

การพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Developing Grade 10 Students' Scientific Explanation Skill using Game-based Inquiry

รัชกร เวชวรนนท์ (Ratchakorn Wetworanan)*ดร.เอกรัตน์ ทานาค (Dr.Akarat Tanak)**

ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา (Dr.Chatree Faikumta)*** สุรเดช ศรีธา (Suradet Sritha)****

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ฮอว์โมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่การสร้างข้อกล่าวอ้างการเลือกใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นปานกลาง (ร้อยละ 38.62) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ในเรื่องที่ 1 ไปเรื่องที่ 2 ทั้ง 3 องค์ประกอบจากระดับต่ำ (1.55) เป็นระดับปานกลาง (2.11) และยังพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งผลนักเรียนมีทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลพัฒนาควบคู่กัน

ABSTRACT

This research aimed to study the development of grade 10 students' scientific explanation skill using Game-based Inquiry. The participants were 22 grade 10 students of a school located in Bangkok. The research instruments were two scientific explanation skill tests covered the topics of plant hormones and plant responses to stimuli. The obtained data were analyzed quantitatively using mean and percentage, and qualitative data of three components of scientific explanation skills including claim, evidence and reasoning were analyzed by content analysis. The result revealed that the students' scientific explanation skill was developed by game-based inquiry (38.62%). In addition, three components of the scientific explanation skill were increased from first lesson plan to second lesson plan; low level (1.55) to intermediated level (2.11). Furthermore, game-based inquiry could develop evidence skill and reasoning skill simultaneously.

คำสำคัญ: การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

Keywords: Scientific Explanation, Game-based Inquiry

*นิสิต หลักสูตรหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

***รองศาสตราจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

****ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

โลกในยุคปัจจุบันถือเป็นโลกแห่งข้อมูลข่าวสารจำนวนมากและหลากหลายช่องทางโดยข้อมูลเหล่านั้นมีทั้งที่เป็นข้อเท็จจริงและหลอกลวง ดังนั้นการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จึงเป็นสมรรถนะที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน นักเรียนผู้ซึ่งเป็นบุคลากรในอนาคตจะต้องสามารถตัดสินใจโดยใช้วิจารณญาณในการเลือกเชื่อถือข้อมูลเนื่องจากการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยในการตัดสินใจมีความรู้ความสามารถที่จะประเมินคุณภาพของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ และลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือประกอบการตัดสินใจ (National Science Education Standards, 1996) ทักษะที่สำคัญประการหนึ่งที่ช่วยในการคัดกรองข้อมูลอันเป็นเท็จและนำไปสู่การเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมและเป็นข้อเท็จจริงซึ่งเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้กับนักเรียน คือทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific explanations skill) หากพิจารณาถึงคำนิยามหรือ คำจำกัดความของคำว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความพยายามที่จะระบุ หรืออธิบายถึงลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยอ้างอิง จากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่นักเรียนเป็นผู้ค้นพบด้วยตนเอง และเกิดการพัฒนารวมถึงการยอมรับหรือปฏิเสธคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต่างออกไป (alternative explanations) (McNeill, Lizotte and Krajcik et al., 2006) ทั้งนี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการ สะท้อนให้เห็นทักษะของนักเรียนในด้านการประมวล การประยุกต์ และการสื่อสารความรู้ผ่านข้อกล่าวอ้าง (claim) ซึ่งประกอบ กับหลักฐานเชิงประจักษ์ (evidence) ที่นักเรียนเป็นผู้ค้นพบหรือได้รับจากข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และให้เหตุผล (reasoning) เพื่อเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเข้าด้วยกัน (McNeill, Lizotte and Krajcik et al., 2006)

