

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยี

สุทธิดา จำรัส

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Email: suthida.c@cmu.ac.th

Received : Dec 4, 2018 Revised : Mar 13, 2019 Accepted : May 21, 2019

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการถอดบทเรียนจากผลการวิจัย 1 โครงการและการดำเนินโครงการ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 โครงการ โดยเน้นเสนอเทคโนโลยีซึ่งเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับ พัฒนานักศึกษาครูในฐานะครูก่อนประจำการ โดยแบ่งเป็น 10 เครื่องมือหลัก ได้แก่ 1) เทคโนโลยีที่ใช้ระบบ คลาวด์เป็นฐาน 2) กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารทางไกล 3) แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน 4) ข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้และข้อมูลขนาดใหญ่ 5) เทคโนโลยีการประมวลผลวิทัศน์ 6) โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานเอกสาร 7) เทคโนโลยีด้านการจัดการภาพ 8) เทคโนโลยีเสริมสภาพจริง 9) แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือ และ 10) เทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชา

ซึ่งจะมีการอภิปรายลักษณะสำคัญของเครื่องมือและตัวอย่างการนำไปใช้โดยมีเป้าหมายในการเปลี่ยน ศาสตร์การสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนทางด้านเนื้อหาวิชาและทักษะสำคัญที่จำเป็นสำหรับโลกยุคปัจจุบันและ อนาคต

คำสำคัญ: ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี, การเตรียมครู, การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21, ศาสตร์การสอนแนวใหม่

Technology Integrated Science Learning

Suthida Chamrat

Science Division, Department of Curriculum Instruction and Learning Faculty of Education,
Chiang Mai University

Email: suthida.c@cmu.ac.th

Abstract

This article presents lessons learned from 1 research project and 3 learning in 21st century projects. It focuses on technology as a learning tool for pre-service teacher professional development. There were 10 main categories emerged as follows: 1.) Cloud based technology 2) Telecommunication technology tools 3) Lab simulation application 4) Cumulative information or big data 5) Video processing technology 6) Office application 7) Image processing technology 8) Augmented reality 9) Tablet and mobile phone application 10) Subject matter specific technology

The essential features of these technologies and example learning activities, had been discussed. It is for moving towards teachers' pedagogy shifts to develop learners in, subject contents and essential skills for living in today's and tomorrow's world.

Keywords: Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), Teacher preparation, Learning in 21st century, Advance pedagogy

บทนำ

เทคโนโลยีได้กลายมาเป็นส่วนสำคัญของชีวิตผู้คนในยุคศตวรรษที่ 21 ทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีรวมทั้งสมรรถนะในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการดำเนินชีวิตและการทำงาน ถือเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของคนในยุคปัจจุบันและอนาคต เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่จำเป็นไม่ว่าจะเป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Bellanca, 2010; Trilling & Fadel, 2012) หรือการรู้เรื่องในยุคดิจิทัล (Digital age literacy) (Eshet-Alkalai, 2004) ล้วนแต่มีองค์ประกอบของทักษะที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีที่รวมถึงการรู้เท่าทันและการสร้างสรรค์เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนแตกต่างและหลากหลาย เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญเพราะเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งต้องมีการเตรียมตัวตั้งที่ สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ ประธานสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ) ได้นำเสนอว่าคนในปัจจุบันต้องเตรียมตัวสำหรับงานที่ยังไม่มี ซึ่งงานดังกล่าว “ต้องใช้เทคโนโลยีที่ยังไม่เกิดเพื่อแก้ปัญหาที่ยังไม่รู้ว่าเป็นอะไร” (Thailand Development Research Institute, 2017)

เทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อวิถีชีวิต เศรษฐกิจและสังคม ถูกเรียกว่า Disruptive technology ซึ่งเป็นคำที่เริ่มเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายในแวดวงธุรกิจและสื่อ มีการพยากรณ์ว่าหากธุรกิจรูปแบบใดที่ไม่สามารถปรับตัวไปกับโลกยุคใหม่ได้ก็จะได้รับผลกระทบจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป แต่หากกลับมามองในวงการการศึกษาโดยเฉพาะการเรียนรู้เทคโนโลยีว่าส่งผลกระทบอย่างไรเป็นประเด็นคำถามที่น่าสนใจ เพราะในทัศนะของกลุ่ม CEO บริษัทด้านเทคโนโลยี อย่างเช่น บิล เกตส์ ได้เคยให้ความคิดเห็นร่วมกับ สตีฟ จอบส์ ไว้ว่า ระบบการศึกษาได้รับผลกระทบหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมากจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เมื่อเทียบกับกลุ่มสังคมอื่น ๆ อย่าง กลุ่มสื่อการแพทย์ หรือกฎหมาย (Isaacson, 2011)

บทบาทของเทคโนโลยีที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในวงการการศึกษาได้เกิดขึ้นแล้วทั้งในระดับนโยบายและการปฏิบัติ ในนโยบายการศึกษาระดับนานาชาติได้รับอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการให้ความหมายการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นิยามของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้ถูกปรับเปลี่ยนให้มีขอบเขตที่กว้างขึ้นให้ครอบคลุมไปถึงเทคโนโลยี โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ โออีซีดี (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ให้นิยามของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หมายถึง ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (Science based technology) (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ที่ได้มีการนำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสาระวิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 4 เทคโนโลยี ที่มีจุดเน้นคือ การออกแบบเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) จากทิศทางและแนวโน้มด้านการศึกษาที่มุ่งสู่การบูรณาการเทคโนโลยีให้เป็นเครื่องมือหนึ่งของการเรียนรู้หรือแม้กระทั่งเป็นศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ วิสัยทัศน์การเตรียมครูจึงต้องเท่าทันและสอดคล้องกับแนวโน้มและทิศทางการศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน เนื่องด้วยผลจากสภาพแวดล้อมทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม

ผู้เขียนจึงได้ดำเนินการวิจัยและโครงการการจัดการเรียนรู้สำหรับหลักสูตรการผลิตครู การพัฒนาวิชาชีพครู และการพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เทคโนโลยีเข้ามาบูรณาการอย่างชัดเจน (explicit integrated technology) ซึ่งได้ริเริ่มที่คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของคณะที่มุ่งสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้และศาสตร์การสอนแนวใหม่ บทความนี้จึงได้นำการถอดบทเรียน (Lesson learned) ของข้อค้นพบ บทสรุปและผลสืบเนื่องที่เกิดขึ้น ไว้เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจในการออกแบบและจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเทคโนโลยี โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เทคโนโลยีได้เข้ามาเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้อันทรงพลังอันจะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนศาสตร์การสอนอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ในการพัฒนาผู้เรียนให้ได้ทั้งความรู้เนื้อหาและกระบวนการวิทยาศาสตร์ รวมทั้งพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ไปพร้อมกัน

เทคโนโลยีในฐานะเครื่องมือการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่จะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นดำเนินควบคู่ไปทั้งในส่วนของการวิจัยและการดำเนินโครงการโดยมีจุดมุ่งหมายคือการพัฒนาครูก่อนประจำการ การวิจัยเป็นไปเพื่อตอบคำถามว่าหากผู้สอนจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 หรือการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 แล้วผนวกกับการเน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะส่งเสริมให้บรรลุจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นคือ ความสามารถในการสร้างความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific conceptions) ในขณะเดียวกันการดำเนินงานในลักษณะโครงการด้านการจัดการเรียนการสอนแนวใหม่ มีจุดมุ่งหมายคือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งก็คือนักศึกษาครูในฐานะครูก่อนประจำการให้คุ้นเคยกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ โครงการจัดการเรียนการสอนในลักษณะเช่นนี้ ได้รับการสนับสนุนจากทั้งระดับมหาวิทยาลัยและระดับคณะ

การใช้เทคโนโลยีเพื่อบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จากการสำรวจความคิดเห็นของนักการศึกษา และครูในหน่วยงานระดับเขตพื้นที่และโรงเรียน ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 322 คน พบว่า 1 ใน 5 ข้อของการค้นพบที่สำคัญ ของการสำรวจครั้งนี้ระบุว่า ครูผู้นำต้องการเครื่องมือเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบลงมือปฏิบัติ (Interactive Educational Systems Design, 2010) เทคโนโลยีที่ผู้ตอบแบบสอบถามอ้างอิง ที่จริงแล้วมีมากมาย และสามารถเข้าถึงได้โดยปราศจากค่าใช้จ่าย แต่จำเป็นต้องมีการรวบรวมและศึกษาแนวทางการใช้ ซึ่งการดำเนินงานวิจัยและโครงการที่ได้กล่าวไปได้รวบรวมและทดลองใช้จัดเป็นหมวดหมู่ดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐาน (Cloud based technology)
2. กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารทางไกล (Telecommunication technology tools)
3. แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน (Lab simulation application)
4. ข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้และข้อมูลขนาดใหญ่ (Cumulative information or big data)
5. เทคโนโลยีการประมวลผลวีดิทัศน์ (Video processing technology)

6. โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานเอกสาร (Office application)
7. เทคโนโลยีด้านการจัดการภาพ (Image processing)
8. เทคโนโลยีเสริมสภาพจริง (Augmented reality)
9. แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือ (Tablet and mobile phone application)
10. เทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชา (Subject matter specific technology)

จากตัวอย่างเทคโนโลยีที่กล่าวมาจะนำเสนอแนวทางการนำไปใช้ในชั้นเรียนและผลที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

