



## การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในยุคเทคโนโลยีดิจิทัล Science Process Skills Teaching in Digital Technology Era

อัศวานนท์ภรณ์ ธเนศวีรภัทร<sup>1\*</sup> อมรรัตน์ บุบผโชติ<sup>2</sup> และ วรรณานาคศรีอาภรณ์<sup>3</sup>

Atsawanonthapakorn Thanetweeraphat<sup>1\*</sup> Amornrat Boobpachote<sup>2</sup> and Wanna Nacsri-aporn<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

ในยุคสมัยใหม่ที่ผู้เรียนเจนซีและเจนแอลฟาเกิดและเติบโตมาพร้อมกับเทคโนโลยีดิจิทัล การนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาปรับใช้กับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นแนวคิดสำคัญในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้เชิงบวกและพัฒนาทักษะย่อยทางสมองและทักษะย่อยทางการลงมือปฏิบัติ บทความนี้ได้มุ่งนำเสนอแนวทางการนำเทคโนโลยีดิจิทัลไปใช้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนรุ่นใหม่ได้อย่างเป็นรูปธรรม แบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ด้าน ครูวิทยาศาสตร์ควรเลือกเครื่องมือการสอนทักษะที่เน้น 1) ขยายขอบเขตการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัส 2) จัดกลุ่มข้อมูลตามเกณฑ์และให้ผลป้อนกลับทันที 3) เพิ่มความแม่นยำในการวัดข้อมูลเชิงปริมาณ 4) เพิ่มความเร็วในการคำนวณที่มีความซับซ้อน 5) แสดงมิติสัมพันธ์ได้ชัดเจน 6) สร้างแผนภาพ แผนภูมิ กราฟ จากข้อมูลดิบได้ 7) แสดงความคิดเห็นจากสิ่งที่สังเกตได้ทันที และ 8) แสดงแนวโน้มข้อมูล มีผลป้อนกลับจากการพยากรณ์ สำหรับทักษะขั้นผสมผสาน 6 ด้าน ครูวิทยาศาสตร์ควรเลือกเครื่องมือการสอนทักษะที่เน้น 1) สร้างชุดคำถามกระตุ้นความคิดเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และนิยามเชิงปฏิบัติการ แสดงผลป้อนกลับทันที 2) ปฏิบัติการทดลองเสมือนบนเว็บไซต์หรือสมาร์ตโฟนได้ และ 3) แสดงความคิดเห็นและอภิปรายผลการทดลองได้ การเลือกใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสมช่วยให้ครูออกแบบกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนจากการฝึกแบบดั้งเดิมเป็นการเรียนทักษะที่กลมกลืนไปกับความเป็นตัวตนของผู้เรียนรุ่นใหม่ได้ดียิ่งขึ้น

**คำสำคัญ :** ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, การสอนวิทยาศาสตร์, เทคโนโลยีดิจิทัล

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
อีเมล : [atsawanonthapakorn.t@chula.ac.th](mailto:atsawanonthapakorn.t@chula.ac.th)

Assistant Professor (Ph.D.) in Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University.  
Email: [atsawanonthapakorn.t@chula.ac.th](mailto:atsawanonthapakorn.t@chula.ac.th)

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม อีเมล : [amornrat.b@chula.ac.th](mailto:amornrat.b@chula.ac.th)  
Assistant Professor in Science and Technology Learning Group. Chulalongkorn University Demonstration Secondary School.  
Email: [amornrat.b@chula.ac.th](mailto:amornrat.b@chula.ac.th)

<sup>3</sup> อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม อีเมล : [wanna.r@chula.ac.th](mailto:wanna.r@chula.ac.th)  
Lecturer in Science and Technology Learning Group. Chulalongkorn University Demonstration Secondary School. Email: [wanna.r@chula.ac.th](mailto:wanna.r@chula.ac.th)

### Abstract

In the modern era, where Generation Z and Generation Alpha learners are born and raised with digital technology, integrating these technologies into the teaching of science process skills is essential for creating a positive learning environment and developing both intellectual and manual skills. This article aims to present concrete approaches to applying digital technology to develop students' scientific process skills. They are divided into eight basic skills. Science teachers should select skill teaching tools that focus on 1) expanding sensory perception, 2) grouping data according to criteria and providing immediate feedback, 3) increasing the accuracy of quantitative data measurement, 4) increasing the speed of complex calculations, 5) clearly showing spatial relationships, 6) creating diagrams, charts, and graphs from raw data, 7) providing immediate feedback on observations, and 8) showing data trends with feedback from predicting. For the six integrated skills, the science teachers should select skill teaching tools that emphasize on 1) creating thought-provoking questions about variables, hypotheses, and operational definitions, and presenting immediate feedback, 2) conducting virtual experiments on a website or smartphone; and 3) commenting on and discussing experimental results. The appropriate use of digital technology helps teachers design activities that develop science process skills, shifting from traditional skill-based learning to skill-integrated learning experience that better aligns with the individuality of new generation learners.

**Keywords:** Science process skills, Science teaching, digital technology

### บทนำ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เป็นทักษะสำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ เสริมทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การทำโครงการวิทยาศาสตร์ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดระดับสูงและอาจนำไปสู่การเลือกอาชีพหรือสายงานด้านวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจได้ในอนาคต (Gizaw & Sota, 2023; Prayitno et al., 2017) หลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับนักเรียนในหลากหลายมิติ ยังคงมีปรากฏในงานวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันหลายฉบับ เช่น งานวิจัยของ Kassaye et al. (2025) และ Apeadido et al. (2024) ได้เน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้กิจกรรมพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สอดแทรกเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เน้นการพัฒนาการคิดผ่านการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เช่น งานวิจัยของ Darmaji et al. (2022) ได้แสดงให้เห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลอย่างยิ่งกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในแง่การพิสูจน์ข้อมูล ต้องผ่านการตรวจสอบด้วยกระบวนการทดลองก่อนจะยอมรับและตัดสินใจเชื่อในข้อมูลเหล่านั้น หรือในงานวิจัยของ Ceylan (2024) ที่พัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านการฝึกฝน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสะท้อนคิด จากหลักฐานเหล่านี้เอง แสดงให้เห็นว่า การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังคงมีความสำคัญจำเป็นกับนักเรียน แม้ว่าโลกของการศึกษาจะมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่โลกแห่งเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ไปแล้วก็ตาม

สำหรับในโลกยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างมาก และฝังตัวอยู่ในทุกมิติ โดยเฉพาะกลุ่มเด็ก Generation Z ที่ปรับตัวได้ไวกับนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็ว และกลุ่ม Generation Alpha ที่เกิดมาพร้อมกับเทคโนโลยีดิจิทัล นักเรียนกลุ่มเหล่านี้ ไม่เพียงแต่มีความคล่องตัวกับการใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยีดิจิทัลและเข้าถึงสื่อออนไลน์ได้ง่าย แต่ยังมีความเป็นอิสระคิดสร้างสรรค์ คิดยืดหยุ่นและมีความเป็นตัวของตัวเองอย่างเด่นชัด (ดนุสดา, 2563) ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์โดยส่วนใหญ่เป็นคนรุ่นก่อนที่มีความคุ้นชินหรือมีการปรับตัวกับเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ช้ากว่าคนรุ่นใหม่อย่างเห็นได้ชัด ช่องว่างระหว่างช่วงวัย (generation gap) นี้เองมีผลกระทบโดยตรงต่อการประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้องกับบริบทการเติบโตของนักเรียน หากครูวิทยาศาสตร์ยังคงยึดติดกับการสอนในรูปแบบดั้งเดิม บทความนี้จะมุ่งเน้นนำเสนอและรวบรวมแนวทางเชิงรูปธรรมในการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมทั้ง 14 ทักษะ ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับครูวิทยาศาสตร์ในการออกแบบการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนยุคใหม่ เมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเครื่องมือที่ตนเองคุ้นเคย ซึ่งจะช่วยลดกำแพงระหว่างห้องเรียนกับชีวิตจริง ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับบริบททางสังคมดิจิทัลรอบตัว และช่วยให้เข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบผ่านการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานการใช้เทคโนโลยี

## แนวทางการบูรณาการการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลกับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การออกแบบการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เขียนได้นำเสนอครั้งนี้ใช้ประสบการณ์จากการสอนในโรงเรียนเป็นหลัก และเน้นการเปรียบเทียบให้เห็นแนวคิดการสอนทักษะแบบดั้งเดิมกับแนวคิดการบูรณาการการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เริ่มจากทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ด้าน และทักษะขั้นผสมผสานอีก 6 ด้าน ซึ่งเป็นไปตามกรอบแนวคิดในการแบ่งประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ Padilla (2018) เพื่อให้เหมาะกับการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนยุคใหม่ รายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกตเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่มีความสำคัญยิ่งและเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การเสริมสร้างทักษะการสังเกตอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์รอบตัวและช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับที่ซับซ้อนขึ้นได้เป็นอย่างดี การสอนทักษะการสังเกตแบบดั้งเดิม มักใช้ตัวอย่างของจริงแล้วให้นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 บรรยายจดบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างนั้น เช่น ครูมีตัวอย่างของผลไม้ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนใช้การสังเกตด้วยตา การดมกลิ่น การชิมรส การสัมผัสความแข็งนุ่มของผิว การเขย่าเพื่อฟังเสียง แล้วจดบันทึก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามในบางปรากฏการณ์ ตัวอย่างที่ให้นักเรียนสังเกตอาจมีขนาดเล็กเกินไป ใหญ่เกินไป หรือ สังเกตได้เพียงบางมุมมอง ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตไม่สมบูรณ์มากพอ การใช้เทคโนโลยี AR (Augmented Reality)

หรือการนำภาพจำลอง 3 มิติมาซ้อนทับบนโลกจริงผ่านกล้องสมาร์ทโฟนแบบเรียลไทม์ ช่วยให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์และบันทึกข้อมูลจากการสังเกตได้ละเอียดมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การสังเกตดวงดาวบนท้องฟ้าซึ่งทำได้ยาก ครูวิทยาศาสตร์สามารถฝึกนักเรียนใช้ AR ช่วยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูล (ภาพ 1)

ภาพ 1

ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยี AR สอนเรื่องระบบสุริยะจักรวาล เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการสังเกตให้กับนักเรียน



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

## 2. ทักษะการจำแนก

ทักษะการจำแนก เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สำคัญที่ช่วยในการจัดหมวดหมู่และเรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างมีหลักเกณฑ์ โดยใช้การวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่าง ทักษะนี้ช่วยจัดระบบความคิดได้เป็นอย่างดี การสอนทักษะนี้ ครูวิทยาศาสตร์มักให้ตัวอย่างจำนวนมากพอสมควร อาจเป็นตัวอย่างของจริง หรือ บัตรคำ ก็ได้ จากนั้นให้นักเรียนลองกำหนดเกณฑ์ หรือ ครูเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้นักเรียนลองจัดหมวดหมู่ของตัวอย่างตามเกณฑ์นั้น ๆ เช่น ครูให้ตัวอย่างบัตรคำเกี่ยวกับสารรอบตัว 20 ชนิด แล้วให้นักเรียนลองจัดกลุ่มโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ โดยนำบัตรคำวางเป็นกลุ่ม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล การเลือกสารชนิดนั้นเข้ากลุ่ม การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้อาจพบข้อจำกัดในเรื่องการให้ผลป้อนกลับกับนักเรียนที่ต้องใช้เวลาในการตรวจคำตอบ ก่อนนำไปสู่กิจกรรมการอภิปราย และจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรพอสมควรในการเตรียมสื่อ การลดข้อจำกัดเหล่านี้ลงอาจเลือกใช้เครื่องมือออนไลน์ในรูปแบบเกมที่สร้างได้ง่าย ลดการใช้ทรัพยากรและให้ผลป้อนกลับได้ทันที เช่น Wordwall (ภาพ 2) นอกจากนักเรียนได้ฝึกทักษะแล้ว ยังสร้างความสนใจในการเรียนผ่านเกมได้อีกด้วย

