)

2.3.2 ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ (Leadership and Responsibility) ความสามารถในการนำทีมและรับผิดชอบต่อผลงานและสังคม (Kouzes & Posner, 2017)

2.3.3 ทักษะการสื่อสารข้ามวัฒนธรรม (Cross-Cultural Communication)

ความสามารถในการทำงานกับผู้คนจากหลากหลายภูมิหลัง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในยุคโลกาภิวัตน์ (Deardorff, 2006)

การศึกษาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่กำลังเปลี่ยนผ่านจากแนวทางการสอนแบบเชิงรับสู่การเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ผ่านกระบวนการสำรวจ ตั้งสมมติฐาน และทดสอบ ควบคู่ไปกับการบูรณาการทักษะศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย 3 กลุ่มหลัก คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (4Cs: Critical Thinking, Creativity, Communication, Collaboration) ทักษะสื่อสารและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ การปฏิรูปครั้งนี้มุ่งเตรียมความพร้อมให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตและทำงานในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

จากการวาระรากฐานทักษะเหล่านี้ แนวโน้มการพัฒนาวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับสากลได้ก้าวไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีล้ำสมัย อย่างเช่น การใช้ AI และ VR ในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ที่ให้นักเรียนได้สัมผัสโลกวิทยาศาสตร์อย่างใกล้ชิด การเปลี่ยนแปลงการประเมินผลจากการทดสอบแบบเลือกตอบไปสู่การประเมินแบบองค์รวมที่เน้นกระบวนการคิด และการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องในการใช้วิธีการสอนใหม่

แนวโน้มการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในระดับสากล

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ที่ขับเคลื่อนโดยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการปรับปรุง pedagogical approaches ใหม่ ๆ เอกสารฉบับนี้จะนำเสนอ 4 แนวโน้มหลักที่กำลังกำหนดทิศทางอนาคตของการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับสากล ตั้งแต่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในห้องเรียน การพัฒนารูปแบบการประเมินผลที่ครอบคลุม การพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง ไปจนถึงความท้าทายและโอกาสใหม่ที่เกิดขึ้นในบริบทโลกาภิวัตน์ โดยเฉพาะการใช้แนวทาง Inquiry-Based Learning แบบมีการนำทาง (Guided Inquiry) เหมาะสำหรับการเริ่มต้นในบริบทไทย เนื่องจากนักเรียนไทยยังขาดประสบการณ์ในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ควรเริ่มจากการให้ครูกำหนดปัญหาและกระบวนการ แต่ให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง การนำ Inquiry-Based Learning แบบเปิด (Open Inquiry) มาใช้ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อนักเรียนมีทักษะพื้นฐานแล้ว โดยให้นักเรียนกำหนดคำถาม วิธีการ และหาคำตอบเอง

ตัวอย่างการปฏิบัติที่ประสบความสำเร็จ โครงการ "Science Clubs" ในฟินแลนด์ ฟินแลนด์ได้จัดตั้ง "Science Clubs" ในโรงเรียนกว่า 300 แห่ง ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงการที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เช่น การศึกษาคุณภาพน้ำในทะเลสาบใกล้โรงเรียน การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบมลพิษทางอากาศ ผลลัพธ์คือ นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการมีทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 32% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Finnish National Agency for Education, 2023) ซึ่ง Inquiry-Based Learning ที่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในชุมชนการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1. การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนการสอน มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ AI ในการพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือน การสร้างตัวละครที่ฉลาด และการออกแบบโลกเสมือนแบบอัตโนมัติ ช่วยให้ประสบการณ์ VR มีความไดนามิกและปรับตัวตามพฤติกรรมของผู้ใช้ได้มากขึ้น VR ช่วยให้ครูและนักเรียนสามารถอยู่ในห้องเรียนเดียวกันผ่านตัวแทนดิจิทัลของตนเอง ครูสามารถ "เทเลพอร์ต" เข้าไปในโลก VR และนำทางนักเรียนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ 2. การประเมินผลแบบองค์รวม มุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนจากการประเมินผลที่เน้นการทดสอบแบบเลือกตอบไปสู่การประเมินผลที่เน้นกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง การประเมินแบบ Performance-based ช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ในงาน กิจกรรม และโครงการที่มีความเกี่ยวข้องกับโลกแห่งความจริง และการประเมินแบบนี้