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างไม่ตรงกับเนื้อหา เลือกใช้หลักฐานไม่เหมาะสม และให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hsiu-Ting Yang and Kuo-Hua Wang (2014) พบว่านักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่มีประสิทธิภาพได้ กล่าวคือนักเรียนเลือกใช้หลักฐานที่ไม่เหมาะสมจึงไม่สามารถใช้สนับสนุนกับ ข้อกล่าวอ้างของตนเอง รวมถึงนักเรียนยังเลือกใช้หลักฐานเพียงหลักฐานเดียวมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนเพียงไม่กี่คนเท่านั้นที่สามารถให้เหตุผลที่สอดคล้องกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้างของตนงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่านักวิจัยและนักการศึกษาจำนวนมากให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพยายามหาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ มาใช้ในการส่งเสริมทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น การเสริมต่อการเรียนรู้ด้วยวาจา (Songer et al., 2013) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ 3 มิติ (Novak et al., 2018) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Hsin-Kai Wu & Chou-En Hsieh, 2006) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (สันติชัย, 2557) แต่ผลจากการใช้วิธีการที่กล่าวมาข้างต้นยังพบว่ายังไม่สามารถพัฒนาทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลของนักเรียนได้เท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการดังกล่าวยังไม่สามารถจัดสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันผ่านสถานการณ์ที่ทำนายสำหรับผู้เรียน ซึ่งการร่วมมือกันระหว่างนักเรียนจะช่วยให้เด็กเกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Vygotsky, 1978) ผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานพบว่าเกมเป็นเครื่องมือที่ผู้สอนใช้ในการกระตุ้น ให้นักเรียนมีความสนใจในสถานการณ์ที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีความโดดเด่นคือการเกิดประสบการณ์โดยตรงของนักเรียน การสร้างประสบการณ์ที่ทำนาย และสร้างเสริมความร่วมมือกันระหว่างนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสร้างสภาพแวดล้อมที่มีแรงจูงใจสูงเพื่อดึงดูดให้นักเรียนเกิดความสนใจ (Ramsi, 2015) ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันภายใต้เงื่อนไขที่

ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ที่ท้าทาย แต่อย่างไรก็ตามการใช้เกมเพื่อจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาส่วนใหญ่การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมาเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ได้ส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน เช่น ใช้เกมเพื่อดึงดูดความสนใจเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม (Paraskeva et al., 2010) และใช้เกมเพื่อสรุปหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียน (Ramsi, 2015) ดังนั้นการการผนวกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเข้าด้วยกันโดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยประเด็นที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนแสดงทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้าง จากนั้นจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เกิดประสบการณ์ขณะเล่นเกมเพื่อให้นักเรียนหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น ตามด้วยการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานสนับสนุนและสมเหตุสมผลร่วมกันจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ เนื่องด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือส่วนหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงต้องการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (game-based inquiry; GBI) เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเนื้อหาชีววิทยา เรื่องฮอร์โมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานการอุดมศึกษา (สกอ.) กระทรวงศึกษาธิการ ที่เรียนวิชาชีววิทยา ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องฮอร์โมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 22 คน ประกอบด้วย นักเรียนชาย 10 คน และนักเรียนหญิง 12 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการเรียนรู้และกำหนดคาบของการสอนเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ดังนี้ ฮอร์โมนพืช จำนวน 1 แผน (3 คาบ) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช จำนวน 1 แผน (3 คาบ) โดยในแต่ละแผนผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ใช้แบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือวิจัยจำนวน 2 ชุดตามเนื้อหาที่สอน ได้แก่ ชุดที่ 1 คือเรื่องฮอร์โมนพืช และชุดที่ 2 คือเรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช โดยแบบวัดแต่ละชุดจะประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ข้อ โดยมีสถานการณ์ที่แตกต่างกัน หากคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 3 ท่าน และครูประจำการในโรงเรียน 1 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ก่อนนำไปปรับใช้จริง ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการ วิเคราะห์ผลจากแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนาเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องฮอร์โมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชจากเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เฉพาะเรื่องของ McNeill and Krajcik (2008) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง โดยระดับต่ำหมายถึงนักเรียนไม่มีหรือมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ต่ำ เช่น ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจน เลือกลงหลักฐานที่ไม่ถูกต้อง และให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างและหลักฐานหรือไม่ถูกต้อง ระดับปานกลางหมายถึงนักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถเลือกลงหลักฐานได้ถูกต้อง

