



บทความวิชาการ

อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม: อีกปัจจัยหนึ่งที่จะส่งเสริมความสำเร็จของสะเต็มศึกษาในประเทศไทย

ลือชา ลดาชาติ¹ และลฎาภา ลดาชาติ^{2*}

¹วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

*Email: ladapa23@gmail.com

รับบทความ: 15 พฤศจิกายน 2564 แก้ไขบทความ: 7 ธันวาคม 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 14 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

ประเทศไทยได้กำหนดให้การพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเป็นส่วนหนึ่งในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี สะเต็มศึกษาจึงกลายเป็นนโยบายทางการศึกษาที่ขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยในระยะยาว โดยจุดประสงค์หลักของสะเต็มศึกษาไม่ได้มีเพียงแค่การส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสะเต็มของพลเมืองทุกคนเท่านั้น หากยังรวมถึงการเพิ่มจำนวนบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่กำหนดว่า เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วนักเรียนจะเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มคือการที่นักเรียนมีหรือไม่มีอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม—การมองตนเองว่าเป็นบุคคลด้านสะเต็ม อย่างไรก็ตาม แม้งานวิจัยด้านสะเต็มศึกษามีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย แต่อัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนกลับยังไม่ได้รับความสนใจ ซึ่งกลายเป็นข้อจำกัดสำคัญในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับอัตลักษณ์ด้านสะเต็มเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียน อันจะส่งผลให้นักเรียนตัดสินใจเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม

SCI ATOMIC
UBU

อ้างอิงบทความนี้

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2565). อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม: อีกปัจจัยหนึ่งที่จะส่งเสริมความสำเร็จของสะเต็มศึกษาในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 5(1), 148-157. <http://doi.org/10.14456/jsse.2022.13>

STEM identity: Another factor that will promote achievement of STEM education in Thailand

Luecha Ladachart¹ and Ladapa Ladachart^{2*}

¹School of Education, University of Phayao, Phayao

²Faculty of Education, Chiang Mai University, Chiang Mai

*Email: ladapa23@gmail.com

Received <15 November 2021>; Revised <7 December 2021>; Accepted <14 December 2021>

Abstract

Thailand has endorsed human development in science, technology and innovation as part of the 20-year national strategy. STEM education has become an educational policy that drives Thailand's economic and social development in a long term. The key goals of STEM education are not only to promote STEM literacy for all citizens, but also to increase the workforce in STEM professions. In this regard, one important factor determining that students, when completing basic education, will pursue higher education and careers in STEM is whether or not they have STEM identity—seeing oneself as a STEM person. Although research in STEM education has constantly increased in Thailand, students' STEM identity has gained little attention. This becomes a significant limitation in driving the 20-year national strategy because students achieving success in learning STEM may not ultimately choose STEM-related careers. Thus, this article aims to introduce basic notions about STEM identity that can be a guide for investigating and developing students' STEM identity, which will influence them to choose the pursuit of STEM in higher education and careers in future.

Keywords: STEM education, STEM identity



Cite this article:

Ladachart, L. and Ladachart, L. (2022). STEM identity: Another factor that will promote achievement of STEM education in Thailand (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 5(1), 148-157. <http://doi.org/10.14456/jsse.2022.13>

บทนำ

ประเทศไทยกำหนดให้ส่งเสริมศึกษา (STEM education) เป็นส่วนหนึ่งในยุทธศาสตร์ของการพัฒนาชาติในระยะยาว 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ซึ่งมุ่งเน้นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (Office of the National Economic and Social Development Board, 2018) โดยส่งเสริมศึกษาเป็นการจัดการศึกษา 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในลักษณะที่มีการบูรณาการเข้าด้วยกัน (Vasquez, 2015) ซึ่งมีเป้าหมายหลัก 2 ประการ (Promboon et al., 2018) เป้าหมายประการที่ 1 คือการส่งเสริมการรู้เรื่องส่งเสริม (STEM literacy) ให้กับพลเมืองทุกคน โดยการรู้เรื่องส่งเสริมหมายถึงการมี “ความรู้ คุณลักษณะ ความสามารถ และทักษะ...ที่สำคัญสำหรับการมีส่วนร่วมของนักเรียนที่ก่อให้เกิดผลในการศึกษา การประกอบอาชีพ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับส่งเสริม” (Falloon et al., 2020, p. 374) ทั้งนี้การรู้เรื่องส่งเสริมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของนักเรียนทุกคนทั้งในปัจจุบันและอนาคต (Zollman, 2012)

เป้าหมายประการที่ 2 คือการเพิ่มจำนวนบุคลากรในสาขาวิชาชีพด้านส่งเสริม (Workforce in STEM) เป้าหมายนี้เป็นผลที่สืบเนื่องมาจากเป้าหมายที่ 1 โดยหลังจากการสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้ว นอกจากการมีคุณลักษณะของการรู้เรื่องส่งเสริมในฐานะพลเมืองแล้ว นักเรียนยังถูกคาดหวังให้เลือกศึกษาต่อในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับส่งเสริมมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเป็นบุคลากรด้านส่งเสริมที่จะขับเคลื่อนการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของชาติด้วยการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่มีมูลค่าต่อไป ด้วยเป้าหมายนี้ ส่งเสริมศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงไม่ควรมุ่งเป้าไปที่การรู้เรื่องส่งเสริมของนักเรียนเพียงอย่างเดียว หากยังต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านส่งเสริมด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ศึกษาความสนใจของนักเรียนในการประกอบวิชาชีพด้านส่งเสริมในประเทศไทยยังได้รับความสนใจน้อย (Angnakoon et al., 2020) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาการเรียนรู้ส่งเสริมด้านต่าง ๆ ของนักเรียน อาทิ ความรู้ ทักษะ และทักษะการคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับส่งเสริม