เน้นการแสดงให้เห็นถึงความคิดของนักเรียนและครอบคลุมทั้งสามมิติของมาตรฐานวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ 3. การพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง มุ่งเน้นการพัฒนาครูให้มีความรู้ความสามารถในการใช้วิธีการสอนใหม่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ความเชื่อมั่นในตนเองของครูในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ (Teaching Science as Inquiry: TSI) มีผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4. ความท้าทายและโอกาสในระดับสากล มุ่งเน้นด้านการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับสากลเผชิญกับความท้าทายหลายประการ ได้แก่ ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยี ความแตกต่างของบริบททางวัฒนธรรมและเศรษฐกิจ และความต้องการการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของผู้สอนและผู้เรียน (Zion et al., 2007; Twizeyimana et al., 2024) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ยังเปิดโอกาสสำหรับการสร้างระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ เท่าเทียม และตอบสนองความต้องการของสังคมในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นได้จากการศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบระยะยาวของ Inquiry-Based Learning แม้ในช่วงเริ่มต้นนักเรียนอาจมีแรงจูงใจต่ำ แต่จะมีการปรับปรุงด้วยการเรียนรู้ Inquiry-Based Learning อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ การวิจัยยังแสดงให้เห็นว่า Inquiry-Based Learning ช่วยพัฒนาทักษะและความรู้ของนักเรียน ความสำคัญของ Inquiry-Based Learning ไม่เพียงแต่อยู่ที่การเรียนรู้เนื้อหา แต่ยังรวมถึงการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 มีแนวคิดในระดับของการสืบเสาะในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่ละระดับโดยเลือกนำเสนอตามลำดับได้แก่ 1) การสืบเสาะเพื่อยืนยัน (Confirmation Inquiry) 2) การสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (Structured Inquiry) 3) การสืบเสาะแบบมีการนำทาง (Guided Inquiry) และ 4) การสืบเสาะแบบเปิด (Open Inquiry) นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ในแต่ละระดับมีความซับซ้อนและความเป็นอิสระของผู้เรียนที่แตกต่างกัน โดยระดับที่ 3 และ 4 ถือเป็นการสืบเสาะที่แท้จริง สิ่งที่ได้จากการศึกษาและสังเคราะห์จากงานวิจัยระบบเกี่ยวกับการสืบเสาะแบบเปิดทำให้พบว่า ถึงแม้จะมีผลประโยชน์หลายประการ แต่ยังมีความท้าทายในการนำไปปฏิบัติ โดยเฉพาะความต้องการการจัดการชั้นเรียน การเรียนการสอนที่ยืดหยุ่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน และการสนับสนุนจากครู ดังนั้น การเลือกใช้ระดับของการสืบเสาะจึงต้องเหมาะสมกับบริบทและความพร้อมของผู้เรียนและผู้สอน ในยุคที่การศึกษาวิทยาศาสตร์โลกกำลังเปลี่ยนแปลง มีแนวโน้มสำคัญ 4 ประการที่กำหนดทิศทางการอนาคต ประการแรก การปฏิวัติเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะ AI และ VR ที่สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปรับตัวได้และช่วยให้นักเรียนสำรวจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างมีส่วนร่วม (Radianti et al., 2020; Makransky & Petersen, 2021) ประการที่สอง การปฏิรูประบบประเมินผลจากการทดสอบแบบเลือกตอบไปสู่การประเมินแบบองค์รวมที่เน้นกระบวนการคิดและการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทจริง (Adamson & Darling-Hammond, 2014) ประการที่สาม การพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง ผ่าน Professional Learning Communities ที่เน้นการสอนแบบสืบเสาะและ Pedagogical Content Knowledge (DuFour et al., 2016; Shulman, 1986) และประการสุดท้าย ความท้าทายเชิงโครงสร้าง เกี่ยวกับความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงทรัพยากร ความแตกต่างทางวัฒนธรรมและเศรษฐกิจ และความจำเป็นในการสร้างความเท่าเทียมทางการศึกษา (UNESCO, 2021; Zhao, 2020)