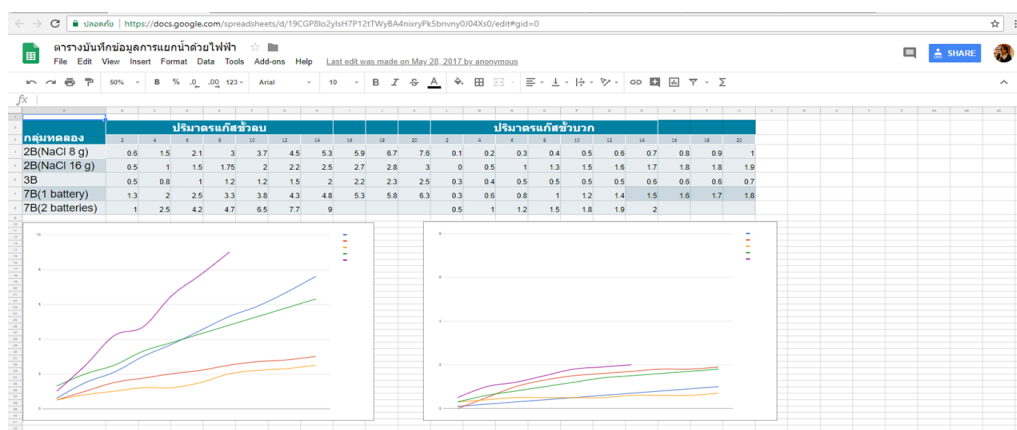
1. เทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐาน (Cloud based technology)

เทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐาน หมายถึง ระบบที่เก็บข้อมูล ประมวลผลและนำเสนอผลบนเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะแตกต่างจากการเก็บข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ส่วนบุคคลหรือองค์กร ทำให้ผู้จัดการระบบ โปรแกรมเมอร์ รวมทั้งผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้จากทุกที่ ระบบการทำงานดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้กับการทำงานที่หลากหลาย (Chamrat, 2017a) เทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐานที่รู้จักกันมากที่สุดระบบหนึ่งคือ เว็บแอปพลิเคชันที่ Google ได้นำเสนอ ซึ่งได้แก่ Google Drive และ Google Education ที่ได้นำเทคโนโลยีที่ใช้คลาวด์เป็นฐานมาใช้ในการจัดการศึกษา ทั้งนี้ได้นำเสนอบริการหลายอย่างเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ ทำให้การทำงานในลักษณะร่วมมือเป็นไปได้และสะดวกในเชิงปฏิบัติมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล รวมไปถึงการตรวจสอบ (Scrutinizing) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์มักจะแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อความร่วมมือและการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (Chamrat, 2017e) ตัวอย่างการใช้งาน Google Drive เพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้แก่

- การจัดการระบบเก็บและแบ่งปันชิ้นงานผ่าน Google Drive
- การสร้างชิ้นงานออนไลน์ร่วมกันด้วย Google Slides, Google Docs และ Google Sheets
- การออกแบบการทดลองร่วมกันด้วย Google Drawings
- การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันด้วย Google Forms
- การสร้างชิ้นงานในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบร่วมมือโดยแอปพลิเคชัน Google My Maps

ตัวอย่างการทำงานดังกล่าวข้างต้น มีลักษณะที่เป็นจุดร่วมคือแอปพลิเคชัน ดังกล่าวเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์ สามารถจัดกระทำข้อมูล ประมวลผล และนำเสนอ รวมทั้งสามารถแบ่งปันให้ผู้ใช้งานเข้าถึงระบบได้พร้อมกัน เพราะหัวใจสำคัญของระบบคลาวด์คือการที่ข้อมูลและกระบวนการจัดกระทำข้อมูลจะอยู่บนเซิร์ฟเวอร์อินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถเข้าถึงโดยผู้ใช้หลายคน การทำงานในลักษณะนี้จึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น การเก็บข้อมูลการทดลองการประมวลผลเพื่อสร้างเป็นกราฟแบบเรียลไทม์ ความรวดเร็วของระบบทำให้ผู้เรียนและผู้สอน สามารถทำการทดลอง ประมวลผลและสรุปผลการทดลองภายในเวลาที่เร็วขึ้น เหมาะสมกับระยะเวลาเรียน 1 ถึง 2 คาบเรียน สามารถจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างการประมวลและนำเสนอผล แสดงดังภาพ 1 ที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดแก๊สในขั้วบวกและขั้วลบจากปฏิกิริยาแยกน้ำด้วยไฟฟ้าซึ่งแต่ละกลุ่มจะส่งข้อมูลลงมาในตารางบน Google Sheets ร่วมกัน นอกจากนี้ Google Sheets สามารถจะสร้างกราฟขึ้นมาทันทีที่ผู้เรียนกรอกข้อมูลผลการทดลอง การดำเนินการในลักษณะนี้จะทำให้สามารถทำการประมวลผลและอภิปรายการทดลอง ที่นำไปสู่การลงข้อสรุปความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมการทดลองได้อย่างรวดเร็ว



ภาพ 1 ตัวอย่างการจัดกระทำข้อมูล ประมวลผลและนำเสนอผ่านระบบคลาวด์ในกิจกรรมแยกน้ำด้วยไฟฟ้าด้วยปัจจัยที่แตกต่างกัน

2. กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารทางไกล (Telecommunication technology tools)

กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารทางไกล ที่สามารถติดต่อผ่านระบบเครือข่ายแบบเรียลไทม์ที่สามารถโต้ตอบทั้งภาพและเสียง ตัวอย่างเครื่องมือเหล่านี้ได้แก่ Skype, Facebook Messenger, Line หรือแอปพลิเคชันอื่นที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน แนวการใช้งานเครื่องมือเหล่านี้ได้แก่ การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนด้วยกันเพื่ออภิปรายหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลในประเด็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือการประดิษฐ์ชิ้นงานด้านสะเต็ม ตัวอย่างการดำเนินการในลักษณะนี้ เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่ทำงานแวดวงอื่นได้ใช้เป็นประจำคือการประชุมทางไกล (Teleconference) ทั้งนี้มีการนำไปประยุกต์ใช้ในระดับโรงเรียนเช่นกัน โดยในวันที่ 1 กรกฎาคม 2556 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย พิชณุโลก ฟังการบรรยายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง Astrobiology (ชีวดาราศาสตร์) ผ่านทาง Skype ร่วมกับนักเรียนโรงเรียน Keio Shonan Fujisawa Junior And Senior High School ประเทศญี่ปุ่น โดยมี Dr.Kosuke Fujishima นักวิทยาศาสตร์จากศูนย์วิจัยนาซาเอมส์ (NASA AMES Research Center) มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้บรรยาย (Princess Chulabhorn Science High School Phitsanulok, 2013) หรือกรณีที่นักเรียนโรงเรียน มอ. วิทยานุสรณ์ มีการติดต่อสื่อสารผ่านวิทยุสมัครเล่นกับนายทิม พิค นักบินอวกาศของ ESA (European Space Agency) ชาวอังกฤษ จากสถานีอวกาศนานาชาติ (International space

Station, ISS) ในวันที่ 30 มกราคม 2559 โดยตัวแทนนักเรียนได้ตั้งคำถามกับนักบินอวกาศ 12 ข้อ (PSU.Wittayanusorn School, 2018)

ปัจจุบันกลุ่มเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสารทางไกล มีความก้าวหน้ามากและเป็นเครื่องมือส่วนบุคคลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารแต่ในส่วนของการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ การนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปใช้ในห้องเรียนไม่ว่าจะเป็นไปเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์หรือใช้เป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารกับนักวิทยาศาสตร์ หรือบุคคลที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนมีความเป็นไปได้สูง และใช้ต้นทุนไม่มากนัก ทั้งนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้ที่จะจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในลักษณะนี้ด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะการจัดการกับเครื่องมือ ICT

ในส่วนของกิจกรรมการทำงานที่ดำเนินการโดยผู้เขียนตามโครงการการเรียนรู้ที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยี ผู้เรียนได้รับการแนะนำให้ใช้เทคโนโลยีนี้ในการติดต่อสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญ ในกระบวนการวิชา 064417 การศึกษาอิสระ กลุ่มผู้เรียนที่มีความสนใจด้าน Holographic Display (Chamrat, 2017b) ได้รับการแนะนำให้ประสานกับอาจารย์ด้านฟิสิกส์ที่มีประสบการณ์ในการทำ Holographic Display มาก่อน การใช้การติดต่อสื่อสารทางไกลจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งในการเรียนรู้ของนักศึกษาครูทั้งด้านเนื้อหาและทักษะในการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้ง Soft Skills ในการติดต่อสื่อสารผ่านเครื่องมือสื่อสารทางไกล

3. แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน (Lab simulation application)