หากส่งเสริมศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานยังคงมุ่งเน้นแค่การส่งเสริมการเรียนรู้ส่งเสริมด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ยุทธศาสตร์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมคงไม่อาจสำเร็จได้โดยง่าย เนื่องจากการตัดสินใจเลือกประกอบวิชาชีพด้านส่งเสริมไม่ได้เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ส่งเสริมเพียงอย่างเดียว (Kier et al., 2014; van Aalderen-Smeets et al., 2019) จากการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นผู้แทนประเทศไทยในการแข่งขันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โอลิมปิก Nuiman (2018) พบว่า นักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ส่งเสริมอาจไม่เลือกประกอบวิชาชีพด้านส่งเสริม ทั้งนี้เพราะปัจจัยหลายประการ อาทิ เป้าหมายส่วนบุคคล ความสนใจส่วนบุคคล การรับรู้ความสามารถของตนเอง และเจตคติต่อวิชาชีพด้านส่งเสริม (Angnakoon et al., 2020) โดยนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Archer et al., 2010) มักถูก “ดึงไปมา” ระหว่างความสนใจในวิชาชีพส่งเสริมและความสนใจในวิชาชีพที่ไม่เกี่ยวข้องกับส่งเสริม (Godwin and Potvin, 2017)

งานวิจัยในต่างประเทศเปิดเผยว่า “อัตลักษณ์ด้านส่งเสริม” (STEM identity) เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกประกอบวิชาชีพด้านส่งเสริมของนักเรียน (Rahm and Moore, 2016) โดยอัตลักษณ์ด้านส่งเสริมหมายถึงการที่นักเรียนมองว่า ตนเองเป็นบุคคลด้านส่งเสริม (Seeing oneself as a STEM person) ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ เมื่อนักเรียนมีความสนใจในวิชาส่งเสริม (Being interested in STEM) ได้แสดงความสามารถของตนเองด้านส่งเสริม (Performing competencies in STEM) และเป็นที่ยอมรับด้านส่งเสริมจากผู้อื่น (Being recognized in STEM) อาทิ ผู้ปกครอง ครู และเพื่อน (Dou and Cian, 2021; Dou et al., 2019) เนื่องจากงานวิจัยที่พัฒนาอัตลักษณ์ด้านส่งเสริมของนักเรียนในประเทศไทยยังไม่มีปรากฏ บทความนี้จึงมุ่งนำเสนอว่า อัตลักษณ์ด้านส่งเสริมคืออะไร และการส่งเสริมอัตลักษณ์ด้านส่งเสริมของนักเรียนจะเป็นไปได้อย่างไร ทั้งนี้เพื่อสร้างความตระหนักกับบุคลากรด้านการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นครู ผู้บริหาร ผู้กำหนดนโยบาย และนักวิชาการ ตลอดจนนักวิจัย อันจะนำไปสู่แนวทางในการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านส่งเสริมของนักเรียนอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

แนวคิดพื้นฐานของอัตลักษณ์

แนวคิดเกี่ยวกับอัตลักษณ์ด้านส่งเสริมมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural theory of learning) (Lave and Wenger, 1991) ซึ่งมองว่า การเรียนรู้ไม่ใช่เป็นเพียงแค่การเปลี่ยนพฤติกรรม ความรู้ หรือความคิด หากแต่เป็นการมีส่วนร่วมที่เพิ่มขึ้นในชุมชนแห่งการปฏิบัติงาน (Community of practice) โดยชุมชนแห่งการปฏิบัติงานหมายถึง “กลุ่มคนที่มีความกังวล ชุดปัญหา หรือความสนใจเกี่ยวกับบางอย่างร่วมกัน และเป็นผู้ซึ่งพัฒนาความรู้และความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับเรื่องนั้นให้ลึกซึ้งโดยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างต่อเนื่อง” (Wenger et al., 2002, p. 4) ชุมชนแห่งการปฏิบัติงานด้านส่งเสริมจึงเป็นกลุ่มคนที่ประกอบวิชาชีพส่งเสริม ซึ่งมีการปฏิบัติงานบางอย่างร่วมกัน อาทิ การกำหนดปัญหา การออกแบบ การสืบเสาะ การสร้างต้นแบบ การทดสอบต้นแบบ และการปรับปรุงต้นแบบ (NGSS Lead States,

2013) ตามมุมมองของทฤษฎีการเรียนรู้เช่นนี้ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้สะสมอย่างแท้จริงได้ ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความสามารถและปรารถนาที่จะเป็นส่วนหนึ่งในชุมชนของบุคคลผู้ซึ่งประกอบวิชาชีพสะสม