อย่างไรก็ตาม แนวโน้มเหล่านี้มิได้เป็นสูตรสำเร็จที่รับประกันผลลัพธ์โดยอัตโนมัติ การศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างประเทศแสดงให้เห็นว่า ความสำเร็จของการปฏิรูปขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับบริบททางวัฒนธรรม โครงสร้างเศรษฐกิจ และความพร้อมของระบบการศึกษา (Steiner-Khamisi, 2012) ประสพการณ์จากสิงคโปร์ที่สร้างความเป็นเลิศผ่านการลงทุนอย่างเป็นระบบ (Sclafani, 2008) ฟินแลนด์ที่ปรับตัวเมื่อเผชิญการลดลงของ

ผลสัมฤทธิ์ (Sahlberg, 2021) และประเทศกำลังพัฒนาที่ต่อสู้กับความไม่เสมอภาค (OECD, 2023) สะท้อนให้เห็นว่าไม่มีแนวทางเดียวที่เหมาะสมกับทุกบริบท สิ่งสำคัญคือการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณจากทั้งความสำเร็จและความล้มเหลว เพื่อสร้างแนวทางที่สอดคล้องกับศักยภาพเฉพาะของประเทศตนเอง (Hargreaves & Shirley, 2021)

การศึกษาวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในต่างประเทศ

ในยุคที่โลกกำลังเผชิญกับความท้าทายทางเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างกำลังคนที่มีพร้อมรับมือกับอนาคต บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสามกลุ่มประเทศที่มีผลงานและบริบทแตกต่างกัน ได้แก่ ฟินแลนด์ที่เป็นตัวอย่างของการศึกษาที่เน้นความยืดหยุ่นและการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ สิงคโปร์ที่โดดเด่นด้วยการพัฒนาระบบอย่างเป็นระบบและการใช้เทคโนโลยี และประเทศในภูมิภาคเอเชียที่กำลังเผชิญกับความท้าทายในการปฏิรูปการศึกษา ผ่านการศึกษาผลการประเมิน PISA จุดเด่นของแต่ละประเทศ แนวทางการสอน ปัจจัยแห่งความสำเร็จ และความท้าทายที่แต่ละประเทศเผชิญ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางในการพิจารณาปฏิรูปการศึกษาของไทยให้สอดคล้องกับบริบทและความต้องการของประเทศ การปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทยควรมุ่งเน้นการพัฒนาระบบที่เป็นองค์รวม การลงทุนในการพัฒนาครู การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม และการสร้างความเสมอภาคทางการศึกษา โดยคำนึงถึงความเป็นเอกลักษณ์และภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย เพื่อให้สามารถผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพและพร้อมสำหรับความท้าทายในศตวรรษที่ 21 จึงนำเสนอตารางแสดงการวิเคราะห์ความแตกต่างทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเทศ

ตาราง 1 แสดงเปรียบเทียบการศึกษาวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในต่างประเทศ

หัวข้อ	ฟินแลนด์	สิงคโปร์	ประเทศในภูมิภาคเอเชีย
ผลการประเมิน PISA 2022	- คะแนนวิทยาศาสตร์ 511 คะแนน - สูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD (485) - แต่ลดลงจากปี 2018 ในทุกวิชา - คณิตศาสตร์ลดลง 79 คะแนน (2003-2022)	- อันดับหนึ่งในทุกด้าน - วิทยาศาสตร์ 561 คะแนน - คณิตศาสตร์ 575 คะแนน - การอ่าน 543 คะแนน - ผลงานคงที่และยั่งยืน	- มาเลเซีย ลดลง 6.26%(431→404) - อินโดนีเซีย ลดลง 4.09% - ไทย ลดลง 4.36% - ความท้าทายในภูมิภาค ASEAN
จุดเด่นหลัก	- การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ - การบูรณาการความรู้ - ความยืดหยุ่นในการสอน - Inquiry-Based Learning	- ความเข้าใจเชิงลึกการท่องจำ - การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน - การพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง	- ความหลากหลายของแนวทาง - ยังต้องการการปฏิรูป - ปรับให้เหมาะกับบริบทของแต่ละประเทศ