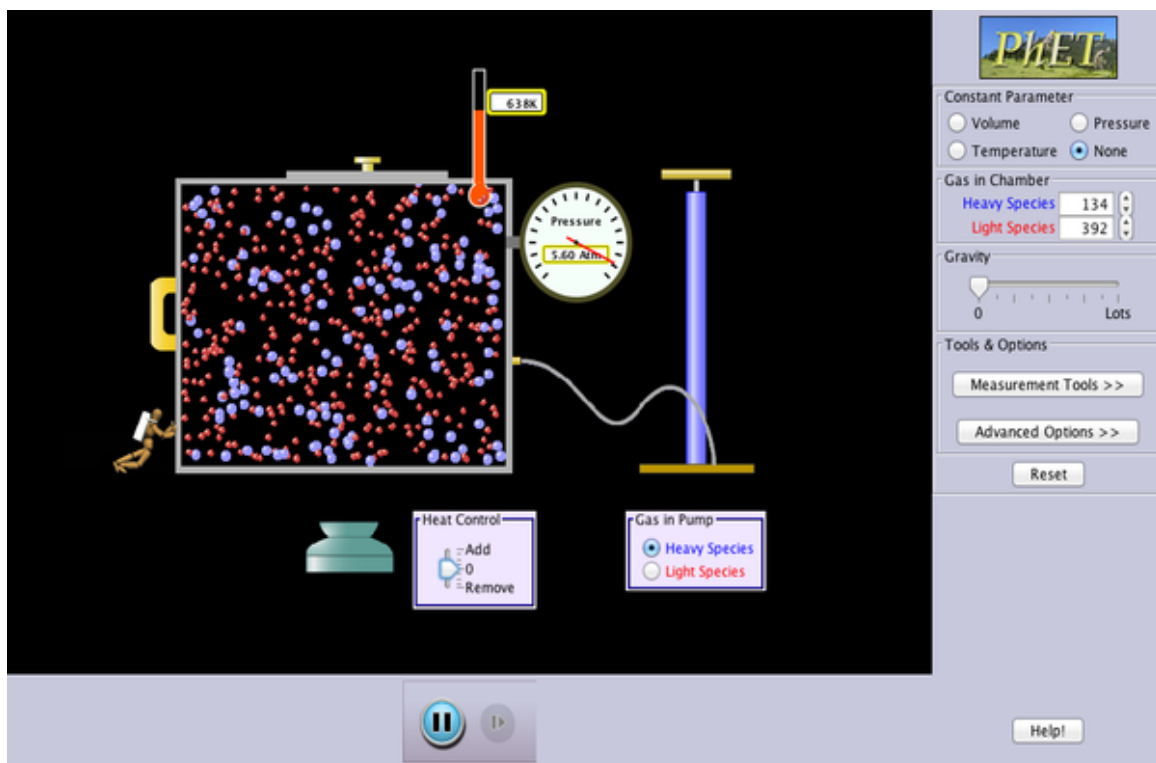
การทดลองหลายอย่างในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่สามารถจัดกระทำได้ในบริบทห้องเรียนจริง การใช้แอปพลิเคชันที่สามารถจัดกระทำตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองเสมือน (Simulation) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะการทดลอง แอปพลิเคชันการทดลองเสมือนได้รับความนิยมในการนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มแอปพลิเคชันที่มีชื่อเสียงได้แก่ PhET ซึ่งได้รับความนิยมและมีการพัฒนาแพลตฟอร์มขึ้นมาอย่างหลากหลายโดยปัจจุบันสามารถใช้บน iPad ได้จากเดิมที่ต้องทำงานบนคอมพิวเตอร์เท่านั้น แอปพลิเคชันลักษณะนี้เป็นที่นิยมของนักศึกษาเช่นกัน โดยมีการนำมาปรับประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนักศึกษาครูพบว่ามึนักศึกษาเลือกใช้แอปพลิเคชันเข้ามาเสริมหรือขยายขอบเขตการเรียนรู้จากกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ ตัวอย่างเช่น กิจกรรมกฎของแก๊สนักศึกษาออกแบบชุดทดลอง ที่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรที่ความดันแตกต่างกัน จากนั้นก็ขยายความรู้โดยการทดลองเสมือนด้วยโปรแกรม PhET เพื่อศึกษาตัวแปรอื่น ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น เช่น การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิที่ส่งผลต่อทั้งความดันและปริมาตรของแก๊ส การปรับเปลี่ยนจำนวนโมลของแก๊สและสังเกตความดันที่เปลี่ยนไป การทดลองลักษณะนี้ในบริบทห้องเรียนจริงทำได้ยากมาก ในขณะที่แอปพลิเคชันจะช่วยให้สามารถจัดกระทำตัวแปรเหล่านี้ได้ แอปพลิเคชันการทดลองเสมือนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่นำเทคโนโลยีมาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



(a)



(b)



(c)

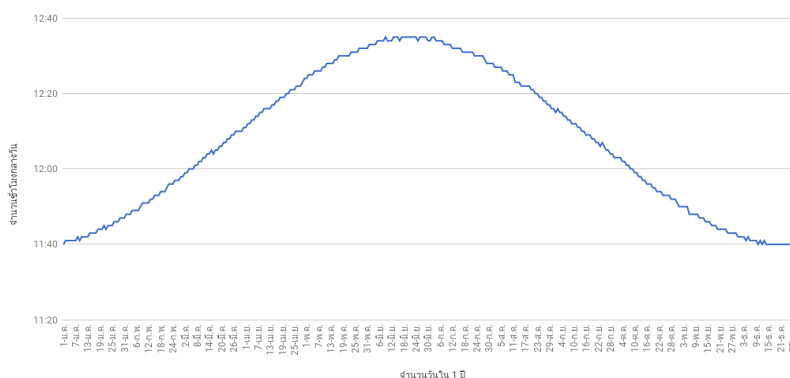
ภาพ 2 (a) ชุดทดลองที่นักศึกษาประดิษฐ์ขึ้น (b) ความดันที่เปลี่ยนไปส่งผลให้ปริมาตรของลูกโป่งในขวดเปลี่ยนแปลง (c) การใช้แอปพลิเคชัน PhET เพื่อกำหนดตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของแก๊สและการบันทึกข้อมูล

4. ข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้และข้อมูลขนาดใหญ่ (Cumulative information or big data)

ข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้และข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ครูสามารถใช้ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ ข้อมูลเหล่านี้ไม่ได้เป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และไม่ใช้สาระความรู้ในตัวของมันเอง แต่เป็นข้อมูลดิบหรือข้อมูลที่ถูกจัดกระทำมาบ้างแล้ว โดยเผยแพร่ในแหล่งต่าง ๆ ที่ครูและผู้เรียนสามารถ เข้าถึงได้ เพื่อใช้เป็นแหล่งสืบค้นสำหรับนักเรียนที่จะได้ฝึกทักษะการสืบค้นและเข้าถึงข้อมูลแล้วนำมาจัด กระทำข้อมูล วิเคราะห์ รายงานผล ลงข้อสรุปและเปรียบเทียบองค์ความรู้ที่ได้กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่ากระบวนการที่ดำเนินการผ่านข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ จะตรงกับ 5 องค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2000) ได้แก่ ผู้เรียนได้ ตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น ผู้เรียน สร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้มา ผู้เรียนเปรียบเทียบคำอธิบายของตนกับองค์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ และผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (องค์ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเมื่อ เปรียบเทียบกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์) อย่างมีเหตุผล

กิจกรรมในลักษณะนี้ ตัวอย่างเช่น การสืบค้นข้อมูลเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกในแต่ละวันใน รอบปี จากนั้นให้ผู้เรียนจัดทำข้อมูลการนำเวลาทั้งสองมาลบกันที่จะได้เป็นระยะเวลากลางวันนำไปเขียนกราฟ ของเวลากลางวันใน รอบปี ดังภาพ 3

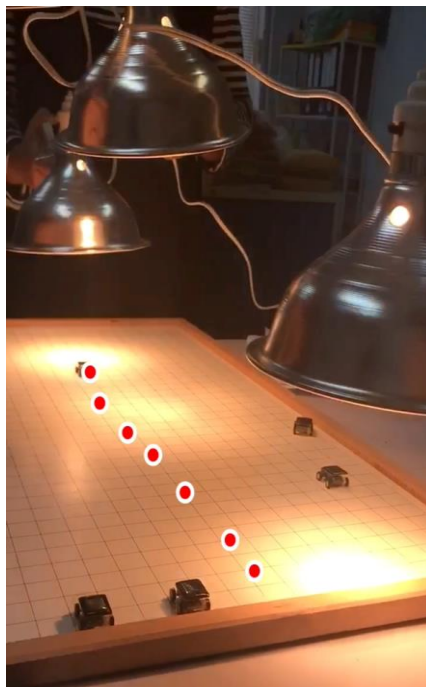


ภาพ 3 กราฟแสดงระยะเวลากลางวันของแต่ละวันในรอบปี จากการจัดทำข้อมูลสารสนเทศ

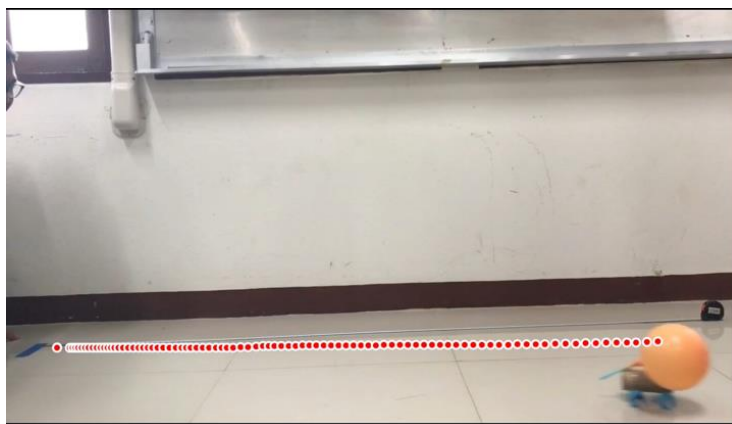
จากกิจกรรมดังกล่าวผู้เรียนจะได้ค้นพบแบบรูป (Pattern) ของปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งเป็นลักษณะ หนึ่งของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์รวบรวมข้อมูลและประจักษ์พยานและสืบค้นเพื่อให้ ได้มาซึ่งแบบรูป ตัวอย่างอื่น ๆ ที่สามารถดำเนินการในลักษณะนี้ได้ เช่น สถิติน้ำขึ้นน้ำลง สถิติน้ำฝนรายชั่วโมง รายเดือน หรือรายปี การอพยพในรอบปีของนก การผลิตาอออก ตาใบของพืช เป็นต้น

5. เทคโนโลยีการประมวลผลวีดิทัศน์ (Video processing technology)