กลไกหลักที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในชุมชนแห่งการปฏิบัติงานใด ๆ ก็คือการมีส่วนร่วม (Engagement) การสร้างความหมายร่วมกัน (Meaning negotiation) และการพัฒนาอัตลักษณ์ (Identity development) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ซึ่งเป็น “มือใหม่” (Novices) ได้เรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมรูปแบบต่าง ๆ กับ “ผู้เชี่ยวชาญ” (Experts) ผ่านการสังเกตการปฏิบัติงาน การฝึกปฏิบัติงาน และการได้รับข้อมูลป้อนกลับจากผู้เชี่ยวชาญในชุมชนแห่งการปฏิบัติงานนั้น จนกระทั่งมือใหม่สามารถปฏิบัติงานนั้นได้ด้วยตนเองและกลายเป็นสมาชิกในชุมชนแห่งการปฏิบัติงานนั้นอย่างเต็มตัว (Lave and Wenger, 1991) นโยบายสะสมศึกษาในปัจจุบันจึงมุ่งสร้างชุมชนแห่งการปฏิบัติงานด้านสะสมให้เกิดขึ้นในโรงเรียน โดยการบูรณาการการปฏิบัติงานด้านสะสมในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียน (ในฐานะมือใหม่ด้านสะสม) มีความพร้อมในการเป็นสมาชิกในชุมชนแห่งการปฏิบัติงานด้านสะสมในอนาคต ดังเช่นที่ Godwin and Potvin (2017, p. 439) ได้ระบุไว้ว่า:

“ปัจเจกบุคคลต้องเรียนรู้ไม่ใช่แค่เนื้อหาสะสม แต่ยังคงต้อง...ระบุตัวตน (หรือสร้างอัตลักษณ์) อย่างลึกซึ้งกับสาขาวิชาเหล่านี้ เพื่อให้ตนเองสามารถมีส่วนร่วมที่เพิ่มขึ้นในชุมชนแห่งการปฏิบัติงานด้านสะสม”

การสร้างอัตลักษณ์ในชุมชนแห่งการปฏิบัติงานด้านสะสมจึงเป็นหัวใจของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมและวัฒนธรรม (Lave and Wenger, 1991) โดย Gee (2000) ให้นิยามความหมายของคำว่า “อัตลักษณ์” ไว้ว่าเป็น “การถูกยอมรับว่าเป็นบุคคลประเภทหนึ่งในบริบทหนึ่ง” (p. 99) โดยบุคคลใดบุคคลหนึ่งไม่ได้มีอัตลักษณ์ใดอัตลักษณ์หนึ่งเพียงอัตลักษณ์เดียว หากแต่มีอัตลักษณ์ได้หลากหลายในเวลาเดียวกัน ในกรณีนี้ Gee (2000) ได้จำแนกประเภทของอัตลักษณ์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ อัตลักษณ์ตามธรรมชาติ (Nature-based identity) อัตลักษณ์ตามสถาบัน (Institution-based identity) อัตลักษณ์ตามวาทกรรม (Discourse-based identity) และอัตลักษณ์ตามความเกี่ยวข้อง (Affinity-based identity) ทั้งนี้การแสดงออกของอัตลักษณ์ของบุคคลใด ๆ จะขึ้นอยู่กับบริบท สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่แวดล้อมบุคคลนั้น (Stryker and Burke, 2000) โดยในแต่ละบริบทเฉพาะใด ๆ อัตลักษณ์หนึ่งอาจมีบทบาท มีอิทธิพล และปรากฏชัดเจนมากกว่าอัตลักษณ์อื่น ๆ รายละเอียดของอัตลักษณ์แต่ละประเภทมีดังนี้

1) อัตลักษณ์ตามธรรมชาติเป็นอัตลักษณ์ที่ถูกสร้างขึ้นจากสิ่งที่บุคคลได้รับมาโดยกำเนิด อาทิ การเป็นผู้ชาย และการเป็นคนไทย แม้อัตลักษณ์ตามธรรมชาติมักเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม แต่การมีอัตลักษณ์เหล่านี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมเสียทั้งหมด หากแต่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่บุคคลถูกมองว่ามีลักษณะทางพันธุกรรมเช่นนั้น ตัวอย่างเช่น ชายคนหนึ่งเป็นผู้ชายไม่ใช่เพราะว่าเขาโครโมโซมเพศแบบ XY หากแต่เพราะว่าเขาถูกมองโดยผู้อื่นว่าเป็นผู้ชาย ในทางตรงกันข้าม ผู้ที่มีเพศสภาพชายโดยกำเนิดอาจไม่ได้ถูกมองว่าเป็นผู้ชายเสมอไป

2) อัตลักษณ์ตามสถาบันเป็นอัตลักษณ์ที่ถูกกำหนดขึ้นตามโครงสร้างของสถาบันทางสังคม อาทิ การเป็นครู การเป็นหัวหน้างาน และการเป็นพระสงฆ์ อัตลักษณ์ตามสถาบันไม่ใช่สิ่งที่บุคคลได้รับมาโดยกำเนิด หากแต่ถูกสร้างขึ้นผ่านกลไกบางอย่างในโครงสร้างทางสังคม ไม่ว่าจะโดยกฎหมาย ข้อบังคับ หรือประเพณี อาทิ การแต่งตั้ง การคัดเลือก และการบรรจุ เช่นเดียวกับอัตลักษณ์ตามธรรมชาติ การมีอัตลักษณ์ตามสถาบันไม่ได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งทางสังคม หากแต่ขึ้นอยู่กับที่บุคคลถูกมองโดยผู้อื่นว่ามีตำแหน่งทางสังคมนั้น

