

การศึกษาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบ สอบร่วมกับการใช้เกม

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกเป็นประเด็นปัญหาที่ทวีความสำคัญมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศเกษตรกรรมต้องเผชิญหน้าและรับมือกับสถานการณ์และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมประชาชนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน การพัฒนาเยาวชนให้พร้อมต่อการเป็นพลเมืองโลกในสังคมคาร์บอนต่ำจึงเป็นประเด็นที่สำคัญเร่งด่วน ด้วยความเชื่อว่าการสืบสอบจะเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและเกมจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ตัวอย่างวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนที่มีบริบททางการเกษตรของชุมชนที่เป็นพื้นที่เปราะบางต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ การวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 12 คาบเรียน โดยใช้แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 24 ข้อ และแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่เป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 21 ข้อ พบว่า นักเรียนมีร้อยละของความเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมเหมาะสำหรับเนื้อหาการเรียนรู้ที่เป็นระบบและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ในการตัดสินใจ

คำสำคัญ: ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เกม

A Study on Climate Understanding and Climate Awareness of Lower Secondary School Students after Learning through Inquiry and Games

Abstract

Global climate change is an important issue. Thailand, as an agricultural country, must confront and deal with the climate change and its impact. People need to be prepared for the global sustainable development. Youth must try to live in a low-carbon society. Believing that inquiry-based instruction allows students to construct their own understanding and games can help with meaningful learning, we measure students' climate understanding and climate awareness after learning through inquiry and games. The sample was seventh-grade students who participate in the study for six weeks. Their school was selected purposively due to its vulnerability in terms of sensitivity to climate change. The data were collected using climate understanding multiple-choice questions and Likert-scale type questionnaire to measure students' climate awareness. The results show that students' climate understanding and climate awareness were increased significantly. However, inquiry-based instruction and games are only suitable for subject matter that behaves like a system and must allow students to make decisions.

Keywords: Climate understanding, Climate awareness, Inquiry-based instruction, Games

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกเป็นประเด็นปัญหาที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของมนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Initiative, 2010) ซึ่งมั่นใจมากกว่าอุณหภูมิของโลกโดยเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเป็นผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ตั้งแต่ปี 1750 (Global Change Research Program [GCRP], 2009) การเตรียมพร้อมพลเมืองโลกเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืนและการจัดการความยากจน (Climate Change Initiative, 2010; Nations, 2015) เป็นก้าวที่สำคัญในการเผชิญหน้ากับความท้าทายและโอกาสในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

สำหรับประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศเกษตรกรรมต้องเผชิญหน้าและรับมือกับสถานการณ์และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฤดูกาล การเกิดภัยพิบัติรุนแรง และการแพร่กระจายของเชื้อโรคและโรคอุบัติใหม่ มีการจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 เพื่อเป็นฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2559) และจัดทำแผนแม่บทระยะยาวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ.2558 – 2593 มีเป้าหมายเพื่อให้ประเทศไทยมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558) ประเทศไทยมีอัตราการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกเฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นในทุกปี โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินป่าไม้ และการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 37 ของการปล่อยแก๊สเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558) ในขณะที่อัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้อันเป็นแหล่งดูดกลับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับเพิ่มสูงขึ้น

จังหวัดน่านมีพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นพื้นที่ภูเขาและป่าต้นน้ำซึ่งถือเป็นแหล่งทรัพยากรป่าไม้สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศ (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน, 2561) ในขณะเดียวกันพบว่าจังหวัดน่านเป็นพื้นที่ที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศจากกิจกรรมทางการเกษตรและการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นทุกปี (มูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานตามแนวพระราชดำริและสถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ, 2557) เนื้อที่ป่าไม้ของจังหวัดน่านมีอัตราการลดลงถึงร้อยละ 10 อย่างรวดเร็วในระยะเวลาเพียง 5 ปี (กรมป่าไม้, 2561) นอกจากนี้ สวนพารมและพื้นที่นอกการเกษตรส่วนใหญ่ถูกสร้างและปรับปรุงขึ้นเพื่อเป็นแหล่งรองรับนักท่องเที่ยว ซึ่งในแต่ละปีมีนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าสู่จังหวัดน่านประมาณ 7 แสนคน (สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน, 2560) ซึ่งเพิ่มปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการคมนาคมและกิจกรรมภายในชุมชนที่เพิ่มสูงขึ้น การพัฒนาเพื่อให้เยาวชนในพื้นที่มีความรู้ความเข้าใจ เกิดความตระหนักและเห็นคุณค่า รวมทั้งมีส่วนร่วมในการรักษาทรัพยากรป่าไม้ของจังหวัดน่านให้ยั่งยืน (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน, 2561) จึงจำเป็นเพื่อให้พร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงสู่สังคมเมืองอันเนื่องมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของชุมชนที่ปรับเปลี่ยนให้ชุมชนในอนาคตมีเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและสามารถวางแผนการดำเนินชีวิตเพื่อยุติความยากจนได้