หัวข้อ	ฟินแลนด์	สิงคโปร์	ประเทศในภูมิภาคเอเชีย
		- การสนับสนุนนักเรียนด้วยโอกาส	
แนวทางการสอน	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนทำการทดลองและสำรวจด้วยตนเอง - เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น - ครูมีอิสระในการออกแบบกิจกรรม 	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ - แยกแยะข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - ใช้เครื่องมือดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการปรับให้เหมาะกับบริบทท้องถิ่น - ยังขาดความสม่ำเสมอในผลลัพธ์
ปัจจัยสำคัญของความสำเร็จ	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบการศึกษาที่ยืดหยุ่น - การบูรณาการแนวคิดต่างๆ - การเรียนรู้ที่มีความหมาย 	<ul style="list-style-type: none"> - การพัฒนาระบบอย่างเป็นระบบ - การลงทุนในการพัฒนาครู - การสร้างความเสมอภาคทางการศึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> - ยังไม่ชัดเจน เนื่องจากผลลัพธ์ยังไม่สม่ำเสมอ
บทเรียนสำคัญ	<ul style="list-style-type: none"> - ความเป็นเลิศต้องดูแลรักษาอย่างต่อเนื่อง - การลดลงของคะแนนเป็นสัญญาณเตือน - ต้องมีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง 	<ul style="list-style-type: none"> - ความสำเร็จไม่ใช่เหตุบังเอิญ - ต้องมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ - การสนับสนุนทุกกลุ่มนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ความหลากหลายของบริบท - ต้องปรับแนวทางให้เหมาะสมกับแต่ละประเทศ - ยังต้องการการปฏิรูปที่เป็นระบบ
ความท้าทายหลัก	<ul style="list-style-type: none"> - การรักษาความเป็นเลิศในระยะยาว - การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง - คะแนนที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง 	<ul style="list-style-type: none"> - การรักษาตำแหน่งผู้นำ - การสร้างสมดุลระหว่างผลสัมฤทธิ์และการพัฒนาองค์รวม 	<ul style="list-style-type: none"> - ความไม่สม่ำเสมอของผลลัพธ์ - ต้องการการปฏิรูปที่เหมาะสมกับบริบท - คะแนนที่ลดลงในหลายประเทศ

จากตารางสรุปได้ว่า การวิเคราะห์บทเรียนจากประสบการณ์ของประเทศต่างๆ ไม่มีสูตรสำเร็จที่เหมาะสมกับทุกประเทศ แต่ประเทศไทยสามารถเรียนรู้จากทั้งความสำเร็จและความท้าทายของประเทศอื่นๆ เพื่อพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทของตนเอง ซึ่งจุดร่วมของประเทศที่ประสบความสำเร็จ คือ การพัฒนาครูอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ทั้งสิงคโปร์และฟินแลนด์ต่างให้ความสำคัญกับการพัฒนาครูเป็นอันดับแรก โดยสิงคโปร์มีระบบ "Teacher Growth Model" ที่พัฒนาครูตลอดอาชีพ ขณะที่ฟินแลนด์เน้นการคัดเลือกครูที่มีคุณภาพสูงและให้อิสระในการสอน (Sahlberg, 2021; Sclafani, 2008) ในส่วนของประเทศไทยเพิ่มงบประมาณการศึกษาเป็น 4.1% ของ GDP (กระทรวงศึกษาธิการ, 2566) พัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน, 2565) แต่ก็มีส่วนที่ขาดหายไปครูวิทยาศาสตร์ขาดแคลน 15.7% ในพื้นที่ห่างไกล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2566) คะแนน O-NET วิทยาศาสตร์เฉลี่ย 35.21% (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2566)