เหมาะสม แต่อาจมีบางประเด็นที่ไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอ และสามารถให้เหตุผลสอดคล้องระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง เหมาะสมและเพียงพอ แต่อาจมีบางประเด็นที่ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือไม่เพียงพอ ส่วนระดับสูงหมายถึง นักเรียนมีทักษะในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง เลือกใช้หลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอกับข้อกล่าวอ้าง และสามารถให้เหตุผลสอดคล้องระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง เหมาะสมและเพียงพอ และวิเคราะห์หาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานทั้ง 2 แผน โดยการคำนวณหาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน (Development Score or Gain Score) ซึ่งมีการเสนอ หลักการคำนวณ โดย ศิริชัย กาญจนวาสี (2557) ดังนี้

$$GS (\%) = \frac{(Y - X)100}{(F - X)}$$

GS (%) = คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน

X = คะแนนก่อนเรียน

Y = คะแนนหลังเรียน

F = คะแนนเต็ม

โดยมีการแบ่งสัดส่วนคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ดังนี้

76 – 100	คะแนน	หมายถึง พัฒนาการระดับสูงมาก
51 – 75	คะแนน	หมายถึง พัฒนาการระดับสูง
26 – 50	คะแนน	หมายถึง พัฒนาการระดับปานกลาง
1 – 25	คะแนน	หมายถึง พัฒนาการระดับต้น
0	คะแนน	หมายถึง ไม่มีพัฒนาการ
	คะแนนติดลบ	หมายถึง พัฒนาการลดลง

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยได้เก็บข้อมูลหลังเรียนเรื่องฮอว์โมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ระดับของทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ระดับของทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจัดกลุ่มองค์ประกอบของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ การสร้างข้อกล่าวอ้าง การเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผล เป็น 3 ระดับตามระดับความสมบูรณ์ของทักษะได้ผลดังภาพที่ 1 ซึ่งสรุปข้อค้นพบได้ดังนี้