งานวิจัยนี้จึงเลือกพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการรู้สภาพภูมิอากาศให้กับนักเรียน โดยหวังว่าการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมจะสามารถพัฒนาให้นักเรียนซึ่งเป็นเยาวชนในจังหวัดน่านมีความรู้ความเข้าใจและเกิดความตระหนักที่พร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงสู่สังคมเมืองอันเนื่องมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของชุมชนภายใต้บริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยงานวิจัยนี้มีรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นที่มีตัวอย่างกลุ่มเดียว คือ

นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 33 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบยกลกลุ่ม ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในจังหวัดน่านซึ่งถูกเลือกมาอย่างเจาะจงอันเนื่องมาจากบริบทของชุมชนทางเกษตรกรรมและมีแนวโน้มในการพัฒนาทางเศรษฐกิจท่องเที่ยวอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้ใช้แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับการใช้เกมเป็นเวลา 6 สัปดาห์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคะแนนเฉลี่ยและระดับของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม
2. เพื่อศึกษาคะแนนเฉลี่ยและระดับของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

การทบทวนวรรณกรรม

ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

การรู้สภาพภูมิอากาศ

การรู้สภาพภูมิอากาศ (climate literacy) คือองค์ความรู้และวิธีการทำความเข้าใจความรู้ รวมทั้งการปฏิบัติตามความรู้นั้น (Dupigny-Giroux, 2016) แม้ว่าจะยังไม่มีข้อกำหนดนิยามของการรู้สภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจนแต่ในเอกสารที่มีการอธิบายเกี่ยวกับการรู้สภาพภูมิอากาศระบุว่า การรู้สภาพภูมิอากาศหมายถึงความเข้าใจเกี่ยวกับอิทธิพลของบุคคลต่อสภาพภูมิอากาศและอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศต่อตนเองและสังคม (Clifford & Travis, 2018; GCRP, 2009) ดังนั้น การรู้สภาพภูมิอากาศจึงเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างสภาพภูมิอากาศกับบุคคลและสังคม รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากการตระหนักถึงบทบาทของมนุษย์ต่อสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุถึงองค์ประกอบและระดับการรู้สภาพภูมิอากาศไว้ว่าส่งผลต่อกันเป็นลำดับ (McNeill & Vaughn, 2012; Miléř & Sládek, 2011; Niepold et al., 2007) โดยงานวิจัยนี้กำหนดองค์ประกอบของการรู้สภาพภูมิอากาศไว้ 3 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ และพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ โดยเชื่อว่าความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อพฤติกรรมต่อสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจึงเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาการรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนต่อไปในอนาคต

ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุถึงความหมายของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศที่มีความสอดคล้องกับที่โครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งสหรัฐอเมริกาได้ระบุว่าความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลกและวิธีการเข้าถึงข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ (GCRP, 2009) ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์และระบบภูมิอากาศองค์รวมที่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Clifford & Travis, 2018; Azevedo & Marques, 2017; McNeill & Vaughn, 2012; Dupigny-Giroux, 2010; Basu et al., 2009) ทั้งนี้ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศไม่ได้เป็นเพียงความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในเนื้อหานั้นด้วย