3) อัตลักษณ์ตามวาทกรรมเป็นอัตลักษณ์ที่ถูกสร้างขึ้นในระหว่างการสนทนาระหว่างบุคคล อาทิ การเป็นคนเก่ง การเป็นคนเจียบขริ่ม และการเป็นคนตลก อัตลักษณ์ตามวาทกรรมเกิดขึ้นจากการประเมินโดยคู่สนทนา (ซึ่งอาจมีได้มากกว่า 1 คนในเวลาเดียวกัน) ว่า บุคคลที่ตนเองที่กำลังสนทนาด้วยนั้นเป็นคนเช่นใด อัตลักษณ์ตามวาทกรรมจึงแปรเปลี่ยนได้ง่ายตามบริบท เหตุการณ์ และผู้ร่วมสนทนา ตัวอย่างเช่น บุคคลหนึ่งอาจเป็นคนเจียบขริ่มสำหรับหัวหน้าในที่ทำงาน แต่อาจเป็นคนสนุกสนานสำหรับกลุ่มเพื่อนในวัยเรียนได้เช่นกัน

4) อัตลักษณ์ตามความเกี่ยวข้องเป็นอัตลักษณ์ที่ถูกสร้างขึ้นจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่มคนหรือชุมชนแห่งการปฏิบัติงานใด ๆ อาทิ การเป็นกองเชียร์ของสโมสรฟุตบอลหนึ่ง การเป็นแฟนคลับของวงดนตรีหนึ่ง การเป็นสมาชิกของกลุ่มคนรักสัตว์ชนิดหนึ่ง การเป็นสมาชิกของกลุ่มที่มีงานอดิเรกหนึ่ง และการเป็นสมาชิกของผู้ใช้รถยนต์หนึ่ง เป็นต้น อัตลักษณ์ตามความเกี่ยวข้องเกิดขึ้นจากการมีประสบการณ์ ความสนใจ และการปฏิบัติงานบางอย่างร่วมกัน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับเพศ เชื้อชาติ หรือสถาบันทางสังคมก็ได้

อัตลักษณ์ด้านสะเต็ม

การจำแนกประเภทของอัตลักษณ์ของ Gee (2000) เป็นเพียงการจำแนกเบื้องต้นตามแหล่งหรือทรัพยากรของการสร้างอัตลักษณ์ ซึ่งไม่ได้หมายความว่าอัตลักษณ์ใด ๆ จะต้องเป็นอัตลักษณ์ประเภทใดประเภทหนึ่ง ดังเช่นในกรณีของการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียน นักเรียนอาจสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มจากการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานด้านสะเต็มในโรงเรียน ซึ่งเป็นอัตลักษณ์ตามความเกี่ยวข้อง โดยในระหว่างการปฏิบัติงานด้านสะเต็ม นักเรียนได้สนทนากับเพื่อน ๆ และอาจจะถูกมองว่าเป็นคนที่มีความสามารถด้านสะเต็ม ซึ่งเป็นอัตลักษณ์ตามวาทกรรม และหากนักเรียนได้รับการส่งเสริมอย่างเหมาะสมและเพียงพอ นักเรียนก็อาจเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มในอนาคต (Holmegaard et al., 2014) นักเรียนก็จะสร้างอัตลักษณ์ตามสถาบันที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพด้านสะเต็มต่อไป ด้วยเหตุนี้ การสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มจึงเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและอาศัยเวลา ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็มต่อไป

อย่างไรก็ตาม การสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มมีความซับซ้อน ส่วนหนึ่งเป็นเพราะการซ้อนทับกันของอัตลักษณ์หลายประเภทในเวลาเดียวกัน โดยการมีอัตลักษณ์หนึ่งอาจส่งเสริมหรือกีดขวางการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียนได้ ตัวอย่างเช่น การมีอัตลักษณ์ความเป็นผู้หญิงอาจกีดขวางการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม ทั้งนี้เพราะในบริบททางสังคมและวัฒนธรรมหลายแห่ง สะเต็มถูกมองว่าเป็นวิชาชีพที่เหมาะสมกับเพศชาย (Brotman and Moore, 2008; Ladachart et al., 2020; Tonso, 2006) ดังนั้น ผู้หญิงจึงไม่ได้ถูกมองโดยผู้ชาย หรือแม้กระทั่งโดยผู้หญิงด้วยกันเอง ว่าเป็นผู้มีความสามารถด้านสะเต็ม (Kim et al., 2018) ยิ่งไปกว่านั้น หากผู้หญิงมีเชื้อชาติที่ไม่ใช่ชาวยุโรป อาทิ ชาวแอฟริกา หรือชาวอเมริกาใต้ ซึ่งไม่ตรงกับภาพตัวแทน (Stereotype) ในสาขาวิชาชีพสะเต็ม การมีอัตลักษณ์ของเชื้อชาติเหล่านี้ก็อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่กีดขวางการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (Morton and Parsons, 2018; Rahm and Moore, 2016; Rodriguez et al., 2019) ทั้งนี้เพราะสะเต็มถูกมองว่าเป็นวิชาชีพที่เหมาะสมกับชาวยุโรปมากกว่าผู้ที่มีเชื้อชาติอื่น ๆ (Brown, 2004)