แนวทางการประยุกต์บทเรียนสากลสู่ประเทศไทย

การศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญหลายประการ ทั้งจากผลการประเมิน PISA ที่ยังอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง การขาดแคลนครูผู้สอนที่มีคุณภาพ และระบบการเรียนการสอนที่ยังคงเน้นการท่องจำมากกว่าการพัฒนาทักษะการคิด (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2566) การนำบทเรียนจากประสบการณ์ของประเทศไทยที่ประสบความสำเร็จในระดับสากล เช่น สิงคโปร์ ฟินแลนด์ และประเทศในแถบเอเชียตะวันออก มาประยุกต์ใช้ในบริบทไทยจึงเป็นแนวทางที่มีความสำคัญและเป็นไปได้ ความสำคัญของการวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศแสดงให้เห็นว่า ความสำเร็จไม่ได้เกิดจากการเลียนแบบแนวทางใดแนวทางหนึ่งโดยตรง แต่ต้องมีการปรับให้เหมาะสมกับบริบทและวัฒนธรรมของแต่ละประเทศ (OECD, 2023; Morris, 2024) ดังนั้น การประยุกต์บทเรียนสากลสู่ประเทศไทยจึงต้องคำนึงถึงความเป็นเอกลักษณ์ของสังคมไทย ทรัพยากรที่มีอยู่ และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย

อย่างไรก็ตาม การปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของไทยควรมุ่งเน้นการลดเนื้อหาที่ซ้ำซ้อนเกินความจำเป็น และเน้นแนวคิดหลักที่สำคัญ กรอบการศึกษาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่ครอบคลุม (Comprehensive Inquiry-Based Science Education: CIBSE) เน้นการให้เหตุผลของนักเรียน การอธิบาย และความสมดุลระหว่างการสำรวจสั้น ๆ และการสนับสนุนแบบมีโครงสร้าง (Morris, 2024) หลักสูตรใหม่ควรเพิ่มกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นๆ และปัญหาในชีวิตจริง การออกแบบหลักสูตรควรคำนึงถึงการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยผู้เขียนนำมายกตัวอย่างหลักสูตรที่เหมาะสมกับบริบทไทย มีรายละเอียดดังนี้

1. หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น (Local Environmental Science Curriculum)

หลักสูตรนี้ออกแบบให้นักเรียนศึกษาระบบนิเวศท้องถิ่น โดยใช้แนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะ นักเรียนจะเริ่มจากการสำรวจสิ่งแวดล้อมรอบโรงเรียน เช่น แหล่งน้ำใกล้บ้าน ป่าชุมชน หรือพื้นที่เกษตรกรรม จากนั้นตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบ เช่น "ทำไมน้ำในคลองถึงมีสีเขียว" หรือ "เหตุใดพืชบางชนิดจึงเจริญเติบโตได้ดีในดินบริเวณนี้" (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565)

กระบวนการเรียนรู้จะประกอบด้วย 1) การสำรวจและสังเกต นักเรียนใช้เครื่องมือง่ายๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ พีเอชมิเตอร์ และเทอร์โมมิเตอร์ ในการเก็บข้อมูล 2) การตั้งสมมติฐาน นักเรียนคาดการณ์สาเหตุของปัญหาโดยอิงจากการสังเกตและความรู้พื้นฐาน 3) การทดสอบและวิเคราะห์ ดำเนินการทดลองง่ายๆ เพื่อทดสอบสมมติฐาน เช่น การวัดคุณภาพน้ำ การศึกษาผลกระทบของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของพืช 4) การสรุปและการประยุกต์ นำผลการศึกษามาเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในชุมชน

หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น (Local Environmental Science Curriculum) ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการนำหลักการ Inquiry-Based Learning มาประยุกต์ใช้ในบริบทไทย (Duschl, 2008; Gillies, 2023) หลักสูตรนี้ออกแบบให้นักเรียนศึกษาระบบนิเวศท้องถิ่นผ่านกระบวนการสืบเสาะที่เป็นระบบ โดยเริ่มจากการสำรวจสิ่งแวดล้อมรอบโรงเรียน เช่น แหล่งน้ำใกล้บ้าน ป่าชุมชน หรือพื้นที่เกษตรกรรม จากนั้นจึงตั้งคำถาม

เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบ เช่น "ทำไมน้ำในคลองถึงมีสีเขียว" หรือ "เหตุใดพืชบางชนิดจึงเจริญเติบโตได้ดีในดินบริเวณนี้" (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565)