(Harrington, 2008) เข้าใจว่าความเข้าใจความเชื่อมโยงของระบบภูมิอากาศเป็นกระบวนการที่ต้อง (Dupigny-Giroux, 2008; McCaffrey & Buhr, 2008) และระบบภูมิอากาศของโลกที่มีอยู่ถูกจำลองขึ้นจากการสมมติฐานและการพยากรณ์ (Niepold et al., 2007) ดังนั้น ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจึงเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำคัญของระบบภูมิอากาศโลก รวมทั้งรู้วิธีการเข้าถึงข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ โดยงานวิจัยนี้กำหนดองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศจากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ระบุเกี่ยวกับองค์ประกอบของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ (Azevedo & Marques, 2017; Dupigny-Giroux, 2010; GCRP, 2009; Niepold, Herring, & McConville, 2008) ไว้ 3 ด้าน ได้แก่ (a) ความรู้เนื้อหา (content knowledge) คือ ความเข้าใจในโมโนทัศน์และหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิอากาศ รวมทั้งเข้าใจอิทธิพลระหว่างบุคคลและสภาพภูมิอากาศ (b) ความรู้กระบวนการ (procedural knowledge) คือ ความรู้กระบวนการที่จะได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ และ (c) ความรู้ญาณวิทยา (epistemic knowledge) คือ ความสามารถในการตัดสินประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศนั้นสามารถเกิดขึ้นได้หลายระดับเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคล (Kahan, 2015) ซึ่งลักษณะของความเข้าใจสภาพภูมิอากาศแต่ละระดับสามารถระบุได้ (ปรับจาก Marzetta, 2016) 3 ระดับ ได้แก่ (a) ระดับเริ่มต้น (b) ระดับพื้นฐาน และ (c) ระดับสูง ซึ่งเกิดจากการมีความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และความรู้ญาณวิทยาในลักษณะที่แตกต่างกันตามความซับซ้อนของความรู้ ความเข้าใจในโมโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิธีคิดและตัดสินใจในข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ

ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (climate awareness) ได้ถูกระบุไว้ในหลายนิยาม โดยความตระหนัก (Basu et al., 2009; Dupigny-Giroux, 2008; GCRP, 2009; Harrington, 2008) เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศอาจถูกเรียกว่าเป็นความเชื่อ (McCaffrey & Buhr, 2008; Niepold et al., 2007; Wynne, 2016; Zehr, 2016) ความรู้สึก การรับรู้ (McCaffrey & Buhr, 2008; Niepold et al., 2007) หรือความกังวล (Bedford, 2016) นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุเกี่ยวกับความหมายของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศไว้ว่าเป็นการรับรู้ หรือ ความกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Azevedo & Marques, 2017) รวมทั้งเข้าใจถึงอิทธิพลของการบรรเทาและปรับตัวของมนุษย์ต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศ (Clifford & Travis, 2018) และเชื่อว่ามีสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดขึ้นโดยยอมรับจากหลักฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ (Guy, Kashima, Walker, & O'Neill, 2014) โดยความตระหนักนั้นเป็นความเชื่อเกี่ยวกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจ (McNeill & Vaughn, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับเอกสารการรู้สภาพภูมิอากาศของโครงการวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลก สหรัฐอเมริกาที่ระบุว่าความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเป็นความสนใจเกี่ยวกับสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลก รับรู้ความสัมพันธ์พื้นฐานและบทบาทระหว่างสภาพภูมิอากาศกับมนุษย์ รับผิดชอบต่อการตัดสินใจในการกระทำที่จะส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศ (GCRP, 2009) จากการพิจารณาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้สภาพภูมิอากาศที่ระบุถึงความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (Azevedo & Marques, 2017; Bedford, 2016; GCRP, 2009; Niepold et al., 2007) จึงกำหนดองค์ประกอบของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศได้ 3 ด้าน ได้แก่ (a) ความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (interest in climate science and technology) คือ ความสนใจในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และมีความตั้งใจที่จะบรรเทาความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (b) การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ (a perception of climate crisis) คือ ความเชื่อและความกังวลต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศโลก และ (c) การตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมี

ความรับผิดชอบ (make informed and responsible decisions) คือ การตัดสินใจในข้อมูลสภาพภูมิอากาศ โดยมีเหตุผลสนับสนุนและรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ ในขณะที่กำหนดระดับของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากการวิเคราะห์ลักษณะของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ (ปรับจาก Marzetta, 2016; Niepold et al., 2007) ไว้ 4 ระดับ ได้แก่ (a) ไม่สนใจในสภาพภูมิอากาศ (b) รับรู้ในสภาพภูมิอากาศ (c) ใส่ใจในสภาพภูมิอากาศ และ (d) ตระหนักในสภาพภูมิอากาศ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นความพยายามในการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Bell, Smetana, & Binns, 2005) เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในทศวรรษและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick et al., 2004; Minner et al., 2010) โดยเชื่อว่าการสืบสอบเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาบุคคล อันเกิดจากการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งทักษะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาและใช้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นของตนเองและสังคม (R. Bybee & Goodrum, 1999) การสืบสอบจึงเป็นกระบวนการของการค้นพบที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วม การสำรวจ การอธิบาย การประยุกต์ และการประเมินผล เพื่อพัฒนาโครงสร้างทางความรู้และความเข้าใจผ่านการเรียนรู้เชิงรุก การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารโดยใช้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (R. W. Bybee et al., 2006) จากความเชื่อในทฤษฎีสรณนิยม (constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนศักยภาพการเรียนรู้ (Minner et al., 2010) เพื่อให้มีการการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Piaget, 1964) และสามารถเพิ่มระดับพัฒนาการสูงขึ้นต่อไป (Langford, 2004) เนื่องจากมีนักการศึกษา นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบไว้หลากหลาย งานวิจัยนี้จึงเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน ของ BSCS 5E instructional model (R. W. Bybee et al., 2006) ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนการเรียนรู้ ได้แก่ (a) 1) ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (engagement) (b) ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (exploration) (c) ขั้นที่ 3 การอธิบาย (explanation) (d) ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (elaboration) และ (e) 5) ขั้นที่ 5 การประเมิน (evaluation)

การใช้เกมเพื่อสนับสนุนทางการศึกษา

เกมถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนทางการศึกษาโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะและเสริมสร้างการเรียนรู้ จากกิจกรรมบันเทิง (Ratan & Ritterfeld, 2009) โดยเกมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กลายมาเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการสนับสนุนการให้ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Wu & Lee, 2015) เนื่องจากสนับสนุนให้เกิดการคิดเชิงลึกที่ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจระบบที่มีความซับซ้อน (Squire, 2008) ทำให้นักเรียนเข้าใจและการมองเห็นอนาคตและผลของการกระทำ (Wu & Lee, 2015) ซึ่งเป้าหมายของเกมเป็นสิ่งท้าทายในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ที่ไม่สามารถสร้างและควบคุมได้ในโลกแห่งความเป็นจริง มีความซับซ้อน หรือเป็นนามธรรม (Chiarello & Castellano, 2016; Prensky, 2003) การเรียนรู้โดยใช้เกมจึงเป็นการใช้เกมในการเป็นเครื่องมือทางการศึกษาเพื่อช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และสามารถเรียนรู้โมทัศน์ที่มีความซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้นผ่านประสบการณ์ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ ภายใต้แนวคิดของทฤษฎีแรงจูงใจ (motivation theory) ที่เชื่อว่าแรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำไปสู่พฤติกรรมบางประการในการพัฒนาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแรงจูงใจเกิดได้จากการได้รับความท้าทายเพื่อนำไปการเกิดความรู้หรือทักษะใหม่ (Malone, 1981) นอกจากนี้ แรงจูงใจยัง

นำไปสู่การแสดงพฤติกรรมในการเรียนรู้ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) จากโอกาสให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดของตนเองและสะท้อนความรู้ของตนเองเพื่อสร้างความรู้ใหม่ ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีความรู้ที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น (Ausubel, 2012)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม

การศึกษาการใช้แนวทางการสืบสอบในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเนื้อในที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิอากาศ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนและสามารถอธิบายความรู้และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้ดียิ่งขึ้น (Bush et al., 2017; McNeal et al., 2008) สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งสนับสนุนให้นักเรียนการเรียนรู้ความเชื่อมโยงระดับโลกและระดับท้องถิ่นตามสภาพจริง (Castek & Dwyer, 2018) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกมในการพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นโดยสามารถอธิบายความเชื่อเกี่ยวกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นเหตุเป็นผล (McNeill & Vaughn, 2012) นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อแก๊สเรือนกระจก รวมทั้งสามารถหาแนวทางบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเข้าใจกิจกรรมทางการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศได้คล้ายกับบริบทจริงของตนเอง (Hansen et al., 2018; Reckien & Eisenack, 2013) และสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในด้านการกระตุ้นความสนใจและการเรียนรู้เนื้อหา (Fung et al., 2015) จากผลการวิจัยดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกม ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่กระตุ้นความสนใจนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจ การอธิบาย การประยุกต์ และการประเมินผลผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเกมสนับสนุน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน (5E instructional model) โดยมีการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบขั้นการสร้างแรงบันดาลใจ การสำรวจและค้นหา การขยายความรู้ หรือการประเมิน โดยดูความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของเกมนับกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอนเป็นหลัก

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

งานนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-experimental design) โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความรู้สภาพภูมิอากาศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งมีตัวอย่างวิจัยคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 33 คนในโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดน่านที่ได้โรงเรียนจากการเลือกแบบเจาะจงอันเนื่องมาจากบริบทของชุมชนทางการเกษตรที่มีความเปราะบางต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศและกำหนดห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มเพื่อทำการสุ่มอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.

เครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้คือแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมที่มีสาระสำคัญครอบคลุมใน 3 ประเด็นหลักของระบบภูมิอากาศ ได้แก่ (a) สภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (b) ปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน (c) อิทธิพลระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศ ซึ่งกำหนดโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผนที่มีการเรียงลำดับเนื้อหาตามพื้นฐานของมโนทัศน์

สำคัญในการนำไปสร้างความรู้ใหม่ ได้แก่ 1) พายุ 2) สภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ 4) ปรากฏการณ์เรือนกระจกและภาวะโลกร้อน 5) ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม 6) การลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ใช้รูปแบบการสืบสอบแบบ 5 ขั้นตอน โดยใช้หลักการประเมินความสอดคล้อง (Index of Item - Objective Congruence: IOC) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยได้แก่ นักวิชาการด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ นักวิชาการด้านการใช้เกมเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ นักวิชาการด้านความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการนิเทศมากกว่า 5 ปี รวม 4 ท่าน พบว่า มีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ (IOC: 0.75 – 1) โดยได้ปรับแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้วนำไปทดลองใช้ หลังจากนั้นปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้อีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้จริง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีจำนวน 2 ชุด ได้แก่ (a) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ เป็นข้อสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ชุด ชุดละ 24 ข้อ โดยกำหนดน้ำหนักองค์ประกอบความรู้เนื้อหาความรู้กระบวนการ และความรู้ฐานวิทยาในอัตราส่วน 4:1:1 (Azevedo & Marques, 2017) ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญในด้านความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และผู้เชี่ยวชาญด้านสภาพภูมิอากาศตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำ พบว่า มีค่า IOC ตั้งแต่ -0.33 ถึง 1 (IOC $\geq$ 0.5) โดยได้ปรับแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้วนำไปใช้จริง และ (b) แบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 21 ข้อ โดยกำหนดน้ำหนักองค์ประกอบด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศ และการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินทางจิตวิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และผู้เชี่ยวชาญในด้านความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้คำแนะนำ พบว่า มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.33 – 1 (IOC $\geq$ 0.5) โดยได้ปรับแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้วนำไปใช้จริง

การวิเคราะห์ข้อมูล

งานนี้มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (one group pretest-posttest design) โดยใช้คะแนนที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและแบบวัดความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบรวมกับการใช้เกมเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศจากสถิติทดสอบที (t-test) รวมทั้งใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย (M) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ (Mร้อยละ) เพื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของคะแนนเฉลี่ยและระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศในภาพรวมและรายองค์ประกอบ

ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (a) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ

ฉบับก่อนเรียน และ (b) แบบวัดความเข้าใจสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน ซึ่งมีคะแนนเต็มตามจำนวนข้อคำถามในแบบวัดจำนวน 24 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน

	คะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				ระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ
			M	Mร้อยละ	S.D.	t-test p-value	
ความรู้เนื้อหา	ก่อนเรียน	4	1.42	35.61	1.00	.392 .697	เริ่มต้น
	หลังเรียน		1.52	37.88	0.91		เริ่มต้น
ความรู้กระบวนการ	ก่อนเรียน	4	1.42	35.61	1.00	.392 .697	เริ่มต้น
	หลังเรียน		1.52	37.88	0.91		เริ่มต้น
ความรู้ญาณวิทยา	ก่อนเรียน	4	1.30	32.58	1.02	3.567 .001	เริ่มต้น
	หลังเรียน		2.09	52.27	0.95		พื้นฐาน
ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศ	ก่อนเรียน	16	8.00	33.33	2.63	4.281 .000	เริ่มต้น
	หลังเรียน		10.76	44.82	3.76		เริ่มต้น

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (Dependent t-test) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 44.82 ซึ่งมากกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 33.33 จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความเข้าใจสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจสภาพภูมิอากาศโดยรวม พบว่า นักเรียนยังคงอยู่ในระดับ เริ่มต้น ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