ภาพ 2

ตัวอย่างการใช้เครื่องมือออนไลน์ สอนเรื่องการจำแนกพืชและสัตว์ เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการจำแนกให้กับนักเรียน



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

### 3. ทักษะการวัด

ทักษะการวัดเป็นการใช้เครื่องมือเพื่อตรวจวัดปริมาณให้ได้ข้อมูลเชิงตัวเลขที่มีความละเอียดและถูกต้องแม่นยำ ทักษะนี้ยังรวมไปถึงการเปรียบเทียบและถ่ายโอนหน่วยปริมาณต่าง ๆ ใช้การประมาณค่าทางคณิตศาสตร์อีกด้วย โดยทั่วไปการพัฒนาทักษะนี้มักจะให้นักเรียนได้ฝึกใช้เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์ สังเกตความละเอียดเครื่องมือวัด และจดบันทึกข้อมูลตามหลักเลขนัยสำคัญ แต่การวัดปริมาณกายภาพบางประเภทให้มีความแม่นยำ อาจทำได้ยากด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เช่น การวัดความเร็วด้วยเครื่องเคาะสัญญาณเวลา มักจะพบความคลาดเคลื่อนจากตัวเครื่องมืออยู่บ่อยครั้ง การนำเอาเทคโนโลยีกล้องวิดีโอถ่ายภาพเคลื่อนไหวนับแบบช้า หรือ การใช้เซนเซอร์วัดความเร็ว ช่วยให้วัดได้แม่นยำขึ้น (ภาพ 3)

ภาพ 3

ตัวอย่างการใช้กล้องวิดีโอหรือเซนเซอร์ สอนเรื่องการวัดความเร็ว เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการวัดให้กับนักเรียน



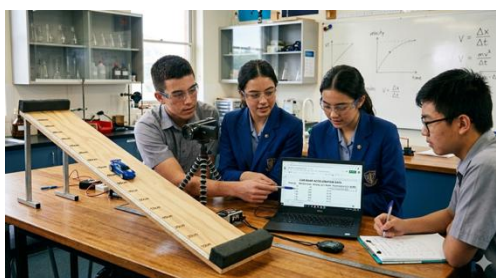
หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

### 4. ทักษะการใช้ตัวเลข

ทักษะการใช้ตัวเลขเป็นการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์และตรรกะเชิงตัวเลขมาประยุกต์ใช้ โดยครอบคลุมตั้งแต่การนับ การคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ไปจนถึงการหาความสัมพันธ์เชิงตัวเลข การสอนในชั้นเรียน ครูมักจะให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการวัดมาจัดกระทำกัน เช่น ใช้เซนเซอร์วัดความเร็วแต่ละตำแหน่งเพื่อนำไปสู่การคำนวณหาความเร่งของรถทดลองด้วยสูตร แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีข้อมูลจำนวนมากและจำเป็นต้องใช้เวลาคำนวณที่จำกัด ครูอาจลองฝึกให้นักเรียนคำนวณด้วยตัวเองในช่วงเริ่มต้นเมื่อนักเรียนมีความคล่องในการคำนวณแล้ว ครูจึงแนะนำการใช้โปรแกรมประยุกต์ช่วยคำนวณ เช่น Google Sheets และฝึกให้นักเรียนได้ลองเขียนสูตรด้วยตนเอง (ภาพ 4)

ภาพ 4

ตัวอย่างการใช้โปรแกรมคำนวณในสอนเรื่องการวัดความเร็ว เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการใช้ตัวเลขให้กับนักเรียน



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

## 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลาเป็นการทำความเข้าใจพลวัตของวัตถุใน 1 2 และ 3 มิติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพิกัดตำแหน่งและรูปทรงของวัตถุอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่หรือการหมุน ทักษะนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ ครูมักจะออกแบบการสอนให้นักเรียนสังเกตรูปร่างหรือรูปทรงของวัตถุจากตัวอย่างผ่านมุมมองต่าง ๆ เช่น นำวัตถุทรงกระบอก แล้วให้นักเรียนบอกรูปร่างของวัตถุจากมุมมองด้านบน ด้านหน้า ด้านข้าง หรือ ให้นักเรียนลองตัดกระดาษสี่เหลี่ยมผืนผ้าแผ่นใหญ่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากยาวด้านละ 5 เซนติเมตร แผ่นเล็กให้ได้จำนวนมากที่สุดและมีเศษกระดาษเหลือน้อยที่สุด การฝึกทักษะนี้ช่วยให้นักเรียนจินตนาการ ประเมินการใช้ทรัพยากร ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการออกแบบได้เป็นอย่างดี การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้กับการสอนนักเรียนอาจทำได้โดยการใช้โปรแกรมประยุกต์ฝึกทักษะการกระเด้ง การจัดการพื้นที่ว่างให้เหมาะกับขนาดของวัตถุ เช่น การใช้โปรแกรม Sketch Up ให้นักเรียนลองจัดวางเฟอร์นิเจอร์ให้พอดีกับพื้นที่ห้องที่กำหนด หรือจะใช้เทคโนโลยี AR ให้นักเรียนสังเกตรูปร่างทางเรขาคณิตในแต่ละมุมมองขณะหมุนแบบจำลองโมเลกุลของสาร เป็นต้น