นอกจากอัตลักษณ์ตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับเพศและเชื้อชาติแล้ว Brickhouse et al. (2000) พบว่า การสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มในบริบทโรงเรียนยังเกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ของการเป็น “นักเรียนที่ดี” อีกด้วย ในบริบทโรงเรียนหลายแห่งรวมทั้งในประเทศไทย การเป็นนักเรียนที่ดีหมายถึงการเป็นผู้ที่เชื่อฟังและปฏิบัติตามคำสั่งสอนของครู ซึ่งในบางครั้ง นักเรียนอาจมีข้อสงสัยและตั้งคำถามเกี่ยวกับสะเต็ม อย่างไรก็ตาม นักเรียนอาจคิดว่า การตั้งคำถามเช่นนั้นอาจเป็นการท้าทายครู ซึ่งอาจทำให้ครูคิดว่า ตนเองไม่ใช่เด็กนักเรียนที่ดี ดังนั้น การตั้งคำถามเกี่ยวกับสะเต็มจึงขัดแย้งกับอัตลักษณ์ของการเป็นนักเรียนที่ดี นักเรียนจึงอาจไม่กล้าที่จะตั้งคำถามกับครู (ซึ่งแม้คำถามนั้นเป็นคำถามที่ดี) เพียงเพราะว่านักเรียนต้องการรักษาอัตลักษณ์ของการเป็นนักเรียนที่ดีไว้ จากตัวอย่างนี้ การสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มจึงไม่ใช่เรื่องส่วนบุคคลของใครคนใดคนหนึ่ง หากยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรมที่แวดล้อมกระบวนการสร้างอัตลักษณ์นั้นให้เกิดขึ้นด้วย (Guerra and Rezende, 2017)

การได้รับการยอมรับเป็นหัวใจหลักของการสร้างอัตลักษณ์ (Gee, 2000) ดังนั้น หากนักเรียนต้องการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มให้กับตัวเอง นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการยอมรับในแง่ของการมีคุณลักษณะด้านสะเต็ม (Carlone and Johnson, 2007) ทั้งนี้การยอมรับสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งการยอมรับตนเอง (Self-recognition) และการยอมรับทางสังคม (Social recognition) ซึ่งอาจเป็นพ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู และเพื่อน (Rodriguez et al., 2019) โดยการยอมรับทางสังคมจะยิ่งมีอิทธิพลต่อการสร้างอัตลักษณ์ของนักเรียน หากการยอมรับนั้นมาจากบุคคลสำคัญที่มีความหมายต่อตัวนักเรียน (Carlone and Johnson, 2007) อย่างไรก็ตาม บุคคลที่มีความหมายต่อนักเรียนในแต่ละช่วงวัยอาจแตกต่างกัน โดยพ่อแม่อาจเป็นบุคคลที่มีความหมายมากสำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษา (Dou et al., 2019) ในขณะที่เพื่อนอาจเป็นบุคคลที่มีความหมายสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา (Godwin and Potvin, 2017) ส่วนอาจารย์อาจเป็นบุคคลที่มีความหมายมากสำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา (Carlone and Johnson, 2007) เป็นต้น

ไม่ว่าการยอมรับทางสังคมจะเกิดขึ้นโดยใครก็ตาม นักเรียนจำเป็นต้องมีและแสดงออกถึงความสามารถด้านสะเต็มของตนเองเพื่อให้ผู้อื่นสังเกตเห็นและยอมรับ ดังนั้น การแสดงความสามารถด้านสะเต็มจึงเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (Hazari et al., 2010) แต่กระนั้นก็ตาม การแสดงออกถึงความสามารถด้านสะเต็มเป็นเพียงเงื่อนไขพื้นฐาน ทั้งนี้เพราะความสามารถด้านสะเต็มที่นักเรียนแสดงออกจะต้องถูกตัดสินว่าจะเป็นที่ยอมรับโดยผู้อื่นหรือไม่ (Carlone and Johnson, 2007) การสร้างอัตลักษณ์ของนักเรียนบางคน ซึ่งแม้จะมีความสามารถด้านสะเต็ม แต่ก็อาจถูกจำกัดด้วยค่านิยมทางสังคมและวัฒนธรรมบางประการ อาทิ ค่านิยมว่า “สะเต็มเหมาะสมกับผู้ชายและเด็กเก่ง” เป็นต้น นักเรียนที่มีลักษณะที่ไม่สอดคล้องกับค่านิยมเหล่านี้จึงมักถูกมองข้ามและต้องพยายามมากกว่าปกติเพื่อให้ตนเองเป็นที่ยอมรับและพัฒนาอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (Rodriguez et al., 2019) ซึ่งไม่ใช่ทุกคนจะประสบความสำเร็จ (Godwin and Potvin, 2017) บางคนอาจถอดใจและหันเหออกจากสะเต็มในท้ายที่สุด (Rahm and Moore, 2016)

ด้วยเหตุนี้ ความสนใจด้านสะเต็มจึงถูกมองว่าเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม (Godwin and Potvin, 2017; Hazari et al., 2010) โดย Hughes et al. (2013) ระบุว่า หากปราศจากความสนใจด้านสะเต็มแล้ว นักเรียนจะมีความเป็นไปได้น้อยที่จะรู้สึกว่าคุณเหมาะสมกับสะเต็มและเลือกประกอบวิชาชีพระยะเต็ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Jackson et al. (2019) ที่ระบุว่า การได้พูดคุยกับผู้อื่นเกี่ยวกับความสนใจของตนเองด้านสะเต็มส่งผลเชิงบวกให้นักเรียนสนใจการประกอบวิชาชีพระยะเต็ม ดังนั้น ความสนใจด้านสะเต็มจึงเป็นแรงจูงใจภายในที่ช่วยยึดโยงนักเรียนกับสะเต็มไว้ ถึงแม้ว่านักเรียนอาจจะประสบกับการไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้อื่นมากกว่าที่ควรก็ตาม (Morton and Parsons, 2018) นอกจากนี้ ผลการวิจัยของ Dou et al. (2019) และ Dou and Cian (2021) ยังยืนยันด้วยว่า การได้พูดคุยเรื่องที่ตนเองสนใจเกี่ยวกับสะเต็มในวัยอนุบาลและประถมศึกษาตอนต้นกับคนในครอบครัวและเพื่อนส่งผลเชิงบวกในระยะยาวต่อการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของผู้ที่เลือกศึกษาต่อด้านสะเต็มในระดับมหาวิทยาลัย