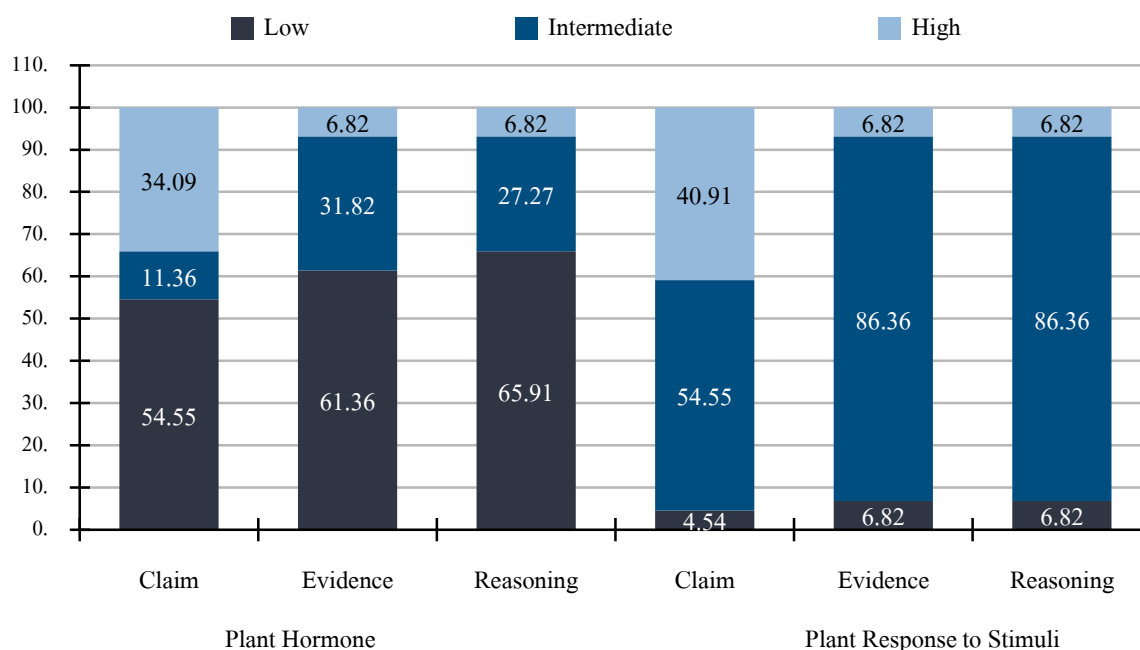


Figure 1 Percentage of Student's Ability in Making Scientific Explanation in Three Components as Claim, Evidence and Reasoning in Plant Hormone and Plant Response to Stimuli.

1. ข้อค้นพบ: นักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ในเรื่องที่ 1 ไปเรื่องที่ 2 ทั้ง 3 องค์ ประกอบจากระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง

จากผลการวิจัยข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานทำให้นักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ในเรื่องที่ 1 ไปเรื่องที่ 2 ทั้ง 3 องค์ประกอบจากระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง (Figure 1) ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องฮอร์โมนพืช พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยมีการให้เหตุผลในระดับต่ำมากที่สุด ร้อยละ 65.91 รองลงมา คือ การให้เหตุผล ร้อยละ 61.36 และข้อกล่าวอ้าง ร้อยละ 54.55 เมื่อโจทย์กำหนดชนิดของฮอร์โมนพืช A B และ C ซึ่งมี คุณสมบัติที่แตกต่างกัน พร้อมยกสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนเลือกใช้ฮอร์โมนพืชเพื่อแก้ไขปัญหาลำไยมีขนาดพวงเล็ก ซึ่งการสร้างคำอธิบายในระดับสูงนักเรียนต้องสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องว่าเป็นฮอร์โมนพืชชนิด B โดยแสดงหลักฐานเกี่ยวกับการทำงานของฮอร์โมนและผลที่เกิดจากการทำงานของฮอร์โมน และให้เหตุผลถึงการเลือกใช้ฮอร์โมนชนิด B ว่าส่งผลต่อการแก้ปัญหาลำไยมีพวงขนาดเล็กได้อย่างไร แต่กลับพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ต่ำเพราะนักเรียนเลือกตอบชนิดของฮอร์โมนไม่ถูกต้อง ส่วนการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลของนักเรียนส่วนใหญ่ก็อยู่ในระดับที่ต่ำ เนื่องจากนักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้องหรือถูกเพียงบางส่วนส่งผลให้เลือกใช้หลักฐานที่ไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอและให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้ที่นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ว่า ฮอร์โมนชนิด B ส่งผลต่อการแก้ปัญหาลำไยมีพวงขนาดเล็กได้ จึงไม่สามารถเลือกหลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

“เลือกใช้ฮอร์โมน A เพราะมีการเกิดการแบ่งเซลล์บริเวณตาข้าง ซึ่งแปลว่าแบ่งเซลล์ที่ลำต้น การแบ่งเซลล์ที่ลำต้นก็คือสาร์ A โดยฮอร์โมน A สามารถทำหน้าที่อื่นได้เหมือนกัน คือ ขยายขนาดผลไม้ ซึ่งตรงกับสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาเพราะลำไยขนาดเล็กสามารถแก้ไขได้ด้วยฮอร์โมน A

เลือกใช้ฮอร์โมน B เพราะ (เหมือนฮอร์โมน A) เนื่องจาก B มีการแบ่งเซลล์ที่ลำต้น ฮอร์โมน B ก็มีหน้าที่อื่นได้คือขยายขนาดของผลไม้