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ครูมักจะออกแบบการสอนให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของขนาด พื้นที่ หรือปริมาตรวัตถุ เมื่อเวลาผ่านไป เช่น สังเกตการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของแท่งเทียนที่เวลาต่าง ๆ กัน แล้วจดบันทึก อย่างไรก็ตาม บางปรากฏการณ์อาจเกิดขึ้นใช้เวลานานมากไม่เหมาะกับการสังเกตการณ์จริงผ่านการทดลองในชั้นเรียน ครูสามารถปรับใช้โปรแกรมสถานการณ์จำลอง (simulation) ช่วยในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงวัตถุเทียบกับเวลา เช่น ครูดาราศาสตร์สามารถใช้โปรแกรม Stellarium (ภาพ 5) ในการศึกษาการเปลี่ยนตำแหน่งดวงดาวที่เวลาใด ๆ ได้ โดยสามารถปรับเร่งเวลาให้เร็วขึ้น เพื่อให้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงของวัตถุท้องฟ้าได้ในระยะเวลาอันสั้นและเหมาะสมกับเวลาสอนจริงในชั้นเรียน และยังมีฟังก์ชันคำอธิบายเป็นภาษาไทย ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

### ภาพ 5

ตัวอย่างการใช้โปรแกรมสถานการณ์จำลองสอนเรื่องพิกัดดวงดาวบนท้องฟ้า เพื่อช่วยพัฒนาทักษะสเปซกับเวลาให้กับนักเรียน



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

## 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นการจัดการสารสนเทศอย่างเป็นระบบและเรียบเรียงใหม่ ช่วยนักเรียนในการจัดระเบียบความคิด ทำความเข้าใจข้อมูลได้ง่ายและน่าสนใจขึ้น การสอนทักษะนี้ ครูให้ข้อมูลดิบกับนักเรียน แล้วให้นักเรียนลองจัดกระทำข้อมูลดิบเหล่านี้โดยใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล เช่น การใช้แผนภาพ แผนภูมิ ผังมโนทัศน์ กราฟ การใช้อินโฟกราฟิก ครูสามารถสอนให้นักเรียนใช้เครื่องมือออนไลน์ช่วยในการจัดกระทำข้อมูลได้ เช่น Google Sheets หรือ Canva ที่เน้นสร้างแผนภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือ Piktochart ที่เน้นการสร้างอินโฟกราฟิก เครื่องมือเหล่านี้ช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ผ่านการทำชิ้นงานให้กับนักเรียนได้ (ภาพ 6)

ภาพ 6

ตัวอย่างการใช้โปรแกรมผลิตสื่อนำเสนอ เรื่องอุณหภูมิของสาร เพื่อพัฒนาทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

## 7. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล

ทักษะการลงความเห็นข้อมูลเน้นการขยายความข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกต โดยการนำฐานความรู้เดิมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องมาสังเคราะห์กัน และนำไปสู่การตั้งสมมติฐานได้ การสอนทักษะนี้สามารถดำเนินการต่อจากการสอนทักษะการสังเกตได้ เช่น หลังจากนักเรียนใช้เทคโนโลยี AR ศึกษาลักษณะดวงดาวเรียบร้อยแล้ว ครูสามารถตั้งคำถามเพิ่มเติมได้ให้นักเรียนลงความเห็นข้อมูลได้ ตัวอย่างคำถามได้แก่ สีของดาวเคราะห์แต่ละดวงใกล้เคียงกับสีของวัตถุชนิดใด แล้วใช้ Padlet ช่วยนักเรียนแสดงความคิดเห็นได้พร้อมกันแบบเรียลไทม์และหลากหลายรูปแบบ เช่น ใช้ข้อความ (ภาพ 7) ช่วยให้ครูนำไปสู่การสรุปความเห็นภาพรวมของชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น

ภาพ 7

ตัวอย่างการใช้โปรแกรมช่วยอภิปราย เรื่องพื้นผิวดาวพุธ เพื่อพัฒนาทักษะความเห็นข้อมูลให้กับนักเรียน



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

## 8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ใช้ในการคาดการณ์ผลลัพธ์หรือปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยครอบคลุมทั้งการประมาณค่าภายในและภายนอกขอบเขตข้อมูล ซึ่งเชื่อมโยงกับการหารูปแบบที่เกิดซ้ำของปรากฏการณ์ร่วมกับทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง การฝึกการพยากรณ์ให้กับนักเรียนมักจะใช้การให้ชุดข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรแล้วถามคำถาม เช่น ครูให้ตารางข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ ณ อุณหภูมิ 5 10 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นตั้งคำถามเกี่ยวกับการละลายที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 5 - 25 หรือ 25 องศาเซลเซียส ขึ้นไป การตอบคำถามเหล่านี้นักเรียนต้องพิจารณารูปแบบของข้อมูล เพื่อพยากรณ์ปริมาณการละลายที่คาดว่าจะเป็นไปได้ สำหรับการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อให้การพยากรณ์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ครูสามารถแนะนำนักเรียนให้นำชุดข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาใช้สร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel หรือ อาจจะใช้ในลักษณะการคาดการณ์ผลลัพธ์ในอนาคตผ่านการใช้เว็บไซต์สถานการณ์จำลอง เช่น Windy.com ในการพยากรณ์สภาพอากาศ (ภาพ 8) โดยครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลสภาพอากาศในวันที่กำหนดทุก 1 ชั่วโมง แล้วลองพยากรณ์สภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นในวันถัดไป ซึ่งนอกจากฝึกทักษะการพยากรณ์แล้ว สถานการณ์ที่วิเคราะห์ยังเชื่อมโยงกับชีวิตจริงทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายกับนักเรียน

ภาพ 8

ตัวอย่างการใช้เว็บไซต์แสดงสถานการณ์จำลอง เรื่องการพยากรณ์อากาศ เพื่อพัฒนาทักษะการพยากรณ์ให้กับนักเรียน