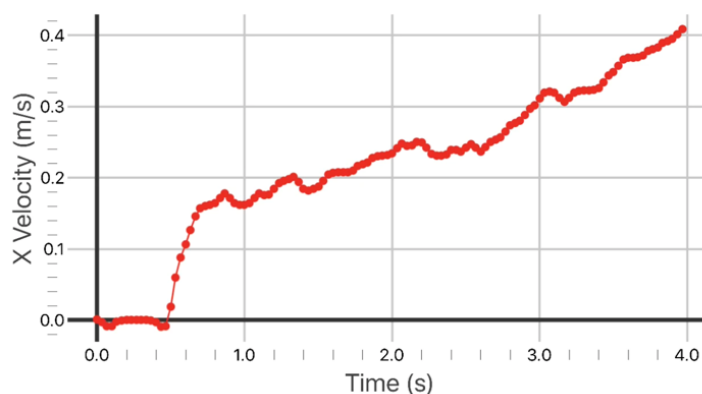
การใช้แอปพลิเคชันเพื่อถ่ายทำวิดีโอ แล้วนำวิดีโอผ่านกระบวนการวิเคราะห์หรือการประมวลผล เพื่อให้ได้มาซึ่งการลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งที่พบว่าช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์หลายอย่าง โดยเฉพาะในวิชาฟิสิกส์ที่สามารถใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ (Tracker) หรือแอปพลิเคชัน Video physics บันทึกการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น รถของเล่น จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาอัตราเร็ว ความเร็วและความเร่ง โดยอาจจะเปรียบเทียบความเร่งของรถของเล่นชนิดต่าง ๆ เช่น รถไชลาน รถที่ใช้แบตเตอรี่ รถพลังงานลม และรถพลังงานแสงอาทิตย์ โดยวิเคราะห์ความเร็วและความเร่งเมื่อเวลาเปลี่ยนไปของรถทั้ง 4 ชนิดเปรียบเทียบกัน ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์วิดีโอแสดงดังภาพ 4



(a)



(b)



(c)

ภาพ 4 ตัวอย่างการใช้งานแอปพลิเคชัน Video Physics ในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ (a) การวิเคราะห์วิถีไอการเคลื่อนที่ของรถพลังงานแสง (b) การวิเคราะห์วิถีไอการเคลื่อนที่ของรถพลังงานลม และ (c) กราฟความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลา

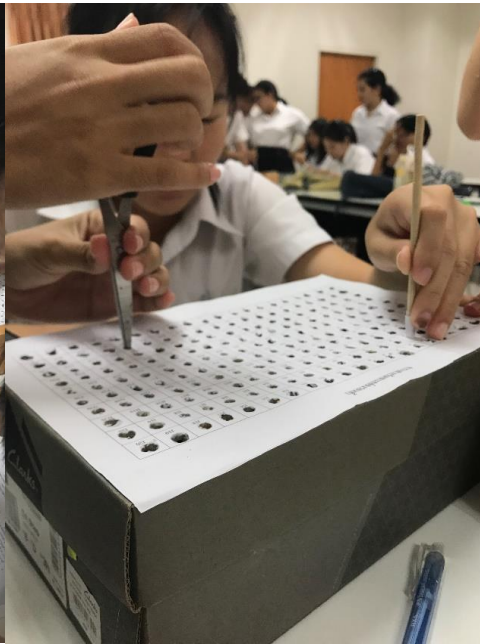
6. โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานเอกสาร (Office application)

โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานเอกสารหรือที่เรียกทั่วไปว่าโปรแกรม Office ส่วนใหญ่มีไว้เพื่อทำงานพิมพ์ การคำนวณ หรือนำเสนอ เช่น Microsoft Office สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ โดยเฉพาะโปรแกรม Microsoft Excel ที่มีความสามารถในการใช้งานได้หลากหลายครอบคลุมทั้งในส่วนของการจัดทำข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างกราฟ แผนผัง แผนภูมิ

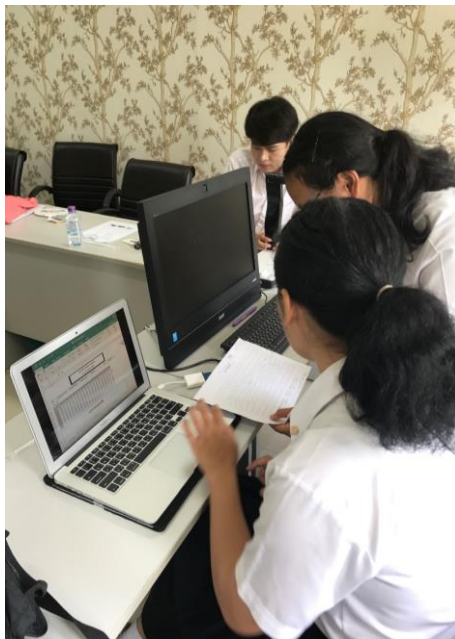
ความสามารถในการสร้างแผนผังแผนภูมิของ Microsoft Excel สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมปริศนากล่องดำ (Blackbox mystery activity) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามสืบค้นศึกษาและสืบค้นหาเหตุผลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ขึ้น โดยพยายามเข้าถึงความรู้ความจริงอย่างหนึ่ง กิจกรรมปริศนากล่องดำ เป็นการเปรียบเทียบว่าธรรมชาติหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเปรียบเสมือนสิ่งที่อยู่ในกล่องปริศนาที่เราไม่สามารถรู้ได้ว่าในนั้นเป็นอย่างไร สิ่งที่ได้ก็เพียงแค่ทำการสังเกตตรวจวัดแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างเป็นคำอธิบาย ทั้งเชิงพรรณนาหรือเชิงตัวเลข เช่น สมการ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังสามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่นักเรียนได้มาจากการวัดพื้นที่ของกล่องปริศนาจะถูกนำมาวิเคราะห์และจัดกระทำโดยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งสามารถสร้างเป็นกราฟพื้นผิวที่จำลองสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในกล่อง อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่สร้างขึ้นและของจริงจะเหมือนหรือแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีที่ใช้แต่ไม่สามารถสร้างแบบจำลอง ได้เหมือนของจริง 100% ยิ่งสร้างแบบจำลองได้ตรงกับความจริงมากเท่าไรเราก็จะเข้าใจธรรมชาติของสรรพสิ่งมากขึ้นเท่านั้น กิจกรรมนี้เป็นตัวอย่างของการนำโปรแกรมประยุกต์สำหรับการจัดทำเอกสารมาประกอบการดำเนินกิจกรรมลงมือปฏิบัติในห้องเรียนซึ่งแสดงดังภาพ 5



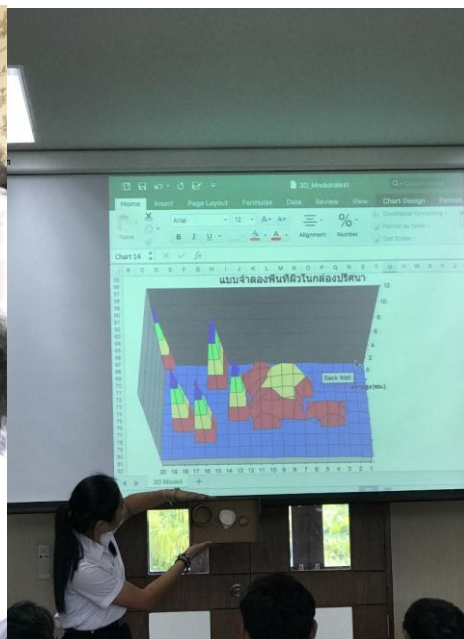
(a)



(b)



(c)

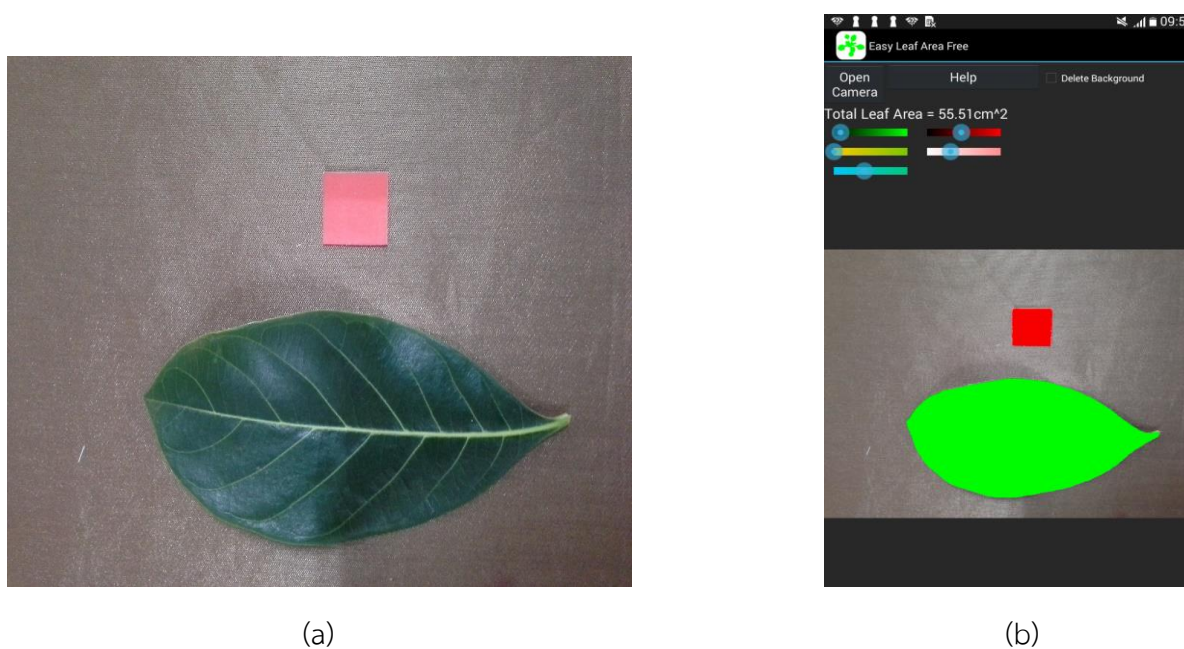


(d)