เลือกใช้ฮอร์โมน C (เพราะเหมือนฮอร์โมน A, B) สามารถแบ่งเซลล์ลำต้น (ปลายยอด) ฮอร์โมน C ก็สามารถทำหน้าที่อื่นได้คือขยายขนาดของผลไม้ เช่น ต้นไม้ (1) ต้นเตี้ยเกินไป ต้น (2) ผลไม้ขนาดเล็ก ต้น (3) ใบซีดเหลือง ต้น (4) ใบไม้ร่วงช้า จึงนำฮอร์โมน B ใส่ในทุกต้น ปรากฏว่าทุกต้นกลับมาปกติ เพราะฮอร์โมน B สามารถทำให้หลายหน้าที่ไม่ว่าการแบ่งเซลล์ ขยายขนาดผลไม้ ชะลอการแก่ชราของใบไม้พืช ใบไม้ร่วง จึงสามารถใส่ได้ทุกต้น ฮอร์โมน A ก็สามารถต้น (1) ได้ ต้น (2) ได้ ต้น (3) ได้ ต้น (4) ได้ ฮอร์โมน C ก็สามารถใส่ได้ทุกต้นเหมือนกัน เพราะฉะนั้น ฮอร์โมนชนิดหนึ่งไม่ได้มีแค่หน้าที่เดียว มีหลายหน้าที่ แต่ต้องเลือกฮอร์โมนที่แก้ปัญหาได้ถูกต้อง”

(นักเรียนรหัส S08A ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 ข้อที่ 1)

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีทักษะการเลือกใช้หลักฐานแบะการให้เหตุผลในระดับปานกลาง ร้อยละ 86.36 เท่ากัน รองลงมา คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 54.55 เมื่อโจทย์ได้กำหนดตารางระบุลักษณะของดอกทานวันที่พบในแต่ละช่วงเวลา ภาพลักษณะการเอนของต้นทานตะวันในแต่ละช่วงเวลา โดยโจทย์ต้องการทราบว่าลักษณะของต้นทานตะวันที่กำลังมาข้างต้นเป็นการตอบสนองต่อสิ่งใดและให้นักเรียนยกหลักฐานพร้อมให้เหตุผลประกอบ ซึ่งการสร้างคำอธิบายในระดับสูงนักเรียนต้องสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องว่าต้นทานตะวันมีการตอบสนองต่อแสงและอุณหภูมิ โดยแสดงหลักฐานเกี่ยวกับการตอบสนองของต้นทานตะวันในแต่ละช่วงเวลา ลักษณะการเอนของต้นและการบานของกลีบดอก และให้เหตุผลว่าแสงส่งผลให้ต้นทานตะวันเกิดการเอนตามดวงอาทิตย์ได้อย่างไร และอุณหภูมิส่งผลให้กลีบดอกเกิดการบานได้อย่างไร พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้างในระดับปานกลางเพราะนักเรียนเลือกตอบปัจจัยที่พืชตอบสนองได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน เนื่องจากนักเรียนระบุเพียงแค่ว่าพืชมีการตอบสนองต่อแสง แต่ไม่ระบุว่าพืชมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิ ส่วนการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลของนักเรียนส่วนใหญ่ก็อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนเลือกใช้หลักฐานได้เหมาะสมแต่มีบางหลักฐานที่ไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอ โดยนักเรียนใช้หลักฐานเกี่ยวกับทิศทางการหันของดอกทานตะวันเพียงอย่างเดียว และนักเรียนบางส่วนไม่ได้ใช้หลักฐานเกี่ยวกับการเอนของต้นทานตะวันและการบานของกลีบดอกในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างว่าต้นทานตะวันมีการตอบสนองต่อแสงและอุณหภูมิ และนักเรียนให้เหตุผลสอดคล้องกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้างแต่มีบางประเด็นที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เพียงพอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

“นักเรียนคิดว่าต้นทานตะวันมีการตอบสนองต่อแสงอาทิตย์ เพราะลักษณะเด่นของต้นทานตะวันคือการหันเข้าหาแสง ดังนั้นจากตารางข้างต้นทำให้เห็นชัดเจนว่าเมื่อมีดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศใด ต้นทานตะวันจะหันบริเวณดอกเข้าหาแสง และการบานของกลีบดอกจะบานที่สุดเมื่อได้รับแสงในลักษณะลำต้นที่ตั้งตรง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าบริเวณดอกและกลีบดอกของต้นทานตะวันมีการตอบสนองต่อแสงอาทิตย์”