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

## 9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรเป็นหัวใจสำคัญในการวางแผนการทดลอง นอกจากช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมว่า ต้องจัดกระทำตัวแปรอะไร เพื่อศึกษาตัวแปรอะไร และมีตัวแปรอะไรบ้างที่ต้องจัดกระทำให้เหมือนกันทุกการทดลอง เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่ตัวแปรที่กำลังศึกษา สำหรับการฝึกทักษะนี้มักจะเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาและให้นักเรียนวิเคราะห์ตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหานั้น หรือให้นักเรียนศึกษาวัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้รับผลป้อนกลับแบบทันทีอาจประยุกต์ใช้เครื่องมือออนไลน์ที่เน้นให้นักเรียนได้ระบุตัวแปรผ่านการตอบคำถามได้ เช่น Quizizz (ภาพ 9) แต่ต้องระวังว่า นักเรียนต้องอ่าน

และทำความเข้าใจสถานการณ์หรือวิธีการทดลองก่อน เวลาที่ให้นักเรียนตอบคำถามต้องเผื่อเวลาส่วนนี้ เครื่องมือที่เน้นการตอบในระยะเวลาสั้นมาก ๆ ไม่เหมาะกับการพัฒนาทักษะนี้

#### ภาพ 9

ตัวอย่างการใช้เครื่องมือออนไลน์ที่เน้นการถามตอบ เพื่อพัฒนาทักษะการกำหนดตัวแปร สมมติฐาน และนิยามเชิงปฏิบัติการ



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

ตัวอย่างการสร้างคำถามในเครื่องมือออนไลน์ที่สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะได้

- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตัวแปรต้นของการทดลองนี้ คือ อะไร
- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สีของผลไม้จัดเป็น ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือ ตัวแปรควบคุม
- การทดลองนี้ควรกำหนดให้มีจัดกระทำตัวแปรใดให้เหมือนกันทุกการทดลอง
- เพราะเหตุใด การทดลองนี้จึงจำเป็นต้องควบคุมความเข้มแสงให้คงเดิมทุกครั้ง

#### 10. ทักษะการกำหนดสมมติฐาน

ทักษะการกำหนดสมมติฐานช่วยให้นักเรียนคาดคะเนความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการทดลองโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อนำมาสู่การกำหนดวิธีการทดลองและพิสูจน์สมมติฐาน การสอนทักษะนี้มักจะมีผลต่อเนื่องจากทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้น ดังนั้นการนำเครื่องมือออนไลน์ประเภทที่เน้นการตอบคำถามจึงช่วยส่งเสริมทักษะนี้กับนักเรียนได้ แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องคำนึงถึงเวลาในการตอบคำถามที่ต้องเผื่อช่วงที่ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์

ตัวอย่างการสร้างคำถามในเครื่องมือออนไลน์ที่สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะได้

- สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร
- นักเรียนคิดว่า ผลการทดลองนี้น่าจะมีแนวโน้มเป็นอย่างไร
- นักเรียนคิดว่า หลังการทดลองสารละลายโซเดียมคลอไรด์น่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

#### 11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการทำให้นักเรียนกำหนดขอบเขตของวิธีการวัดตัวแปรตามที่เหมาะสม ที่ต้องสังเกตและวัดซ้ำได้ผ่านเครื่องมือวัด การสอนทักษะนี้ให้ได้ผลยังคงเน้นการใช้คำถามเหมือนกับทักษะการกำหนดตัวแปรและสมมติฐาน

ตัวอย่างลักษณะคำถามที่สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะ

- การทดลองนี้ใช้วิธีการใดในการวัดความสูงของต้นไม้

- การทดลองนี้วัดความสูงของต้นไม้ด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุด
- นิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองนี้ คือ อะไร

## 12. ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลองเป็นกระบวนการตรวจสอบสมมติฐาน ครอบคลุมไปถึงการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และ การบันทึกผลการทดลอง เป็นการผสมผสานการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมาใช้ในทางปฏิบัติและหาหลักฐานเชิงประจักษ์ ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและคิดอย่างเป็นระบบให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างไร แม้ว่าการทดลองในหนังสือแบบเรียนถูกออกแบบเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะนี้ แต่ก็มีบางการทดลองที่ไม่เหมาะในการลงมือปฏิบัติจริงด้วยจำกัดเรื่องความปลอดภัยในการทดลอง เช่น การทดลองวัดอัตราการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี การทดลองทางไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง ๆ เช่น หลอดรังสีแคโทด หรือมีประเด็นเรื่องผลกระทบของการทดลองที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาปฏิกิริยาเคมีที่อาจก่อให้เกิดสารผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การนำเอาเทคโนโลยีดิจิทัลประเภทการทดลองเสมือนมาใช้ในการเรียนการสอนจึงช่วยทดแทนการทดลองที่มีข้อจำกัดลักษณะดังกล่าวได้ ตัวอย่างเช่น <https://phet.colorado.edu/> (ภาพ 10) เป็นต้น

ภาพ 10

ตัวอย่างการใช้การทดลองเสมือน เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองให้กับนักเรียน



หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

การสอนด้วยการใช้การทดลองเสมือนมีข้อควรระวังหลายประการ เช่น ครูจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมในเรื่องการเลือกใช้การทดลองเสมือนที่ตรงตามกรอบเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ การทดลองใช้ก่อนสอนจริงเพื่อศึกษาข้อจำกัดของเครื่องมือและวางแผนการลดข้อจำกัดเหล่านั้นเท่าที่จะทำได้ การออกแบบใบกิจกรรมที่ระบุส่วนประกอบสำคัญของฟังก์ชันต่าง ๆ ของการทดลองเสมือน รวมถึงขั้นตอนการทดลองให้นักเรียนเข้าใจอย่างเป็นลำดับขั้น ถ้าขั้นตอนมีความซับซ้อนมาก จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องทำการสาธิตการใช้งานก่อน นอกจากนี้ครูยังต้องวางแผนการกำหนดแนวทางการบันทึกผลการทดลองและวิธีการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนอย่างรอบคอบเพื่อให้การสอนราบรื่นและนักเรียนได้เรียนรู้การฝึกทักษะอย่างเต็มที่