เมื่อพิจารณาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศรายองค์ประกอบ พบว่า (a) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาและความรู้ญาณวิทยาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยระดับของความรู้เนื้อหาไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่ระดับของความรู้ญาณวิทยาเพิ่มขึ้น 1 ระดับ คือ จากระดับเริ่มต้น เป็นระดับ พื้นฐาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (b) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้กระบวนการเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีระดับความรู้กระบวนการไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนเรียน

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและระดับความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (a) แบบวัดความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศฉบับก่อนเรียน และ (b) แบบวัดความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศฉบับหลังเรียน ซึ่งมีคะแนนเต็มตามจำนวนข้อคำถามในแบบวัดจำนวน 5 คะแนน จากแบบวัดจำนวน 21 ข้อ ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระดับความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	คะแนน เต็ม	ค่าสถิติ			ระดับความ ตระหนักรู้ต่อ สภาพภูมิอากาศ	
		M	Mร้อยละ	S.D.	t-test	p-value
ความสนใจใน วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	ก่อนเรียน	3.04	60.78	0.29	4.848	.000
	หลังเรียน	3.41	68.14	0.38		
การรับรู้ถึงปัญหา สภาพภูมิอากาศ	ก่อนเรียน	3.38	67.53	0.49	-1.105	.917
	หลังเรียน	3.37	67.36	0.38		
การตัดสินใจ ภายใต้ข้อมูลและ มีความ รับผิดชอบ	ก่อนเรียน	2.83	56.62	0.45	5.206	.000
	หลังเรียน	3.45	69.00	0.61		
ความตระหนักรู้ต่อ สภาพภูมิอากาศ	ก่อนเรียน	3.08	61.65	0.22	4.695	.000
	หลังเรียน	3.41	68.17	0.36		

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศโดยรวมหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 68.17 ซึ่งมากกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 61.65 เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระจึงกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ นักเรียนมีความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศอยู่ในระดับ ใส่ใจในสภาพภูมิอากาศ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่คะแนนของการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศลดลงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยระดับองค์ประกอบความตระหนักรู้ต่อสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 องค์ประกอบยังคงอยู่ในระดับใส่ใจในสภาพภูมิอากาศไม่แตกต่างจากก่อนเรียน

อภิปรายผล

ความเข้าใจสภาพภูมิอากาศด้านเนื้อหาและด้านญาณวิทยาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน เนื่องจากก่อนหน้านี้ นักเรียนยังไม่ได้เคยผ่านการเรียนรู้ในเนื้อหาที่มีความสำคัญสำหรับการนำไปใช้สร้างความรู้ที่เกี่ยวกับระบบสภาพภูมิอากาศ อาทิ วัฏจักรคาร์บอน และการไหลของน้ำแข็ง เป็นต้น (Drewes, Henderson, & Mouza, 2018) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการใช้เกมจึงทำให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของความเข้าใจสภาพ

ภูมิอากาศเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ นักเรียนที่เป็นตัวอย่างวิจัยอาศัยในพื้นที่เปราะบางซึ่งมีบริบทเป็นชุมชนเกษตรกรรม นักเรียนจึงมีประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับกิจกรรมทางการเกษตรที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจในสภาพภูมิอากาศด้านอุตุนิยมวิทยาร่วมกับกิจกรรมในการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินและตัดสินผลของสถานการณ์สภาพภูมิอากาศจากความรู้ เนื่องจากเศรษฐกิจและสังคมมีส่วนอย่างมากในการสนับสนุนให้เข้าใจถึงความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของคนที่อยู่ในชุมชนเกษตรกรรม (Quiroga, Suárez, & Solís, 2015) ในขณะที่ความรู้กระบวนการหลังเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างจากก่อนเรียนเป็นเพราะนักเรียนไม่เคยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบมาก่อน ซึ่งทำให้นักเรียนต้องปรับพฤติกรรมการเรียนรู้ในช่วงแรก โดยพบว่านักเรียนสามารถปรับตัวได้เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 ของการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยที่สัมภาษณ์ประสบการณ์ของครูที่เปลี่ยนมาใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ซึ่งระบุว่าในสัปดาห์แรกของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เมื่อครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะตอบคำถามในมุมมองของตนเอง ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตคำตอบของเนื้อหาที่ครูคาดหวังว่านักเรียนจะตอบ (Zhang et al., 2018) แสดงให้เห็นว่านักเรียนจะต้องใช้เวลาระยะหนึ่งเพื่อกับการปรับพฤติกรรมในการเรียนเพื่อให้อ่านความรู้ใหม่จากกระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบ

ความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีระดับที่ไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศของนักเรียนอยู่ในระดับใส่ใจในสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นระดับความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างสูงอยู่แล้วในตอนก่อนเรียน เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบพบว่าการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศและการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบมีคะแนนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนน เนื่องจากบุคคลที่อยู่ในพื้นที่มีสังคมเศรษฐกิจที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีการรับรู้ต่อสถานการณ์สภาพภูมิอากาศที่สูง (Quiroga et al., 2015) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีการรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศที่สูงตั้งแต่อ่านเรียน และสังเกตได้ว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนสูงกว่าองค์ประกอบที่เหลือคือความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลและมีความรับผิดชอบต่อร้อยละ 6.75 และ 10.91 จึงส่งผลให้การรับรู้ถึงปัญหาสภาพภูมิอากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยเมื่อทดสอบด้วยสถิติทดสอบที

ข้อเสนอแนะ

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบรวมกับการใช้เกมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นระบบและเนื้อหาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์และตัดสินใจเพื่อเรียนรู้ผลจากการตัดสินใจนั้น

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น ซึ่งเป็นการศึกษาข้อมูลในเชิงปริมาณเป็นหลักเนื่องจากมีข้อจำกัดของระยะเวลาในการทำวิจัย ดังนั้น เพื่อให้มีข้อมูลในการพัฒนาความเข้าใจสภาพภูมิอากาศและความตระหนักต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบอื่นเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก เช่น การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบอัตนัยร่วมกับการสัมภาษณ์เป็นรายกรณี เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. ด้านมนุษยศาสตร์-สังคมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุน

เงินทุนการวิจัยตลอดโครงการวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิที่สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงานวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกทราบบ้างในความเอื้ออาทรและความช่วยเหลือจากครอบครัวและเพื่อนที่ให้ทั้งกำลังใจและคำปรึกษาในทุกกระบวนการทำวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้ (Producer). (2561). เนื้อที่ป่าไม้ของประเทศไทยปี พ.ศ.2516-2560. Retrieved from <http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=72>
- มูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานตามแนวพระราชดำริและสถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ. (2557). รักษ์ป่านานปลูกป่าปลูกคน. Retrieved from <http://www.maefahluang.org/wp-content/uploads/2017/11/Rak-Pa-Nan.pdf>
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2559). รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2 พ.ศ.2559 (ป. ว. อำนาจ ชิดไธสง, มัทนพรรณ จิวเจียม, อัครมน ลิมสกุล, ศุภกร ชินวรรณ และชโลธร แก่นสันติสุขมงคล Ed.). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ. ศ.๒๕๕๘-๒๕๙๓. Retrieved from: shorturl.at/aTUYZ
- สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดน่าน. (2561). หลักสูตรรักษ์ป่านาน. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1XQ2oBFtXS2ECrFXAla158n3cviPz-sYm/view>
- สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน (Producer). (2560, 3 March 2562). สถิติน่าสนใจในจังหวัดน่าน. Retrieved from http://nan.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=category&id=111&Itemid=510
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H. l. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419. Ausubel, 2012
- Azevedo, J., & Marques, M. (2017). Climate literacy: a systematic review and model integration. *International Journal of Global Warming*, 12(3-4), 414-430. doi:10.1504/IJGW.2017.084789
- Basu, S. J., Barton, A. C., Clairmont, N., & Locke, D. (2009). Developing a framework for critical science agency through case study in a conceptual physics context. *Cultural studies of science education*, 4(2), 345-371. Bedford, 2016
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33. Bush et al., 2017
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs*, 5, 88-98.
- Bybee, R., & Goodrum, D. (1999). Teaching Science as Inquiry. In *Teaching Science as Inquiry* (pp. 1-17).