ภาพ 5 ขณะนักศึกษาทำกิจกรรมกล่องปริศนา (a) การจัดกระทำกับกล่องปริศนาเพื่อเตรียมการวัดความสูงของพื้นผิว (b) นักศึกษาใช้เครื่องมือเพื่อวัดความสูงของพื้นผิวในแต่ละจุด (c) นักศึกษานำข้อมูลที่วัดได้ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel (d) นักศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างจากกราฟพื้นผิวกับวัตถุในกล่องปริศนา

7. เทคโนโลยีด้านการจัดการภาพ (Image processing)

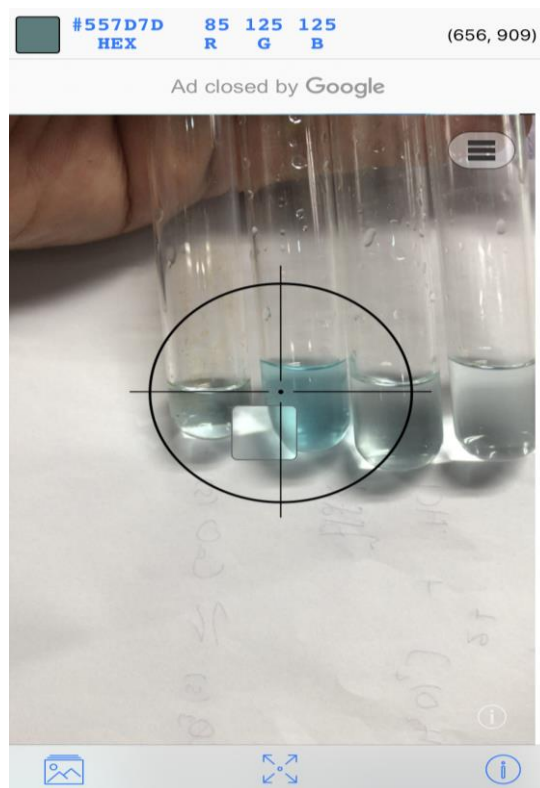
วิวัฒนาการของกล้องถ่ายรูปประสิทธิภาพสูงในมือถือสมาร์ทโฟนทำให้เทคโนโลยีด้านการจัดการภาพ หรือ Image processing มีความก้าวหน้าอย่างมาก จนทำให้เกิดการประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา ในทางวิทยาศาสตร์ก็เช่นกัน เทคโนโลยี Image processing ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ภาพเพื่อวัดพื้นที่ของวัตถุใด ๆ ซึ่งอาศัยความแตกต่างของเม็ดสีที่ละเอียดในระดับพิกเซล การวิเคราะห์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดพื้นที่ต่าง ๆ ทั้งขนาดใหญ่ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม พื้นที่ป่าที่ถูกรุกราน พื้นที่แห้งแล้ง พื้นที่ที่มีความเข้มข้นของสีแตกต่างกันเพื่อวัดค่าการสะท้อนแสง เป็นต้น หรือนำไปใช้ในการวิเคราะห์ภาพขนาดเล็ก เช่น การวัดพื้นที่ใบไม้เพื่อเปรียบเทียบใบไม้จากพืชชนิดเดียวกันที่เติบโตมาจากการทดลองปัจจัยที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของ แอปพลิเคชัน ที่ใช้ในการวัดพื้นที่ใบไม้ นั้น เช่น Easy Leaf Area ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานบนระบบ Android ที่ใช้ Image processing ในการทำงาน โดยการเปรียบเทียบพื้นมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง ในที่นี้โปรแกรมจะใช้กระดาษสีแดงพื้นที่ 4 ตารางเซนติเมตร ดังภาพ 6



ภาพ 6 ตัวอย่างการใช้งาน แอปพลิเคชัน Easy Leaf area เพื่อคำนวณหาพื้นที่ใบไม้ (a) ภาพถ่ายใบไม้ก่อนการวิเคราะห์ (b) ภาพถ่ายใบไม้ที่วิเคราะห์ด้วยแอปพลิเคชัน Easy Leaf area

การใช้งานของ image processing ยังสามารถใช้แอปพลิเคชันวัดแถบสีเพื่อเปรียบเทียบสีของสารเคมีที่เปลี่ยนไปอันเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชันที่ชื่อว่า Pixel Picker (ภาพ 7) ที่สามารถบอกรหัสสีโดยละเอียดได้ แอปพลิเคชันที่ทำงานในลักษณะเดียวกันกับ Pixel Picker มีให้เลือกอย่างหลากหลายขึ้นอยู่กับความต้องการและความสามารถของตัวแอปพลิเคชันเองว่าตอบโจทย์การสืบเสาะ

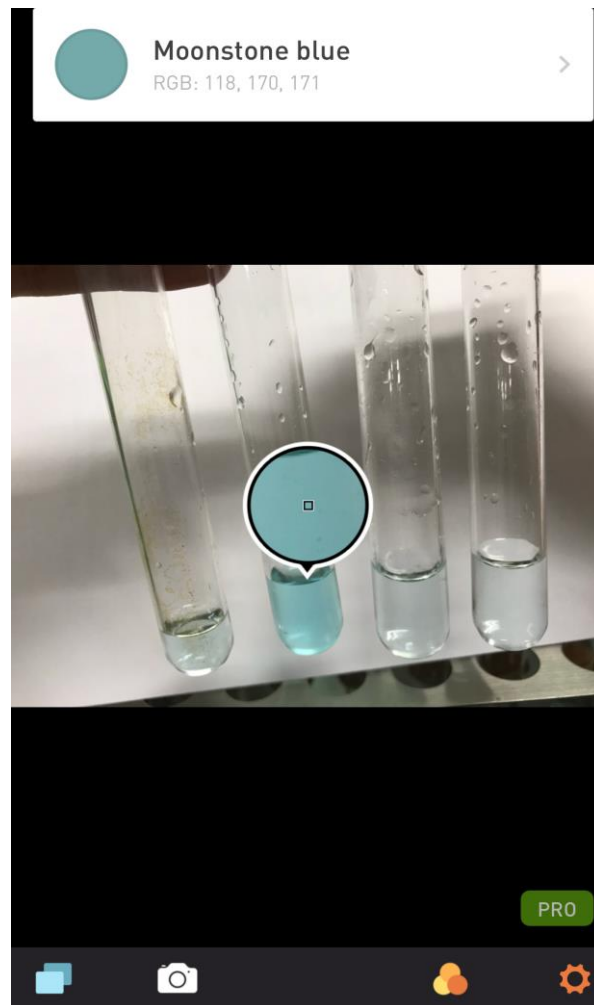
ทางวิทยาศาสตร์ครั้งนั้นหรือไม่ แอปพลิเคชัน ที่สามารถใช้ทดแทนกันได้ เช่น Color Inspector และ Color Name แสดงในภาพ 8 และภาพ 9 ตามลำดับ



ภาพ 7 แสดงการทำงานของ Pixel Picker



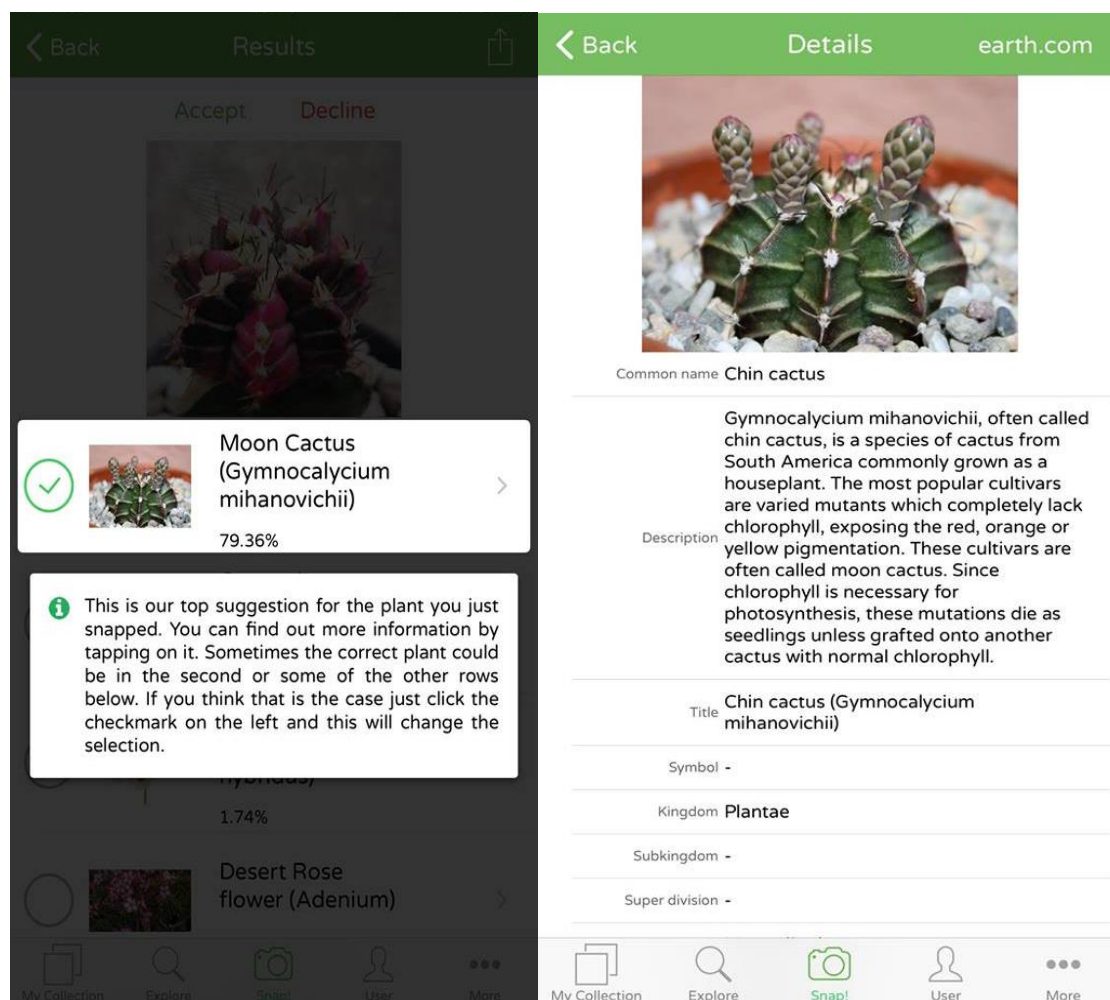
ภาพ 8 แสดงการทำงานของแอปพลิเคชัน Color Inspector