กระบวนการเรียนรู้ในหลักสูตรนี้สะท้อนหลักการ 4 ระดับของการสืบเสาะ ตั้งแต่การยืนยัน (Confirmation Inquiry) ไปจนถึงการสืบเสาะแบบเปิด (Open Inquiry) อย่างเป็นลำดับขั้น (Zion et al., 2007) ในช่วงแรกนักเรียนจะได้ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น กล้องจุลทรรศน์ ไฟเอมิเตอร์ และเทอร์โมมิเตอร์ ในการเก็บข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) จากนั้นจึงพัฒนาความสามารถในการตั้งสมมติฐาน โดยการคาดการณ์สาเหตุของปัญหาโดยอิงจากหลักฐานและความรู้พื้นฐาน ขั้นตอนต่อมาคือการทดสอบสมมติฐานผ่านการทดลอง เช่น การศึกษาผลกระทบของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของพืช (National Research Council, 2012) และสุดท้ายคือการนำผลการศึกษามาเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้และประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง (Morris, 2024)

2. หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารไทย (Thai Food Science and Technology

Curriculum) หลักสูตรนี้ใช้ความรู้เรื่องอาหารไทยเป็นบริบทการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนจะศึกษาหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังการปรุงอาหารไทย เช่น กระบวนการหมักในการทำน้ำปลา หลักการออกซิเดชันในการทำกะทิ หรือปฏิกิริยาเคมีในการทำขนมไทย (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2566) โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1) โครงการงานการศึกษาการหมัก นักเรียนทำการทดลองเปรียบเทียบการหมักในสภาวะต่างๆ และศึกษาบทบาทของจุลินทรีย์ 2) การวิเคราะห์สารอาหาร ใช้วิธีการทางเคมีเพื่อหาปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันในอาหารไทย 3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ออกแบบและปรับปรุงสูตรอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการหลักสูตร STEAM แบบบูรณาการเพื่อการแก้ปัญหาชุมชน (Integrated STEAM for Community Problem-Solving) 4) การระบุปัญหา สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาในชุมชนโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ 5) การออกแบบโซลูชัน ใช้หลักการทางวิศวกรรมในการออกแบบและสร้างต้นแบบ 6) การทดสอบและปรับปรุง ทดสอบประสิทธิภาพและความปลอดภัยของโซลูชัน 7) การนำเสนอและการขยายผล เสนอผลงานต่อชุมชนและหาแนวทางในการนำไปใช้จริง

กลยุทธ์การนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ

หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารไทยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ผ่าน Project-Based Learning และ STEAM Integration (Blumenfeld et al., 1991; Thomas, 2000) โดยใช้อาหารไทยเป็นบริบทในการสำรวจหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น จุลชีววิทยาของการหมักน้ำปลา ปฏิกิริยาออกซิเดชันในการทำกะทิ และปฏิกิริยาเคมีในการทำขนมไทย (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2566) นักเรียนเรียนรู้ผ่านโครงการที่หลากหลาย ตั้งแต่การทดลองเปรียบเทียบการหมัก การวิเคราะห์สารอาหารด้วยเทคนิคทางเคมี ไปจนถึงการพัฒนานวัตกรรมอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ หลักสูตรนี้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ตามกรอบทักษะศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2019) พร้อมสร้างความภาคภูมิใจในอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม

หลักสูตร STEAM แบบบูรณาการนำหลักการ Performance-based Assessment (Adamson & Darling-Hammond, 2014 ; Scalise & Gifford, 2006) มาพัฒนานักเรียนให้เป็นนักแก้ปัญหาที่สร้างผลกระทบเชิงบวกต่อชุมชน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2565) กระบวนการเริ่มจากการระบุและวิเคราะห์ปัญหาชุมชนด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ตามด้วยการออกแบบโซลูชันโดยใช้หลักวิศวกรรม การ

ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพ และการนำเสนอเพื่อขยายผลสู่ชุมชน กระบวนการนี้สอดคล้องกับแนวคิด Inquiry-Based Learning ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Duschl, 2008; Gillies, 2023) พร้อมสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของและความรับผิดชอบต่อชุมชน

การปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จได้เมื่อครูมีความพร้อมทั้งด้านความรู้และทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของสิงคโปร์และฟินแลนด์ที่เน้นการพัฒนาครูเป็นอันดับแรก (Sahlberg, 2021; Sclafani, 2008) การพัฒนาครูครอบคลุมสามด้าน คือ การสอนแบบสืบเสาะ (Zion et al., 2007) การใช้ปัญหาท้องถิ่นเป็นบริบทการเรียนรู้ และการประเมินผลแบบองค์รวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) รวมถึงการพัฒนา Pedagogical Content Knowledge (Shulman, 1986)