## 13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเป็นกระบวนการพรรณนาและวิเคราะห์รูปแบบ (Pattern) ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามอย่างเป็นระบบ นำไปสู่การยืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐาน บ่งชี้ให้เห็น

ถึงการใช้ตรรกะทางความคิดของนักเรียนและการจัดระเบียบข้อมูลอย่างเป็นระบบ การสอนทักษะนี้ต้องอาศัยผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายให้นักเรียนในชั้นเรียนมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรผ่านผลการทดลองและชุดคำถามที่เน้นการทำความเข้าใจข้อมูลจากการทดลอง เครื่องมือออนไลน์สามารถช่วยให้นักเรียนทุกกลุ่มเห็นผลการทดลองได้พร้อม ๆ กัน และครูนำอภิปรายได้ง่ายขึ้นและนำไปสู่การลงข้อสรุปของทั้งชั้นเรียน ตัวอย่างเครื่องมือออนไลน์ เช่น การใช้ Padlet หรือ Miro แต่อย่างไรก็ตาม ครูต้องระมัดระวังเกี่ยวกับข้อจำกัดของเครื่องมือเหล่านี้ เช่น ขนาดไฟล์ภาพที่ส่ง และประเภทของไฟล์ภาพ จะต้องชี้แจงนักเรียนให้เข้าใจข้อจำกัดของเครื่องมือก่อนเริ่มใช้งาน (ภาพ 11)

ภาพ 11

ตัวอย่างการใช้เครื่องมือออนไลน์ช่วยแลกเปลี่ยนภาพผลการทดลอง เพื่อพัฒนาทักษะตีความหมายและลงข้อสรุป



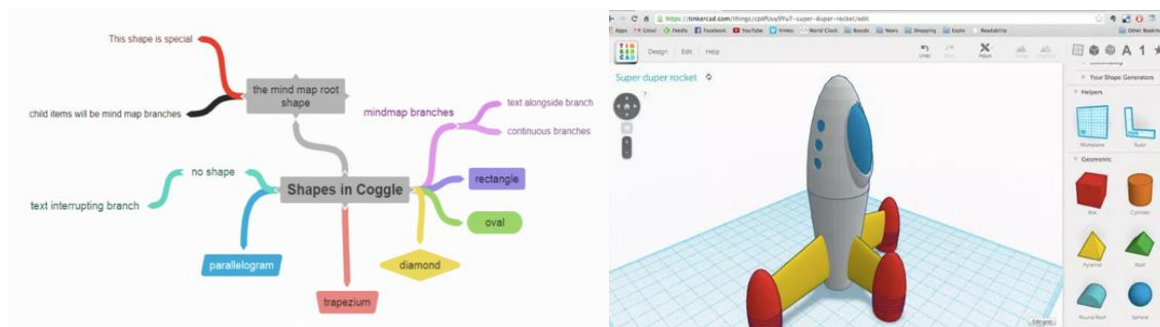
หมายเหตุ. Image generated by Google Gemini, (April 23, 2026)

#### 14. ทักษะการสร้างแบบจำลอง

ทักษะการสร้างแบบจำลองเป็นนำเสนอความคิดของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่น แบบจำลองภาพวาด แบบจำลองสามมิติ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจง่ายขึ้น การสอนของครูวิทยาศาสตร์เน้นให้นักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาเป็นฐานข้อมูลสำคัญในการสร้างเป็นแบบจำลองปรากฏการณ์ เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล การนำเอาเทคโนโลยีดิจิทัลมาช่วยส่งเสริมศักยภาพการสร้างแบบจำลองของนักเรียนได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้เครื่องมือ Coggle ช่วยสร้างแบบจำลองในรูปแบบผังมโนทัศน์ ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรในการทดลอง ฝึกนักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล หรือจะใช้ Tinkercad ช่วยสร้างในลักษณะแบบจำลองสามมิติ โดยมีฟังก์ชันให้เลือกใช้รูปทรงได้หลากหลาย (ภาพ 12)

## ภาพ 12

ตัวอย่างการใช้เครื่องมือออนไลน์ช่วยสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลอง



### ข้อวิพากษ์ที่สำคัญเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาอย่างถ่องแท้แล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญที่เน้นการพัฒนาทั้งทักษะทางสมอง (Intellectual skills) และทักษะการลงมือปฏิบัติ (Manual skills) การพัฒนาทักษะทั้งสองกลุ่มนี้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านเครื่องมือดิจิทัล ครูวิทยาศาสตร์จะต้องคัดเลือกอย่างเหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลสรุปในงานวิจัยหลายฉบับ เช่น Darmaji et al. (2026) Anjugam and Chellamani (2024) และ Fikriyah and Ahied (2022) ต่างระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเทคโนโลยีดิจิทัลเหล่านี้สามารถช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะ (feature) ของทักษะยังไม่ได้ถูกกล่าวถึงมากนัก ผู้เขียนจึงขอให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การคัดเลือกเครื่องมือดิจิทัลที่สอดคล้องกับลักษณะของทักษะ ดังนี้ (ตาราง 1)

ตาราง 1

เกณฑ์การคัดเลือกเครื่องมือดิจิทัลที่สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และตัวอย่างเครื่องมือ

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์                      | เกณฑ์การคัดเลือกเครื่องมือดิจิทัล                                     | ตัวอย่างเครื่องมือ                           |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1. การสังเกต                                      | เครื่องมือสามารถขยายขอบเขตการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้าของผู้เรียน | Augmented Reality<br>Virtual Reality         |
| 2. การการจำแนก                                    | เครื่องมือสามารถจำแนกข้อมูลตามเกณฑ์และให้ผลป้อนกลับทันที              | Wordwall                                     |
| 3. การวัด                                         | เครื่องมือมีความแม่นยำในการวัดข้อมูลเชิงปริมาณมากขึ้น                 | Sensor tools                                 |
| 4. การใช้ตัวเลข                                   | เครื่องมือช่วยในการคำนวณที่มีความซับซ้อนได้เร็วขึ้น                   | Google Sheets                                |
| 5. การหาความสัมพันธ์ของสเปกกับสเปซ และสเปกกับเวลา | เครื่องมือช่วยแสดงมิติสัมพันธ์ระหว่างขนาด รูปร่าง รูปทรง ตำแหน่ง เวลา | Sketch Up<br>Augmented Reality<br>Simulation |
| 6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล               | เครื่องมือช่วยนำข้อมูลดิบมาสร้างแผนภาพ แผนภูมิ กราฟ                   | Microsoft Excel<br>Piktochart                |