- Castek, J., & Dwyer, B. (2018). Think Globally, Act Locally: Teaching Climate Change Through Digital Inquiry. *The Reading Teacher*, 71(6), 755-761.
- Chiarello & Castellano, 2016
- Clifford, K. R., & Travis, W. R. (2018). Knowing climate as a social-ecological-atmospheric construct. *Global Environmental Change*, 49, 1-9.
- Climate Change Initiative, U. (2010). Climate change education for sustainable development. In: Paris.
- Drewes, A., Henderson, J., & Mouza, C. (2018). Professional development design considerations in climate change education: teacher enactment and student learning. *International Journal of Science Education*, 40(1), 67-89.
- Dupigny-Giroux, L. A. L. (2010). Exploring the challenges of climate science literacy: Lessons from students, teachers and lifelong learners. *Geography Compass*, 4(9), 1203-1217.
- Dupigny-Giroux, L. A. L. (2016). Climate Literacy. International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, *Environment and Technology*, 1-5.
- Dupigny-Giroux, L.-A. L. (2008). Introduction—climate science literacy: a state of the knowledge overview. *Physical Geography*, 29(6), 483-486.
- Fung, M. K., Tedesco, L. R., & Katz, M. E. (2015). Games and climate literacy. *Nature Geoscience*, 8(8), 576.
- GCRP, U. (2009). Climate literacy: the essential principles of climate science. In (2 ed.): US Global Change Research Program.
- Guy, S., Kashima, Y., Walker, I., & O'Neill, S. (2014). Investigating the effects of knowledge and ideology on climate change beliefs. *European Journal of Social Psychology*, 44(5), 421-429.
- Hansen, A., Schneider, K., & Lange, J. (2018). Games for Knowledge Transfer and as a Stimulus for Climate Change Mitigation in Agriculture—Lessons Learned from a Game Prototype. In *Handbook of Climate Change Communication: Vol. 3* (pp. 197-208): Springer.
- Harrington, J. (2008). Misconceptions: Barriers to improved climate literacy. *Physical Geography*, 29(6), 575-584.
- Kahan, D. M. (2015). Climate-science communication and the measurement problem. *Political Psychology*, 36, 1-43.
- Langford, P. E. (2004). *Vygotsky's developmental and educational psychology*: Psychology Press.
- Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive science*, 5(4), 333-369.
- Marzetta, K. L. (2016). Changing the climate of beliefs: A conceptual model of learning design elements to promote climate change literacy. *Journal of Sustainability Education*, 16, 1-18.

- McCaffrey, M. S., & Buhr, S. M. (2008). Clarifying climate confusion: Addressing systemic holes, cognitive gaps, and misconceptions through climate literacy. *Physical Geography*, 29(6), 512-528.
- McNeal, K. S., Miller, H. R., & Herbert, B. E. (2008). The effect of using inquiry and multiple representations on introductory geology students' conceptual model development of coastal eutrophication. *Journal of Geoscience Education*, 56(3), 201-211.
- McNeill, K. L., & Vaughn, M. H. (2012). Urban high school students' critical science agency: Conceptual understandings and environmental actions around climate change. *Research in science education*, 42(2), 373-399.
- Miléř, T., & Sládek, P. (2011). The climate literacy challenge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 12, 150-156.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Nations, U. (2015). United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved from <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Retrieved 20 October 2018, from United Nations <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
- Niepol, F., Herring, D., & McConville, D. (2007). *The case for climate literacy in the 21st Century*. Paper presented at the 5th International Symposium on Digital Earth.
- Niepol, F., Herring, D., & McConville, D. (2008). The role of narrative and geospatial visualization in fostering climate literate citizens. *Physical Geography*, 29(6), 529-544.
- Prensky, M. (2003). COMPUTER GAMES AND LEARNING: DIGITAL GAME-BASED LEARNING. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21.
- Quiroga, S., Suárez, C., & Solís, J. D. (2015). Exploring coffee farmers' awareness about climate change and water needs: Smallholders' perceptions of adaptive capacity. *Environmental Science & Policy*, 45, 53-66.
- Ratan, R. A., & Ritterfeld, U. (2009). Classifying serious games. In *Serious games* (pp. 32-46): Routledge.
- Reckien, D., & Eisenack, K. (2013). Climate change gaming on board and screen: A review. *Simulation Gaming*, 44(2-3), 253-271. Squire, 2008
- Wu, J. S., & Lee, J. J. (2015). Climate change games as tools for education and engagement. *Nature Climate Change*, 5(5), 413.
- Wynne, B. (2016). Misunderstood misunderstanding: Social identities and public uptake of science. *Public understanding of science*, 1, 281-304.
- Zehr, S. C. (2016). Public representations of scientific uncertainty about global climate change. *Public understanding of science*, 9(2000), 85-103.

Zhang, J., Tao, D., Chen, M.-H., Sun, Y., Judson, D., & Naqvi, S. (2018). Co-organizing the collective journey of inquiry with idea thread mapper. *Journal of the Learning Sciences*, 27(3), 390-430.