การส่งเสริมอัตลักษณ์ด้านสะเต็ม

ด้วยความสำคัญของอัตลักษณ์ด้านสะเต็มต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อและประกอบวิชาชีพด้านสะเต็ม งานวิจัยจำนวนหนึ่งจึงมุ่งศึกษาแนวทางในการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านสะเต็มของนักเรียน ในการนี้ จากการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา Holmegaard et al. (2014) พบว่า สาเหตุสำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการสร้างอัตลักษณ์ด้านสะเต็มและการไม่เลือกศึกษาต่อด้านสะเต็มคือการที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของสะเต็ม โดยนักเรียนมองว่า สะเต็มเป็นสาขาวิชาที่ตายตัวและน่าเบื่อ ซึ่งไม่ท้าทายความสามารถและการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบของ Nadelson et al. (2017) ที่สำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาที่กำลังศึกษาสะเต็มในระดับมหาวิทยาลัยว่า หากการจัดการเรียนการสอนสะเต็มมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของการปฏิบัติงานของบุคลากรที่ประกอบ วิชาชีพระยะเต็มมากขึ้น นักเรียนจะสามารถพัฒนาอัตลักษณ์ด้านสะเต็มได้ง่ายขึ้น ผลการวิจัยเหล่านี้จึงสนับสนุนนโยบายสะเต็มศึกษาที่พยายามบูรณาการการปฏิบัติงานด้านสะเต็มให้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

แนวทางหลักในการส่งเสริมสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทยคือการจัดการเรียนการสอนสะเต็มผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering design process) (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) ซึ่งเป็นแนวทางที่นานาประเทศเห็นพ้องต้องกัน (Kelly and Knowles, 2016) ทั้งนี้เพราะวิศวกรรมศาสตร์เป็นศาสตร์ที่สามารถเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี (Quinn et al., 2020) โดยการจัดการเรียนการสอนสะเต็มผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์อาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไป อาทิ “การเรียนรู้บนฐานการออกแบบ” (Design-based learning) (Korur et al., 2017) และ “การเรียนรู้โดยการออกแบบ” (Learning by design) (Kolodner et al., 2003) ซึ่งมีลักษณะสำคัญร่วมกันคือการมุ่งเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องสร้างหรือนำความรู้ ทักษะ เจตคติ และการปฏิบัติงานด้านสะเต็มมาประยุกต์ใช้ (Kelly and Knowles, 2016)

การเรียนรู้บนฐานการออกแบบมีความหลากหลาย (Lewis, 2006) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า นักเรียนจะมีโอกาสสร้างความรู้ด้านสะเต็ม “ก่อน” (Fortus et al., 2004) “ระหว่าง” (Kolodner et al., 2003) หรือ “หลัง” (Apedoe et al., 2008) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ตัวอย่างเช่น Fortus et al. (2004) กำหนดให้นักเรียนได้เรียนรู้สะเต็มผ่านกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุและนิยามบริบท (2) การวิจัยหาข้อมูลที่จำเป็น (3) การพัฒนาความคิด (4) การสร้างต้นแบบ และ (4) การเก็บรวบรวมข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งนักเรียนได้ศึกษาความรู้ด้านสะเต็มก่อน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างทดสอบ และปรับปรุงต้นแบบ ในขณะที่ Apedoe et al. (2008) กำหนดให้นักเรียนเรียนรู้สะเต็มผ่านกระบวนการ 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การออกแบบชิ้นงาน (2) การประเมินชิ้นงาน (3) การให้เหตุผล (4) การทดสอบความคิด (5) การวิเคราะห์ผล (6) การสร้างข้อสรุปทั่วไป และ (7) การเชื่อมโยงกับแนวคิดหลัก ซึ่งนักเรียนได้ออกแบบ สร้าง และทดสอบต้นแบบก่อน เพื่อนำผลการทดสอบนั้นมาประเด็นในการสืบเสาะเพื่อสร้างความรู้ด้านสะเต็มต่อไป

ในกรณีของประเทศไทย Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2014) กำหนดให้นักเรียนได้เรียนรู้สะเต็มผ่านกระบวนการ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุปัญหา (2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ (6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (ดังตัวอย่างที่ปรากฏในงานวิจัยของ Pornsuriwong and Sungthong, 2020) ขั้นตอนเหล่านี้คล้ายกับกระบวนการของ Fortus et al. (2004) ในแง่ที่ว่า นักเรียนได้ศึกษาความรู้ด้านสะเต็มก่อน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงต้นแบบ ถึงแม้ว่าแนวทางนี้เป็นแนวทางหลักแพร่หลายในการจัดการเรียนการสอนสะเต็ม แต่ Promboon et al. (2018) ย้ำเตือนว่า การจัดการเรียนการสอนสะเต็มไม่ควรเป็นเสมือน

การสั่งตัดเสื้อขนาดเดียวให้ทุกคน (One size fits all) ทั้งนี้เพราะประเทศไทยมีความหลากหลายในแง่ของบริบททางการศึกษา ซึ่งอาจต้องการแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมที่แตกต่างกันไป