## ตาราง 1 (ต่อ)

เกณฑ์การคัดเลือกเครื่องมือดิจิทัลที่สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และตัวอย่างเครื่องมือ

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์        | เกณฑ์การคัดเลือกเครื่องมือดิจิทัล                                                                        | ตัวอย่างเครื่องมือ |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 7. การลงความเห็นข้อมูล              | เครื่องมือช่วยแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมแบบ Real time                                                      | Padlet             |
| 8. การพยากรณ์                       | เครื่องมือช่วยแสดงแนวโน้มข้อมูล มีผลป้อนกลับจากการพยากรณ์                                                | Microsoft Excel    |
| 9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร          | เครื่องมือสร้างชุดคำถามกระตุ้นความคิดเกี่ยวกับตัวแปร สมมติฐาน และนิยามเชิงปฏิบัติการ แสดงผลป้อนกลับทันที | Quizizz            |
| 10. การกำหนดสมมติฐาน                |                                                                                                          | Kahoot             |
| 11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ     |                                                                                                          | Booklet            |
|                                     |                                                                                                          | Zep Quiz           |
|                                     |                                                                                                          | Google Forms       |
| 12. การทดลอง                        | เครื่องมือทดลองเสมือนบนเว็บไซต์หรือสมาร์ทโฟน                                                             | Virtual laboratory |
| 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป | เครื่องมือช่วยแสดงความคิดเห็นและอภิปรายผลการทดลอง                                                        | Padlet             |
|                                     |                                                                                                          | Miro               |
| 14. การสร้างแบบจำลอง                | เครื่องมือช่วยสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากผลการทดลอง                                                     | Coggle Tinkercad   |

นอกจากการคัดเลือกเครื่องมือดิจิทัลโดยใช้ลักษณะเฉพาะของทักษะนั้น ๆ เป็นเกณฑ์แล้ว ครูผู้สอนควรพิจารณาข้อจำกัดหรือข้อควรระวังอื่นประกอบด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะได้อย่างเต็มศักยภาพ ข้อควรระวังในการคัดเลือกสื่อพบการกล่าวอ้างในงานวิจัยก่อนหน้านี้สานกับประสบการณ์สอนของผู้เขียน ขอสรุปสาระสำคัญดังนี้

1. เทคโนโลยีดิจิทัลที่ให้ข้อมูลมากเกินไปจนเกิดความจำเริญ อาจทำให้ผู้เรียนประมวลผลไม่ได้หรือมองไม่เห็นความเชื่อมโยงของข้อมูลย่อยได้ รวมไปถึงขัดขวางทักษะการสังเกตและลงความเห็นข้อมูล (Zaheer, 2024) ส่งผลให้เกิดภาวะล้าทางปัญญา ตัดสินใจได้ช้าลง อันเนื่องมาจากข้อมูลที่มากเกินไปได้ขยายประเด็นที่จะให้นักเรียนคิดเองไปแล้ว (Sweller, 1988) ตัวอย่างเช่น AR ที่มีรายละเอียดข้อความอธิบายมากเกินไปหรือมีชุดคำสั่งที่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนไม่สามารถฝึกทักษะเป้าหมายตามที่ครูต้องการพัฒนาในคาบเรียนนั้นได้ จากข้อควรระวังนี้เอง ครูวิทยาศาสตร์จึงควรตรวจสอบลักษณะการให้ข้อมูลของสื่อดิจิทัลก่อนสอนจริง สื่อที่ดีควรแสดงข้อมูลในปริมาณที่เหมาะสม ตรงกับกรอบเนื้อหาหลักและเวลาที่ใช้สอนนักเรียน

2. เทคโนโลยีดิจิทัลบางประเภทแม้จะช่วยให้การทำงานรวดเร็วขึ้น และลดภาระทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่ควรมีการตรวจสอบความเข้าใจและความชำนาญของนักเรียนก่อน เพื่อไม่ให้ทักษะถูกลดทอนลงไป ตัวอย่างเช่น การใช้เครื่องมือช่วยคำนวณ ครูควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสูตรที่เกี่ยวข้อง เหตุผลของการเลือกใช้สูตร เมื่อนักเรียนเข้าใจหรือมีทักษะที่ชำนาญพอแล้ว จึงค่อยสอนและฝึกให้นักเรียนใช้สูตรคำนวณจากฟังก์ชันในโปรแกรม หรือเขียนสูตรด้วยตัวเองลงในโปรแกรม รวมไปถึงการสร้างเส้นแนวโน้ม พร้อมตั้งคำถามถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับเส้นแนวโน้มที่โปรแกรมสร้างขึ้น

กระบวนการเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนได้ทดสอบสมมติฐานด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง และอาจเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย (Fauzi, 2016)

3. เทคโนโลยีดิจิทัลที่ใช้ฝึกฝนการปฏิบัติการทดลอง ไม่ว่าจะเป็นการทดลองเสมือน หรือการใช้สถานการณ์จำลอง ถ้าเป็นไปได้ควรเลือกเครื่องมือที่เปิดโอกาสให้มีผลลัพธ์ที่คลาดเคลื่อนบ้าง เพื่อให้การข้อมูลที่ได้มีธรรมชาติที่ใกล้เคียงกับการเก็บข้อมูลผ่านการทดลองจริง ที่มีทั้งข้อมูลที่แม่นยำและคลาดเคลื่อนปนกันไป เพื่อช่วยให้นักเรียนไม่เกิดความเข้าใจผิดได้ว่าการทดลองทุกครั้งจะต้องผลลัพธ์แม่นยำ 100% และตรงไปตรงมา ทั้งที่ความเป็นจริง ความคลาดเคลื่อนจากการวัดเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งจากตัวผู้วัดเอง จากเครื่องมือ หรือจากสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในบริบทของการทดลองนั้น ประเด็นนี้ขอฝากไปถึงนักพัฒนาโปรแกรมการทดลองเสมือนให้คำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ความเป็นวิทยาศาสตร์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