ภาพ 9 แสดงการทำงานของแอปพลิเคชัน Color Name

แอปพลิเคชันดังกล่าวไปเหมาะสำหรับเป็นเครื่องมือในการระบุสีที่เปลี่ยนแปลงไปจากปฏิกิริยาเคมี โดยเฉพาะปฏิกิริยาเคมีของธาตุโลหะทรานซิชันที่มีการเปลี่ยนเลขออกซิเดชันและมีการเปลี่ยนแปลงสีของสารเคมี จากสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Image processing ยังสามารถนำไปใช้ในวิชาชีพวิทยา เช่น แอปพลิเคชันที่ชื่อว่า Plant Snap สามารถระบุชนิดพันธุ์ของพืชจากภาพถ่ายใบไม้หรือดอกไม้ โดยโปรแกรมจะทำการเทียบเคียงภาพดังกล่าวกับฐานข้อมูลแล้วระบุความเป็นไปได้ว่าพืชดังกล่าวจัดอยู่ในสายพันธุ์ใดและมีชื่อวิทยาศาสตร์อย่างไร รวมทั้งบอกรายละเอียดเกี่ยวกับพืชดังกล่าวได้ ดังแสดงในภาพ 10



ภาพ 10 การทำงานของแอปพลิเคชันร้าน Plant Snap ในการระบุชนิดพันธุ์ของพืชด้วยการใช้ภาพถ่าย

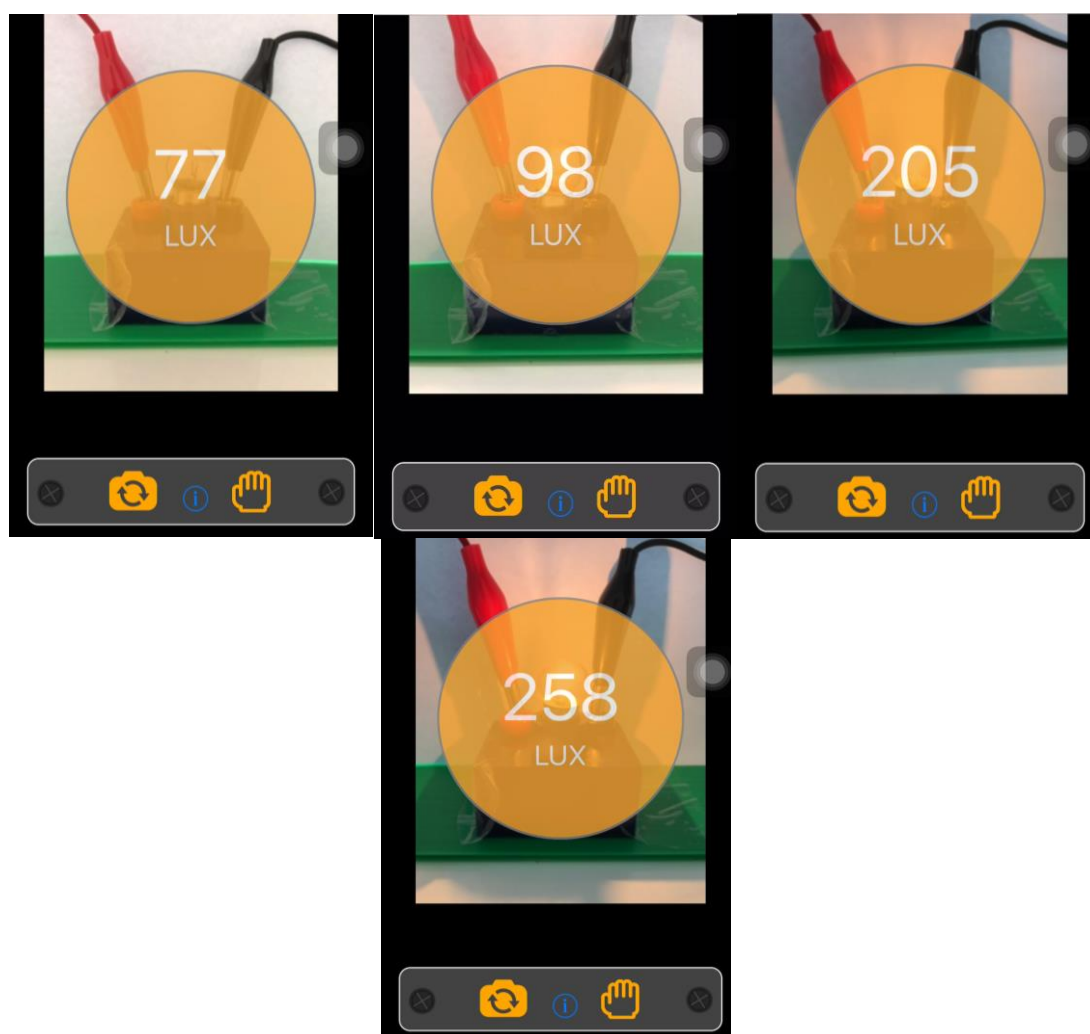
ผู้เรียนสามารถนำเครื่องมือการเรียนรู้ในลักษณะเดียวกับ Plant Snap ไปบูรณาการในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นประสบการณ์ภาคสนาม ระหว่างการไปทัศนศึกษา หรือโครงการทำฐานข้อมูลสวนพฤกษศาสตร์ได้

8. เทคโนโลยีเสริมสภาพจริง (Augmented reality)

เทคโนโลยี Augmented Reality เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กระบวนการนำเสนอเสมือนจริง ภาพหรือข้อมูลกราฟิกผสมผสานกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง นับว่าเป็นเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในวงการศึกษาค่อนข้างมาก ในงานวิจัยและโครงการที่ได้ดำเนินการในครั้งนี้นักเรียนได้มีการนำ Augmented Reality มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเคมี ทั้งนี้อาจจะใช้แอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่สามารถนำมาทำกิจกรรม ได้ทันที เช่น Elements 4D หรือ Quiver นอกจากนี้ยังสามารถสร้างวัตถุที่เป็น Augmented Reality ได้ด้วยตนเองผ่านโปรแกรมอย่าง HP Reveal เทคโนโลยีดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลายซึ่งจะนำเสนอในหัวข้อตัวอย่างของการนำไปใช้เนื่องจากโดยปกติแล้วการใช้เทคโนโลยีจะไม่ได้ใช้เพียงเครื่องมือเดียว แต่จะมีการผสมผสานเพื่อบูรณาการเข้าไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

9. แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือ (Tablet and mobile phone application)

ปัจจุบันอุปกรณ์อย่างแท็บเล็ตและมือถือมีแอปพลิเคชันหลากหลายที่สามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ได้ ขึ้นอยู่กับผู้สอนว่าจะนำไปประยุกต์ใช้อย่างไร ตัวอย่างเช่น การวัดความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างชนิดกัน ผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนต่อวงจรไฟฟ้า แล้วทดลองใช้วัสดุเป็นตัวนำไฟฟ้า เพื่อสังเกตว่ามีการนำไฟฟ้าหรือไม่ โดยปกติจะสังเกตว่าหลอดไฟติดหรือดับ อย่างไรก็ตามวัสดุแต่ละอย่างจะนำไฟฟ้าได้ไม่เท่ากัน ปริมาณความสว่างหรือความเข้มแสงของหลอดไฟที่ติดอาจจะแตกต่างกันนักเรียนสามารถใช้มือถือที่มีตัววัดสัญญาณความเข้มแสงผ่านแอปพลิเคชัน ที่วัดความเข้มแสง เช่น LightMeter ดังแสดงในภาพ 11 เพื่อบันทึกข้อมูลตัวเลขที่ได้แล้วนำมาเปรียบเทียบให้มีความละเอียดมากขึ้นกว่าการสังเกตว่าเพียงแค่หลอดไฟติดหรือดับ



ภาพ 11 ตัวอย่างการใช้งาน แอปพลิเคชัน LightMeter เพื่อวัดความเข้มแสงในการเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างชนิด

นอกจากนี้แอปพลิเคชันในมือถือยังสามารถวัดระยะทาง วัดมุม หรือใช้สืบค้นสภาพภูมิอากาศ การรายงานสภาพอากาศ (แอปพลิเคชัน Thai Weather) การพยากรณ์อากาศ (แอปพลิเคชัน Thai Smart Sim) ปริมาณฝุ่นในอากาศ (แอปพลิเคชัน Air4Thai) สืบค้นตำแหน่งดาวเทียม (แอปพลิเคชัน Sattellite Pointer) ปริมาณน้ำ (แอปพลิเคชัน Water4Thai) การติดตามพายุ (Rainviewer) โดยอาจจะพิจารณาแอปพลิเคชันเฉพาะจากหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง เช่น ปริมาณน้ำในเขื่อนของประเทศไทย จากแอปพลิเคชันของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (แอปพลิเคชัน EGAT Water) เป็นต้น

10. เทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชา (Subject matter specific technology)

บางรายวิชาในวิทยาศาสตร์ต้องใช้เทคโนโลยีที่จำเพาะเจาะจงกับเนื้อหาความรู้ซึ่งต้องมีการสืบค้นเพื่อนำเทคโนโลยีเหล่านั้นมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ ขอยกตัวอย่างกรณีของการใช้เครื่องมือในการวัดความเข้มข้นของน้ำตาล