ไม่ว่าแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมจะเป็นอย่างไร การบูรณาการเพิ่มเติมศึกษาในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเพียงอย่างเดียวยังไม่พอ ทั้งนี้เพราะการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียนขึ้นอยู่กับพลวัตที่เกิดขึ้นในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม ด้วยความที่เพศเกี่ยวข้องกับอัตลักษณ์ตามธรรมชาติ ซึ่งอาจส่งผลเชิงลบต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียนหญิง Hughes et al. (2013) จึงได้เปรียบเทียบการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียนหญิงที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมในกลุ่มที่คละเพศและในกลุ่มที่มีนักเรียนหญิงล้วน ผลการวิจัยเปิดเผยว่า เพศของสมาชิกในกลุ่มไม่มีนัยสำคัญต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติม หากแต่เป็นธรรมชาติของกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมที่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามงานวิจัยของ Wieselmann et al. (2020) ซึ่งศึกษาปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่กำลังทำกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมร่วมกัน ผลการวิจัยกลับเปิดเผยว่า นักเรียนชายมักครอบงำกิจกรรมภายในกลุ่ม และมักไม่ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนหญิง ซึ่งสามารถส่งผลเชิงลบต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียนหญิงได้

จากการสังเกตพลวัตที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมในกลุ่มที่มีเพียงแต่นักเรียนหญิง Pattison et al. (2018) พบว่า นักเรียนบางคนจะทำตนเป็นผู้นำของกลุ่มผ่านการแสดงความสามารถด้านเพิ่มเติมของตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนคนอื่นยอมรับ ซึ่งอาจส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียนที่เป็นผู้นำกลุ่ม อย่างไรก็ตามนักเรียนที่ไม่ได้เป็นผู้นำกลุ่มอาจมีโอกาสน้อยกว่าในการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของตนเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโอกาสที่นักเรียนที่เป็นผู้นำกลุ่มจะมอบให้ และบรรยากาศภายในกลุ่มที่นักเรียนที่เป็นผู้นำกลุ่มสร้างขึ้น ตัวอย่างเช่น หากผู้นำกลุ่มให้ความสำคัญกับการร่วมมือกันภายในกลุ่ม นักเรียนที่เป็นผู้ตามก็จะมีโอกาสมากขึ้นในการมีส่วนร่วม แสดงความสามารถ และเป็นที่ยอมรับภายในกลุ่ม ซึ่งจะส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติม แต่หากผู้นำกลุ่มให้ความสำคัญกับการแข่งขันภายในหรือระหว่างกลุ่ม ผลลัพธ์ก็อาจเกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้าม งานวิจัยนี้จึงให้ข้อเสนอแนะว่า พลวัตที่เกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมมีความสำคัญต่อการสร้างอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติม

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยข้างต้น กิจกรรมการเรียนรู้บนฐานการออกแบบ ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมของประเทศไทย มีศักยภาพในการพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียนได้ ทั้งนี้เพราะกิจกรรมการเรียนรู้บนฐานการออกแบบเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานด้านเพิ่มเติม โดยการมีส่วนร่วมนี้ไม่ได้มีความหมายแค่ว่าในแง่ทางร่างกายและทางสติปัญญาเท่านั้น หากแต่ยังรวมถึงการมีส่วนร่วมทางวาจาและทางอารมณ์ด้วย แต่กระนั้นก็ตาม พลวัตที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรม โดยเฉพาะการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น อาทิ เพื่อน และครู อาจส่งผลได้ทั้งเชิงบวกและเชิงลบต่อการสร้างอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า นักเรียนจะได้รับการยอมรับจากผู้อื่นหรือไม่ ด้วยความที่อัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมยังไม่เป็นที่สนใจจากนักวิจัยในประเทศไทย ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดสำคัญของนโยบายระดับชาติที่มุ่งเน้นการเพิ่มกำลังคนทีประกอบอาชีพด้านเพิ่มเติม บทความนี้จึงเสนอแนะให้มีการวิจัยที่ศึกษาและพัฒนาอัตลักษณ์ด้านเพิ่มเติมของนักเรียนเพิ่มขึ้น โดยพลวัตที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้เพิ่มเติมของนักเรียนควรได้รับการใส่ใจเป็นพิเศษ

เอกสารอ้างอิง

- Angnakoon, P., Tubpun, T. and Sophonhiranrak, S. (2020). Investigating STEM career interest and attitude among 9th grade students in Thailand (Bangkok metropolitan region) (in Thai). *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 14(2), 105-125.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R. and Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Archer, L., Dewitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. and Wong, B. (2010). “Doing” science versus “being” a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren’s constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617-639.
- Brickhouse, N. W., Lowery, P. and Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The Construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458.
- Brotman, J. S. and Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971-1002.