(นักเรียนรหัส S11A ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 ข้อที่ 1)

นอกจากนี้ยังพบว่ามึนักเรียนบางส่วนที่มีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูง เนื่องจากนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง เลือกใช้หลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอ และสามารถให้เหตุผลได้สอดคล้องกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

“นักเรียนคิดว่าใบของพืชที่พบการนอนหลับของใบมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิ จากข้อมูลในตารางพบว่าในช่วงเวลากลางวันไม่พบการนอนหลับของใบ แต่ช่วงเวลากลางวันและฝนตกพบว่ามีการเกิดการนอนหลับของใบ เพราะ เมื่อเกิดฝนตกทำให้อุณหภูมิลดลง เกิดการนอนหลับของใบ และในช่วงเวลากลางคืนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงเวลากลางวันอยู่แล้วก็เกิดการนอนหลับของใบ จึงคิดว่าเมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำลง อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันเต่งของเซลล์บริเวณพัลไวนัส ซึ่งเป็นสาเหตุในการลู่ใบไปกับก้าน ซึ่งคิดว่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ”

(นักเรียนรหัส S21A ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 ข้อที่ 2)

หากพิจารณาคำตอบของนักเรียนจะพบว่านักเรียนเลือกใช้หลักฐานได้เหมาะสม คือ “เวลากลางวันไม่พบการนอนหลับของใบ แต่ช่วงเวลากลางวันและฝนตกพบว่ามีการเกิดการนอนหลับของใบ” “ในช่วงเวลากลางคืนมีอุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงเวลากลางวัน” และ “การเปลี่ยนแปลงความดันเต่งของเซลล์บริเวณพัลไวนัส” รวมทั้งยังให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย คือ “เมื่อเกิดฝนตกทำให้อุณหภูมิลดลง” และ “เมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำลง อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันเต่งของเซลล์บริเวณพัลไวนัส ซึ่งเป็นสาเหตุในการลู่ใบไปกับก้าน” จะสังเกตเห็นว่านักเรียนมีการเชื่อมโยงหลักฐานเข้ากับข้อกล่าวอ้างได้อย่างชัดเจน จึงสามารถสรุปได้ว่านักเรียนมีทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้าง การเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในระดับสูง

ตอนที่ 2 พัฒนาการของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์หาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานแผนที่ 1 เรื่อง ฮอร์โมนพืช และเรื่องที่ 2 เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ได้ผลดังตารางที่ 1 และได้ข้อค้นพบ 2 ประการดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานทั้ง 2 แผน

The Components of Scientific Explanation	Plant Hormone	Plant Response to Stimuli	Development Score (Percentage)
Claim	1.80	2.34	45.00
Evidence	1.45	2.00	35.48
Reasoning	1.41	2.00	37.11
Scientific Explanation Skill	1.55	2.11	38.62

2. ข้อค้นพบ: นักเรียนมีทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้าง การเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลสูงขึ้น แต่ทักษะการเลือกใช้หลักฐานมีพัฒนาการที่ต่ำกว่าทักษะอื่น