ประเด็นสุดท้ายที่อยากนำเสนอผู้อ่าน คือ ข้อดีที่สำคัญยิ่งของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลกับนักเรียน Generation Z และ Alpha คือ การใช้เครื่องมือที่นักเรียนมีความคุ้นเคย ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ลดแรงเสียดทานของการเรียนรู้ และทำให้วิทยาศาสตร์ถูกหลอมรวมเป็นส่วนหนึ่งของบริบทสังคมที่รายล้อมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ครุจึงมีบทบาทพิเศษเพิ่มเติม คือ การเลือกและคัดสรรเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับนักเรียน มาบูรณาการเข้ากับสอนและเหมาะสมกับเนื้อหา เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีพัฒนาการช้าในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือใช้ส่งเสริมนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงเป็นพิเศษและอยากจะเรียนรู้เพิ่มเติม เสริมศักยภาพตนเอง แต่อย่างไรก็ตามการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ควรตรวจสอบทรัพยากรการจัดการเรียนรู้ เช่น จำนวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคล การเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพ รวมไปถึงประเมินทักษะด้านดิจิทัลของตัวครูเอง หาขาดความชำนาญอาจทำให้การใช้เทคโนโลยีไม่สามารถเต็มเต็มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้อย่างแท้จริง การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การพัฒนาศักยภาพครูวิทยาศาสตร์ด้านการใช้เทคโนโลยี และในเชิงนโยบายการบริหาร จึงควรพิจารณาจัดสรรทรัพยากรอย่างเพียงพอและทั่วถึงนักเรียนทุกคน

## บทสรุป

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอีกแนวคิดหนึ่ง ที่ช่วยส่งเสริมศักยภาพผู้เรียนรุ่นใหม่เติบโตมาพร้อมกับเทคโนโลยี การปรับประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมในชั้นเรียนจึงเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนได้เปิดโลกวิทยาศาสตร์และเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่ครูต้องช่วยแนะนำนักเรียน หรือ ใช้ออกแบบการสอนที่ทรงพลังซึ่งจะช่วยให้วิทยาศาสตร์กลายเป็นเรื่องที่สัมผัสได้จริง เข้าใจง่าย คลายข้อสงสัย และเปลี่ยนห้องเรียนให้กลายเป็นพื้นที่แห่งการเรียนรู้นวัตกรรมอย่างแท้จริง

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

ดนุลดา จามจุรี. (2563). การออกแบบการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน Gen Z. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. [http://www.curriculumandlearning.com/upload/Books/การออกแบบการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน%20Gen%20Z\\_1600319626.pdf](http://www.curriculumandlearning.com/upload/Books/การออกแบบการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน%20Gen%20Z_1600319626.pdf)

### ภาษาอังกฤษ

- Anjugam, R. & Chellamani, K. (2024). Science process skills: A trend analysis of research. *The International Journal of Indian Psychology*, 12(1), 772-781. <https://ijip.in/articles/science-process-skills/>
- Apeadido S., Opoku-Mensah D., & Mensah, G. O. (2024). Enhancing science process skills and academic performance in biology: The impact of practical work. *Integrated Science Education Journal*, 5(1), 34-41. <https://doi.org/10.37251/isej.v5i1.854>
- Ceylan, Ö. (2024). Changes in scientific process skills and reflective thinking skills towards problem-solving of gifted students: a summer school practice. *Reflective Practice*, 25(3), 286–303. <https://doi.org/10.1080/14623943.2024.2314012>
- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., Astalini, A., & Rini E. F. S. (2022). Science processing skill and critical thinking: Reviewed based on the gender. *Journal Pendidikan Indonesia*, 11, 133-141. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v11i1.35116>
- Darmaji, D., Astalini, A., Yusnidar, Y., Kurniawan, D. A., & Oktavia, S. W. (2026). The influence of science process skills, digital literacy and students' critical thinking skills on physics learning: A mixed method study. *Journal Evaluation in Education*, 7, 248-255. <https://doi.org/10.37251/jee.v7i1.1251>
- Fauzi, A. (2016). Enabling students to learn scientific methods through spreadsheet. *Proceeding of the international conference on teacher training and education, Surakarta, Indonesia*, 1, 290-293. <https://media.neliti.com/media/publications/171301-EN-enabling-students-to-learn-scientific-me.pdf>
- Fikriyah, A., & Ahied, M. (2022). Analyzing students' science process skills through mobile learning using virtual laboratory. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(2), 214-230. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.24513>
- Gizaw, G., & Sota, S. S. (2023). Improving science process skills of students: A review of literature. *Science Education International*, 34(3), 216-224. <https://doi.org/10.33828/sei.v34.i3.5>

- Kassaye, M. T., Damtie, D., Melesse, S., & Yemata, G. (2025). Effect of using science process skills-integrated inquiry-based approach on grade nine students' cell biology academic achievement. *Discover Education*, 4, Article 343. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00699-w>
- Prayitno, B. A., Corebima, A. D., Susilo, H., Zubaidah, S., & Ramli, M. (2017). Closing the science process skills gap between students with high and low level academic achievement. *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 266-277. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.266>
- Padilla, M. J. (2018). *The science process skills*. NARST. <https://narst.org/research-matters/science-process-skills>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Zaheer, S. (2024). Balancing cognitive load in AR: Optimizing information density for enhanced user experience. *International Journal of Engineering Technology Research & Management*, 8(9), 46-55. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15251543>