- Brown, B. A. (2004). Discursive identity: Assimilation into the culture of science and its implication for minority students. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(8), 810-834.
- Carlone, H. B. and Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218.
- Dou, R. and Cian, H. (2021). The relevance of childhood science talk as a proxy for college students' STEM identity as a Hispanic serving institution. *Research in Science Education*, 51(4), 1093-1105.
- Dou, R., Hazari, Z., Dabney, K., Sonnert, G. and Sadler, P. (2019). Early informal STEM experiences and STEM identity: The importance of talking science. *Science Education*, 103(3), 623-637.
- Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A. and Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 369-385.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W. and Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1018-1110.
- Gee, J. P. (2000). Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25, 99-125.
- Godwin, A. and Potwin, G. (2017). Pushing and pulling Sara: A case study of the contrasting influences of high school and university experiences on engineering agency, identity and participation. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(4), 439-462.
- Guerra, A. and Rezende, F. (2017). Sociocultural influences on science and on science identities. *Cultural Studies of Science Education*, 12(2), 505-511.
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M. and Shanahan, M-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003.
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. and Ulriksen, L. (2014). To choose or not to choose science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215.
- Hughes, R., M., Nzekwe, B. and Molyneaux, K. J. (2013). The single sex debate for girls in science: A comparison between two informal science program on middle school students' STEM identity formation. *Research in Science Education*, 43(5), 1979-2007.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). STEM education and engineering design process (in Thai). Retrieved 4 November 2021, from IPST: http://designtechnology.ipst.ac.th/?page_id=1082.
- Jackson, M. C., Leal, C. C., Zambrano, J. and Thoman, D. B. (2019). Talking about science interest: The importance of social recognition when students' talk about their interests in STEM. *Social Psychology of Education*, 22(1), 149-167.
- Kelly, T. R. and Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework of integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W. and Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.
- Kim, A. Y., Sinatra, G. M. and Seyranian, V. (2018). Developing a STEM identity among young women: A social identity perspective. *Review of Educational Research*, 88(4), 589-625.

- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, C. D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S. and Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design™ into practice. **The Journal of the Learning Sciences**, 12(4), 495-547.
- Korur, F., Efe, G., Erdogan, F. and Tunc, B. (2017). Effects of toy crane design-based learning on simple machines. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 15(2), 251-271.
- Ladachart, L., Phothong, W., Suaklay, N. and Ladachart, L. (2020). Thai Elementary Science Teachers' Images of "Engineer(s)" at Work. **Journal of Science Teacher Education**, 31(6), 631-653.
- Lave, J. and Wenger, E. (1991). **Situated learning: legitimate peripheral participation**. New York: Cambridge University Press.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum? **Journal of Research in Science Teaching**, 43(3), 255-281.
- Morton, T. R. and Parsons, E. C. (2018). #BlackGirlMagic: The identity conceptualization of Black women in undergraduate STEM education. **Science Education**, 102(6), 1363-1393.
- Nadelson, L. S., McGuire, S. P., Davis, K. A., Farid, A., Hardy, K. K., Hsu, Y-C., Kaiser, U., Nagarajan, R. and Wang, S. (2017). Am I a STEM professional? Documenting STEM student professional identity development. **Studies in Higher Education**, 42(4), 701-720.
- NGSS Lead States. (2013). **Next generation science standards: for states, by states**. Washington D.C.: National Academy of Sciences.
- Nuiman, R. (2018). A study of factors influencing decisions to pursue STEM majors in higher education among Thailand's representative students in the Mathematics and Science Olympiads 2003-2016 from Office of the Basic Education Commission (in Thai). **Journal of Chandrakasensarn**, 24(2), 48-63.
- Office of the National Economic and Social Development Board. (2018). National Strategy 2018-2037 (in Thai). Retrieved 4 November 2021, from NESDC: https://www.nesdc.go.th/download/document/SAC/NS_PlanOct2018.pdf.
- Pattison, S. A., Gontan, I. and Ramos-Montanez, S. (2018). Identity negotiation within peer groups during an informal engineering education program: The central role of leadership-oriented youth. **Science Education**, 102(5), 978-1006.
- Pornsuriwong, S. and Sungthong, A. (2020). The results of learning activities using STEM education of motion in physics for grade-11 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(1), 30-40.
- Promboon, S., Finley, F. N. and Kaweevijmanee, K. (2018). The evolution and current status of STEM education in Thailand: Policy directions and recommendations. In G. W. Fry (Ed.). **Education in Thailand: An old elephant in search of a new mahout** (pp. 423-459). Singapore: Springer.
- Quinn, C. M., Reid, J. W. and Gardner, G. E. (2020). S + T + M = E as a convergent model for the nature of STEM. **Science and Education**, 29(4), 881-898.
- Rahm, J. and Moore, J. C. (2016). A case study of long-term engagement and identity-in-practice: Insights into the STEM pathways of four underrepresented youths. **Journal of Research in Science Teaching**, 53(5), 768-801.
- Rodriguez, S., Cunningham, K. and Jordan, A. (2019). STEM identity development for Latinas: The role of self- and outside recognition. **Journal of Hispanic Higher Education**, 18(3), 254-272.
- Stryker, S. and Burke, P. (2000). The past, present and future of an identity theory. **Social Psychology Quarterly**, 63(4), 284-297.
- Tonso, K. L. (2006). Student engineers and engineer identity: Campus engineer identities as figured world. **Cultural Studies of Science Education**, 1(2), 273-307.

- van Aaldereen-Smeets, S. I., van der Molen, J. H. W. and Xenidou-Dervou, I. (2019). Implicit STEM ability beliefs predict secondary school students' STEM self-efficacy beliefs and their intention to opt for a STEM field career. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 465-485.
- Vasquez, J. A. (2015). STEM: Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10-15.
- Wenger, E., McDermott, R. and Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Wieselmann, J. R., Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A. and Roehrig, G. H. (2020). "I just do what the boys tell me": Exploring small group student interactions in an integrated STEM unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(1), 112-144.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.



SCI ATOMIC
UBU