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าหากพิจารณาองค์ประกอบแต่ละข้อของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะพบว่ามีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นทั้งทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้าง ทักษะการเลือกใช้หลักฐานและทักษะการให้เหตุผล ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้ทักษะการเลือกใช้หลักฐานของนักเรียนมีการพัฒนา เพิ่มขึ้นร้อยละ 35.48 จาก Figure 1 จะเห็นว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สอร์โมนพืช นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการเลือกใช้หลักฐานในระดับต่ำ (ร้อยละ 61.36) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า “สอร์โมน B ทำหน้าที่ขยายให้ผลลำไยมีขนาดใหญ่ขึ้น” ซึ่งนักเรียนเลือกใช้หลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการเลือกใช้หลักฐานในระดับปานกลาง (ร้อยละ 86.36) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า “ดอกทานตะวันเคลื่อนไปตามแสงอาทิตย์” ซึ่งนักเรียนเลือกใช้หลักฐาน ได้สอดคล้องกับการตอบสนองต่อแสงของต้นทานตะวัน มีนักเรียนเพียง 3 คนที่มีทักษะการเลือกใช้หลักฐานในระดับสูง โดยนักเรียนคนหนึ่งได้ตอบคำถามข้อที่ 2 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ไว้ว่า “ในช่วงเวลากลางวันไม่พบการนอนหลับของใบ แต่ช่วงเวลากลางวันและฝนตกและช่วงเวลากลางคืนพบว่าการเกิดการนอนหลับของใบ” ซึ่งเป็นข้อมูลที่โจทย์ได้นำเสนอในรูปแบบของตารางบันทึกผล นักเรียนสามารถดึงเอาข้อมูลในตารางบันทึกผลมาใช้เป็นหลักฐานได้สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างที่ว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ทำให้ใบเกิดการนอนหลับ

3. ข้อค้นพบ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งผลนักเรียนมีทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผล พัฒนาควบคู่กัน

จากผลการศึกษาพบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สอร์โมนพืช นักเรียนจะมีทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในระดับต่ำเหมือนกัน เมื่อพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผลเมื่อนักเรียนเลือกใช้หลักฐานได้ไม่เหมาะสม ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการเลือกใช้หลักฐานพัฒนาจากระดับต่ำ (1.45) สู่อานกลาง (2.0) ซึ่งพบว่านักเรียนจะมีทักษะการให้เหตุผลที่พัฒนาจากระดับต่ำ (1.41) สู่อานกลาง (2.0) เช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่มีทักษะการเลือกใช้หลักฐานในระดับปานกลางจะมีการให้เหตุผลในระดับปานกลางเช่นกัน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างหลักฐานของนักเรียนที่มีพัฒนาการของทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลควบคู่กัน

หลักฐานที่นักเรียนเลือกใช้ จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สอร์โมนพืช	หลักฐานที่นักเรียนเลือกใช้ จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช
ปัญหาลำไยมีขนาดเล็กอาจเพราะได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ จึงใช้ สอร์โมน A ช่วยกระตุ้นการดูดซึบแร่ธาตุอาหารบริเวณราก	เวลากลางวันไม่พบการนอนหลับของใบ แต่ช่วงเวลากลางวันและฝนตกพบว่าการเกิดการนอนหลับของใบ ในช่วงเวลากลางคืนมีอุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงเวลากลางวัน และ การเปลี่ยนแปลงความดันเต่งของเซลล์บริเวณพัลไวนัส

(นักเรียนรหัส S21A ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 ข้อที่ 2)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งเสริมทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีการพัฒนามากขึ้น จากงานวิจัยของ McNeill (2008) ระบุว่าเพื่อให้การอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพนักเรียนควรเข้าใจว่าเหตุใดจึงต้องมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ และส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันขณะทำกิจกรรม โดยนักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยการนำเอาหลักฐานของตนเองมาแสดงให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้เห็นและเปิดให้มีการอภิปรายกันทั้งห้องเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการเลือกใช้หลักฐานและให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง เมื่อพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการมากขึ้นเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 2 เนื่องด้วยประสบการณ์ของนักเรียนที่สั่งสมมากขึ้นและนักเรียนเริ่มมีความเข้าใจในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนเลือกใช้หลักฐานจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ผ่านการพิจารณาข้อมูลก่อนที่จะตัดสินใจเลือกสร้างข้อกล่าวอ้าง จึงทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้น ซึ่งต่างจากลักษณะคำตอบในแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ที่นักเรียนจะตอบคำถามโดยขาดการมองข้อมูลเป็นกลาง นักเรียนบางคนตอบข้อสรุป โหมแทน ข้อสมมติที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมักพิจารณาถึงคำตอบตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เรียนมามากกว่าการพิจารณาข้อมูลหลักฐานที่กำหนดให้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนขาดความรู้และเข้าใจในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเหตุผลที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือนักเรียนต้องสามารถโน้มน้าวให้คนอื่นเห็นชอบกับข้อกล่าวอ้างของตน