ในกิจกรรมผู้เรียนได้เตรียมสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันเพื่อสร้างสรรค์เมนูเครื่องดื่มหรืออาจจะออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อหาโอกาสทางธุรกิจ โดยต่อยอดจากความรู้เกี่ยวกับสารละลายโดยเฉพาะหน่วยของความเข้มข้นร้อยละ ในกิจกรรมนี้ผู้เรียนอาจจะต้องเตรียมความเข้มข้นของสารละลายที่มีความจำเพาะเจาะจง ผู้เรียนต้องชั่งตวงวัด แต่อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบมาตรฐานความเข้มข้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องนั้นอาจจะต้องใช้เครื่องมือบางอย่าง เช่น รีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractometer) ที่วัดความเข้มข้นของน้ำตาลโดยใช้หลักการหักเหแสง ในกิจกรรมดังกล่าวผู้สอนอาจจะต้องนำเทคโนโลยีนี้ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ผนวกกับความรู้ด้านการถ่ายภาพ ก็จะสามารถออกแบบบทเรียนที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทั้งลงมือเตรียมสารละลายด้วยตนเอง และใช้เครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีด้านการหักเหแสงในการเทียบมาตรฐานว่าสารละลายมีความเข้มข้นตามที่ต้องการหรือไม่ เครื่องมือรีแฟรกโตมิเตอร์นี้ในวงการอุตสาหกรรมอาหารใช้วัดความหวานในเครื่องดื่มหรืออาหารที่ต้องมีการควบคุมปริมาณน้ำตาลให้คงที่ ตัวอย่างการใช้งานรีแฟรกโตมิเตอร์เพื่อบูรณาการร่วมกับกิจกรรมลงมือปฏิบัติแสดงดังภาพ 12



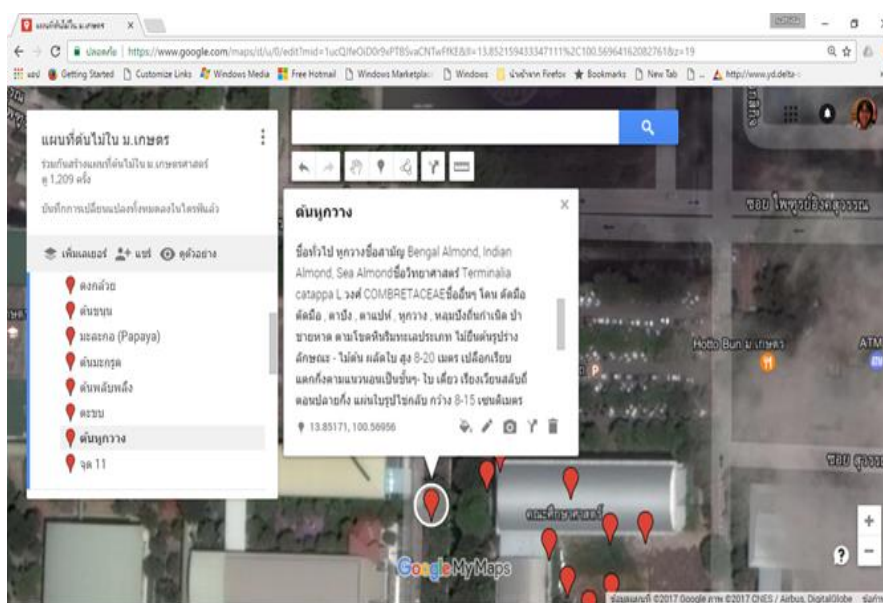
ภาพ 12 ตัวอย่างการนำรีแฟรกโตมิเตอร์เข้ามาใช้ในกิจกรรมการเตรียมสารละลายน้ำตาลเพื่อตรวจสอบความเข้มข้น

ตัวอย่างการนำเครื่องมือเทคโนโลยีไปใช้ในการเรียนรู้

ในการใช้งานเครื่องมือเทคโนโลยีโดยเฉพาะเครื่องมือ ICT ในบริบทจริงจะไม่ได้ใช้เพียงเครื่องมือใดเครื่องมือหนึ่งเท่านั้น การจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องบูรณาการเครื่องมือหลายอย่าง ร่วมกับกิจกรรมลงมือปฏิบัติ ตามแนวทางการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ยังอยู่ที่การที่ผู้เรียนได้ผ่านประสบการณ์ตรงและได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

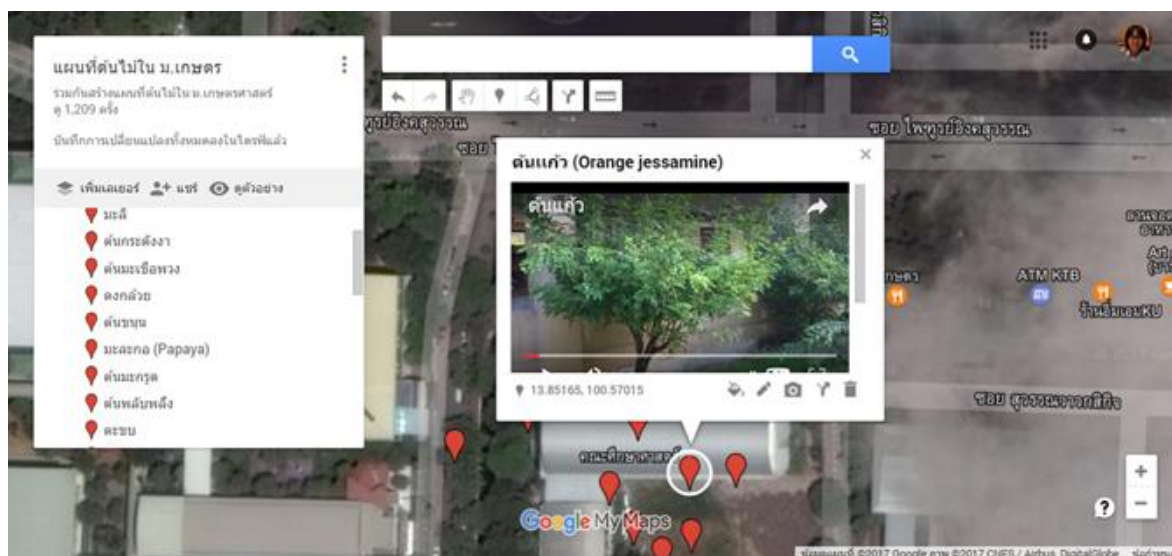
ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างกิจกรรมการสร้างแผนที่ต้นไม้ กิจกรรมการสร้างแผนที่ต้นไม้ นั้น จะใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า Google My Map ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบแผนที่และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System, GPS) ในการทำงาน โดยสามารถนำไปสร้างชิ้นงานทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับแผนที่ ตำแหน่ง ทิศ ระยะทาง ซึ่งนักเรียนและครูร่วมกันสร้างแผนที่ ปักหมุด ฝังสารสนเทศเช่น ข้อมูล ภาพ วิดีทัศน์ รวมทั้งวัดพื้นที่ ระยะทาง ด้วยเครื่องมือที่มีอยู่ใน Google My Maps (Chamrat, 2017a)

กิจกรรมการสร้างแผนที่ต้นไม้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นำนักเรียนออกจากห้องเรียนเพื่อไปสำรวจต้นไม้ในบริเวณโรงเรียนหรือสถานศึกษาเพื่อปักหมุดต้นไม้แต่ละชนิดลงในแผนที่ที่สร้างจาก Google My Maps และแชร์ให้ทุกกลุ่มร่วมกันสร้างแผนที่ต้นไม้บนไฟล์เดียวกัน โดยให้นักเรียนสืบค้น รวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลจากแอปพลิเคชันมือถือ Plant Snap เพื่อสร้างสารสนเทศของต้นไม้ชนิดนั้น ๆ เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ ลักษณะทางกายภาพ สมบัติทางยา การนำไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น ดังแสดงในภาพ 13



ภาพ 13 การใช้ Google My Maps ในการทำกิจกรรมแผนที่ต้นไม้ โดยการปักหมุดตำแหน่งต้นไม้ จากนั้นใส่รูปและข้อมูลของพันธุ์ต้นไม้

นอกจากนี้นักเรียนสามารถบันทึกวีดิทัศน์เพื่อนำเสนอสารสนเทศของต้นไม้ชนิดนั้น ๆ ด้วยตนเองเป็นคลิปสั้น ๆ โพสต์ใน YouTube โดยเมื่อนำลิงค์จาก YouTube มาฝังไว้ในแผนที่ที่ปักไว้ วีดิทัศน์นั้นสามารถแสดงได้โดยตรงบนแผนที่ต้นไม้ที่สร้างขึ้น ทำให้ชิ้นงานแผนที่ต้นไม้ที่สร้างจาก Google My Maps สามารถรวบรวมสารสนเทศของต้นไม้หลากหลายชนิดไว้ในแผนที่เดียว อีกทั้งยังประกอบไปด้วยข้อมูล ภาพและวีดิทัศน์จากสถานที่จริงอันเป็นผลงานของนักเรียนทุกคนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าว 14



ภาพ 14 การใช้ Google My Maps ในการทำกิจกรรมแผนที่ต้นไม้ โดยการปักหมุดตำแหน่งต้นไม้ จากนั้นใส่ข้อมูลวีดิทัศน์จาก YouTube ที่สร้างและอัปโหลดโดยนักเรียนเพื่อนำเสนอข้อมูลของพันธุ์ต้นไม้ชนิดนั้น ๆ