กลไกสำคัญคือการสร้าง Professional Learning Communities (DuFour et al., 2016) ที่ครูสามารถแบ่งปันประสบการณ์ ร่วมแก้ปัญหา และพัฒนาวิธีสอนใหม่ร่วมกัน ชุมชนการเรียนรู้สร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและส่งผลกระทบต่อคุณภาพการสอนและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565)

การนำหลักสูตรใหม่ไปสู่การปฏิบัติต้องมีการเตรียมความพร้อมในหลายมิติการพัฒนาความพร้อมของครู จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการให้ครูเข้าใจหลักการและวิธีการสอนแบบสืบเสาะ การใช้ปัญหาท้องถิ่นเป็นบริบทการเรียนรู้ และการประเมินผลแบบองค์รวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) ซึ่งการประยุกต์ใช้โมเดลการเปลี่ยนแปลงของ Kotter การนำ Kotter's 8-Step Change Model มาใช้ในบริบทการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยจะช่วยให้การเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างเป็นระบบและยั่งยืน (Kotter, 2012)

ขั้นที่ 1-2 สร้างความเร่งด่วนและพันธมิตรนำการเปลี่ยนแปลงสร้างความตระหนักเกี่ยวกับวิกฤตการศึกษาไทยจากผลการประเมิน PISA 2022 ที่ลดลง 4.36% และจัดตั้งคณะกรรมการขับเคลื่อนร่วมระหว่างกระทรวงศึกษาธิการ มหาวิทยาลัยชั้นนำ และผู้บริหารโรงเรียนต้นแบบ พร้อมการสื่อสารผ่านสื่อมวลชนและเวทีประชาคมการศึกษา ขั้นที่ 3-4 สร้างวิสัยทัศน์และสื่อสารวิสัยทัศน์กำหนดวิสัยทัศน์ "การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยที่ผลิตพลเมืองที่มีทักษะการคิดและสามารถแก้ปัญหาสังคมได้จริง" พร้อมสื่อสารผ่านการจัดสัมมนาระดับชาติ การฝึกอบรมครู และการสร้างเครือข่ายชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ (Professional Learning Communities) ขั้นที่ 5-8 สร้างพลังและความยั่งยืนจัดอุปสรรคด้านระเบียบราชการและงบประมาณ สร้างชัยชนะระยะสั้นผ่านโครงการนำร่อง และฝังวัฒนธรรมใหม่ในระบบการศึกษาผ่านการปรับปรุงหลักสูตรการผลิตครูและระบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

บทสรุป

การศึกษาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ได้เปลี่ยนแปลงจากการเน้นการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหาไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงสู่ศตวรรษที่ 21 การศึกษาวิทยาศาสตร์เปลี่ยนผ่านจากการท่องจำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการทักษะ 4Cs (การคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน) 2) บทเรียนระดับสากล ผล PISA 2022 แสดงให้เห็นความสำเร็จของสิงคโปร์ (561 คะแนน) ด้วยการพัฒนาระบบและครูอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ฟินแลนด์และไทย (ลดลง 4.36%) ขี้ความจำเป็นในการปฏิรูป 3) แนวทางสู่บริบทไทย ปฏิรูปผ่าน 3 หลักสูตรหลัก คือ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมท้องถิ่น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาหารไทย และ STEAM เพื่อแก้ปัญหาชุมชน โดยใช้ Inquiry-Based Learning เป็นหลัก 4) ปัจจัยสู่ความสำเร็จ การเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืนต้องบูรณาการ 4 มิติ คือ การปฏิรูปหลักสูตร การพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง การใช้เทคโนโลยี AI และ VR และการปรับระบบประเมินผลที่เน้นกระบวนการคิด 5) ความท้าทายและแนวทาง ไทยเผชิญปัญหาครูขาดแคลน 15.7% และคะแนน O-NET เฉลี่ย 35.21% การแก้ไขต้องใช้โมเดล Kotter 8 ขั้นตอน โดยสร้างความเร่งด่วน จัดตั้งคณะกรรมการขับเคลื่อน และฝังวัฒนธรรมใหม่อย่างเป็นระบบ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2566). รายงานการใช้จ่ายงบประมาณด้านการศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2566. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- มหาวิทยาลัยมหิดล. (2566). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรอาหารสำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบ STEAM เพื่อแก้ปัญหาชุมชน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2566). รายงานภาวะการศึกษาไทย ปี 2566. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Adamson, F., & Darling-Hammond, L. (2014). Policy Pathways for Twenty-First Century Skills. In *Assessment and Teaching of 21st Century Skills: Methods and Approach* (pp. 293-310). Springer.
- American Library Association. (2000). *Information literacy competency standards for higher education*. American Library Association.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17-66). Springer.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Craft, A. (2005). *Creativity in schools: Tensions and dilemmas*. Routledge.
- Deardorff, D. K. (2006). Identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of internationalization. *Journal of Studies in International Education*, 10(3), 241-266.
- DuFour, R., DuFour, R., Eaker, R., Many, T. W., & Mattos, M. (2016). *Learning by doing: A handbook for professional learning communities at work* (3rd ed.). Solution Tree Press.
- Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268-291.
- Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Measured Reasons LLC.