จากตัวอย่างทั้งสองจะเห็นได้ว่า Google My Maps สามารถเป็นเครื่องมือที่เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมโดยเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมสารสนเทศที่นักเรียนทุกคนเข้ามามีส่วนร่วม โดยแอปพลิเคชัน Plant Snap เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในการทำกิจกรรมผ่านประสบการณ์จริง โดยยังคงวัตถุประสงค์การทำความเข้าใจเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

สรุปและอภิปราย

จากการดำเนินโครงการวิจัยและโครงการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ทั้งที่ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยและได้รับการสนับสนุนจากคณะ เป็นระยะเวลา 3 ปีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง มีข้อค้นพบที่เป็นประโยชน์อยู่ 2 ประการ ประการแรกคือการค้นพบและได้ทดลองใช้เครื่องมือที่บูรณาการร่วมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตัวอย่างดังที่นำเสนอไปในหัวข้อ 1-10 ซึ่งจะได้ต่อยอดและพัฒนาต่อไปเพื่อเป็นประโยชน์ในการ

จัดการศึกษา ทั้งกับครูก่อนประจำการ ครูประจำการและการนำกิจกรรมไปบริการรับใช้สังคมสำหรับนักเรียน ในการทำค่ายวิทยาศาสตร์ต่อไป

ข้อค้นพบประการที่สอง พบว่านักศึกษาซึ่งอยู่ในฐานะครูก่อนประจำการได้มีการสร้างกระบวนการทัศน์ของการจัดการศึกษาแนวใหม่ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ปรากฏในกระบวนการวิชาที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการระหว่างเนื้อหาและศาสตร์การสอน ตัวอย่างเช่น กระบวนวิชา 064413 การสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เนื้อหาเคมี สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และกระบวนวิชา 100489 การปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 พบว่า นักศึกษามีการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ามาในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น โดยมีการใช้แอปพลิเคชัน เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และสามารถใช้อุปกรณ์ส่วนตัว อย่างเช่น โทรศัพท์มือถือ เป็นเครื่องมือของการเรียนรู้ในการสืบค้น ตรวจสอบข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้ นอกจากนี้ นักศึกษายังสามารถสืบค้นเครื่องมืออื่น นอกเหนือจากที่ผู้สอนได้แนะนำไป ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักศึกษาและผู้สอน

การนำไปใช้และข้อเสนอแนะ

จากข้อค้นพบงานวิจัยและการถอดบทเรียนจากการดำเนินโครงการ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2558 ถึง 2560 ซึ่งปรากฏผลเป็นองค์ความรู้ของรูปแบบและแนวทางการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลายดังตัวอย่างที่นำเสนอไป ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่จะนำไปใช้และพัฒนาต่อยอดในอนาคต (Chamrat, 2017d; 2018) และผลลัพธ์ที่เกิดกับนักศึกษาครูในฐานะครูก่อนประจำการ ที่มีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Chamrat, 2017c) คณะศึกษาศาสตร์ได้ให้ความเห็นชอบและสนับสนุนให้นำแนวคิดการบูรณาการเทคโนโลยีสู่การเรียนรู้สร้างเป็นกระบวนวิชาใหม่ซึ่งเป็นวิชาเลือกแกนสำหรับนักศึกษาครูทุกสาขา ในกระบวนวิชา 100231 แหล่งเรียนรู้และการบูรณาการเทคโนโลยีกับการเรียนรู้สมัยใหม่ (Learning resources and integration of technology with modern learning) ซึ่งได้ผ่านความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการบริหารและประสานงานวิชาการมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในคราวประชุมครั้งที่ 3/2560 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ภาคเรียนที่ 1/2560 เป็นต้นไป นอกจากนี้ในส่วนของจุดเน้นความรู้ด้านเทคโนโลยี ที่ใช้ในการเตรียมความพร้อมครูก่อนประจำการได้ถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนวิชา 064432 ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในสาระเคมี ที่มุ่งพัฒนาให้นักศึกษาครูในฐานะครูก่อนประจำการมีความรู้เนื้อหา ความรู้ในศาสตร์การสอน และความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี ผสานกันเพื่อให้เกิดเป็นความรู้เฉพาะที่สามารถนำไปออกแบบและจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสาระเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ การเปิดกระบวนวิชาทั้งสองดังที่กล่าวมาจึงเป็นการนำข้อค้นพบทั้งจากงานวิจัยและข้อเสนอแนะการดำเนินโครงการไปใช้ให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม เช่น การเปิดกระบวนวิชาใหม่ในการปรับปรุงหรือเปิดหลักสูตรใหม่

ในขณะเดียวกันก็เป็นโอกาสของผู้สอนที่จะได้ศึกษาต่อยอดและพัฒนา รูปแบบของการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในกระบวนการเรียนรู้ของครูก่อนประจำการเพื่อสร้างกระบวนการทัศน์ศาสตร์การสอนแนวใหม่ที่จะนำไปใช้ในบริบทของตนต่อไปในอนาคตในฐานะครูประจำการ

กิตติกรรมประกาศ

บางส่วนของบทความนี้ได้มาจากข้อค้นพบจากการทำวิจัยและการดำเนินโครงการ ผู้เขียนขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้ให้ทุนสนับสนุนโครงการนำร่องการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 ประจำปีการศึกษา 2559 และ 2560 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษามูลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่มีต่อมโนคติเคมีของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี คณะศึกษาศาสตร์” และทุนสนับสนุนโครงการนวัตกรรมการเรียนรู้และศาสตร์การสอนแนวใหม่ ประจำปีการศึกษา 2560 เรื่อง “การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยี”

เอกสารอ้างอิง

- Bellanca, J. A. (Ed.). (2010). *21st century skills: Rethinking how students learn*. Solution Tree Press.
- Chamrat, S. (2017a). kāsāng chin ngān nai kān rīan kāsōṅ wīthayāsāt bāp rūammū phān Google Drive nai pramuān sārā chut wīchā sū nawattakam lāe kān wat lāe pramoēnphon kān rīanrū wīthayāsāt . bandit suksā sākha wīchā suksā sāt [Collaborative constructions of artifacts in science teaching and learning through Google Drive in materials, Chapter 9 in innovations, assessment and evaluations in learning science textbook]. School of educational studies. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University Publishing House.
- Chamrat, s. (2017b). kān rīanrū thī būrānākān rūām kap theknōlōyī. [Technology Integrated Learning]. Faculty of Education, Chiang Mai University. Bangkok: Jaransanitwong Publishing.
- Chamrat, s. (2017c). kānsuksā phonkānchai kitchakam kān rīanrū thī būrānākān thammachāt khōṅ wīthayāsāt lāe thaksa hāeng satawat thī yīsīp ‘et thī mī tōmno mati khēmī khōṅ naksuksā sākha wīchā khēmī Khana Suksāsāt [The Effects of Learning Activities Integrated the Nature of Science and 21st Century Skills on Chemistry Conceptions of undergraduate Chemistry

Major Students in the Faculty of Education Chemistry Major Students' Chemistry Conceptions, Faculty of Education]. Research report, Faculty of Education, Chiang Mai University.

Chamrat, s. (2017d). rāṅgān chabap sombun khroṅkān namroṅg kanchatkaṅ rianru bæp mai thi sotkhlong kap satawat thi yisip 'et pra pikansuksa songphanharojhasipkao [Final report of pilot project of modern learning for 21st century of educational year 2017]. Faculty of Education, Chiang Mai University.

Chamrat, s. (2017e). kansang kroṅ naekhit kan supsoṅ thang wittayasaṅ phan prawat khong wittayasaṅ [Conceptualization of "Scientific Inquiry" through the history of Science] . *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(1), 1-14.

Chamrat, s. (2018). rāṅgān chabap sombun khroṅkān namroṅg kanchatkaṅ rianru bæp mai thi sotkhlong kap satawat thi yisip 'et pra pikansuksa songphanharojhasipkao [Final report of pilot project of modern learning for 21st century of educational year 2018]. Faculty of Education, Chiang Mai University.

Collier, S., Weinburgh, M. H., & Rivera, M. (2004). Infusing technology skills into a teacher education program: Change in students' knowledge about and use of technology. *Journal of Technology and Teacher Education*, 12(3), 447-468.

Eshet-Alkalai, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *tuā chi wat læ sara kan rianru kaen klāng klum sara kan rianru wittayasaṅ (chabap prapprung PhoṅSoṅ songphanharojhoksip) tam laksut kaen klāng kansuksa naphun than Phutthasakkarat songphanharojhasip 'et* [Indicators and core concepts of science subject (B.E.2560 edition) according to Thai basic education core curriculum B.E.2551]. Bangkok: Agriculture Cooperation of Thailand Publishing House.

Interactive Educational Systems Design. (2010). *National survey on STEM education special edition for educational leadership network*. retrieved from <http://www.floridaafterschool.org/pdfs/STEM.pdf>

Isaacson, W. (2011). *Great innovators e-book boxed set: Steve Jobs, Benjamin Franklin, Einstein*. New York: Simon and Schuster.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving*. OECD Publishing.

Princess Chulabhorn Science High School Phitsanulok (2013). *Astrobiology*. Retrieved from <http://www.pccpl.ac.th/pccpl2012/index.php/หน้าแรก/87-หมวดบทความภาษาไทย/2556/195-autobiology>

PSU.Wittayanusorn School. (2018). *wī dī ‘ōkā rati doṭṭā witthayu rawāṅ dek Thai kap nakbin ‘awakātsanāsā bon sathānī ‘awakā nānā chāt ISS* [The video of radio communication between Thai students and ESA astronaut from ISS]. Retrieved from <http://www.psuwit.psu.ac.th/index.php/11/297-tt>

Thailand Development Research Institute. (2017). *khit yok kamlang sōṅg : thaksa samrap loṅ ‘anākhōt* [Squared thinking: skills for a future world]. Retrieved from <https://tdri.or.th/2017/12/thinkx2-225/>

Trilling, B., & Fadel, C. (2012). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.