- Finnish National Agency for Education. (2023). *Science clubs impact assessment report: Enhancing scientific thinking through community-based learning*. Finnish National Agency for Education.
- Gillies, R. M. (2023). *Inquiry-based science education: Promoting students' scientific thinking and learning*. Springer.
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (Eds.). (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer.
- Hargreaves, A., & Shirley, D. (2021). *Well-being in schools: Three forces that will uplift your students in a volatile world*. ASCD.
- International Technology Education Association. (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. International Technology Education Association.
- Kotter, J. P. (2012). *Leading change*. Harvard Business Review Press.
- Kouzes, J. M., & Posner, B. Z. (2017). *The leadership challenge: How to make extraordinary things happen in organizations* (6th ed.). Jossey-Bass.
- Kuhn, D., & Dean, D. (2004). Metacognition: A bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory Into Practice*, 43(4), 268–273.
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical, research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review*, 33(1), 937–958.
- Martin, A. J., Nejad, H., Colmar, S., & Liem, G. A. D. (2012). Adaptability: Conceptual and empirical perspectives on responses to change, novelty and uncertainty. *Australian Journal of Guidance and Counselling*, 22(1), 58–81.
- Morris, B. J. (2024). Comprehensive inquiry-based science education: Balancing exploration and support. *Journal of Science Education and Technology*, 33(2), 245–260.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results: The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Framework for 21st century learning*. Battelle for Kids.
- Potter, W. J. (2004). *Media literacy* (3rd ed.). Sage Publications.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, Article 103778.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Sahlberg, P. (2021). *Finnish lessons 3.0: What can the world learn from educational change in Finland?* (3rd ed.). Teachers College Press.





- Scalise, K., & Gifford, B. (2006). Computer-based assessment in e-learning: A framework for constructing “intermediate constraint” questions and tasks for technology platforms. *Journal of Technology, Learning and Assessment*, 4(6).
<https://ejournals.bc.edu/index.php/jtla/article/view/1653/1495/0>
- Sclafani, S. (2008). *Rethinking human capital in education: Singapore as a model for teacher development*. Aspen Institute.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Steiner-Khamsi, G., & Waldo, F. (Eds.). (2012). *World Yearbook of Education 2012: Policy Borrowing and Lending in Education* (1st ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203137628>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Twizeyimana, E., Stiehm, S., & Liao, S. (2024). Global perspectives on science education reform: Challenges and opportunities. *International Journal of Science Education*, 46(8), 1234–1256.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Global education monitoring report 2021/2: Non-state actors in education: Who chooses? Who loses?* UNESCO. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14108086>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need—and what we can do about it*. Basic Books.
- Wuchty, S., Jones, B. F., & Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science*, 316(5827), 1036–1039.
- Zhao, Y. (2020). Two decades of havoc: A synthesis of criticism against PISA. *Journal of Educational Change*, 21(2), 245–266.
- Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 37(4), 423–447.