ในงานวิจัยของ Michele D. Dickey (2011) ได้ใช้เกมเป็นแหล่งข้อมูลซึ่งทำให้นักเรียนได้มาซึ่งหลักฐานซึ่งตรงกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ว่านักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานที่ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนได้รับข้อมูลและเลือกใช้หลักฐานที่ได้จากการเล่นเกม นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลจากระดับต่ำสู่ระดับกลาง เนื่องจากกิจกรรมที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีจุดเน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ขณะทำกิจกรรม โดยผู้วิจัยใช้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่มีความน่าสนใจกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างข้อกล่าวอ้างผ่านการใช้คำถามที่ลွ้งให้นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างของตนเองออกมา รูปแบบของคำถามจะไม่ใช้การเจาะจงคำตอบโดยใช้คำถามว่า “อะไร” แต่เป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและตัดสินใจเลือกคำตอบที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดโดยใช้คำถามว่า “อย่างไร” เช่น พืชเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างภายนอกได้อย่างไร หรือ สิ่งเร้าแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างไร ส่งผลต่อพืชอย่างไร เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McNeill (2008) ที่ระบุว่าประเด็นที่น่าสนใจช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดี ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่ใกล้ตัวหรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ผู้วิจัยออกแบบเกมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ขณะเล่นเกมและที่สำคัญ คือนักเรียนจะต้องค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเนื้อหาซึ่งสามารถใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ด้วยลักษณะรูปแบบเกมการเรียนรู้ที่มีเงื่อนไขให้นักเรียนแสดงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ออกมานั้น จะทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มซึ่งเป็นการเรียนรู้เชิงปฏิสัมพันธ์โดยสมาชิกในกลุ่มคนอื่น ๆ จะเป็นผู้ตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั่นเอง และในช่วงท้ายของแผน การจัดการเรียนรู้ซึ่งพบว่าทักษะทั้งสองเกิดการพัฒนาไปควบคู่กัน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดการให้เหตุผล นักเรียนมีพัฒนาการของทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลที่

ดี เพราะมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) ทำให้นักเรียนที่ไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผล เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเกิดการสร้างข้อกล่าวอ้างใหม่และเกิดการให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างใหม่จนกว่านักเรียนจะพบข้อกล่าวอ้างที่มีเหตุผลรองรับที่สมเหตุสมผลนักเรียนจึงจะแสดงข้อกล่าวอ้างดังกล่าวออกมา (Walker and Sampson, 2013) กระบวนการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดกระบวนการคิดขณะเล่นเกม ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้สามารถพัฒนาทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลได้ง่าย ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Novak and Treagust (2018) ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ 3 มิติ (3-dimensional learning) พบว่านักเรียนยังมีความสับสนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และไม่สามารถเลือกใช้หลักฐานที่เหมาะสมกับข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้เกมเป็นฐานมี ลักษณะที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันมากขึ้น ทำให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าสภาพแวดล้อมโดยรอบมีผลต่อพัฒนาการของนักเรียน สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม (Social constructivism) ซึ่งกล่าวว่านักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาด้วยตนเองโดย มีปัจจัยภายนอกเป็นตัวกลางในการเรียนรู้ เช่น ภาษา สังคม และวัฒนธรรม ที่ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ นักเรียนแต่ละคน จะมีขอบเขตการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการทางปัญญา (Zone of Proximal of Development: ZPD) โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องการความช่วยเหลือหรือคำแนะนำจากผู้อื่นในระดับที่ต่างกัน วัตถุประสงค์เชื่อว่าการร่วมมือกันระหว่างนักเรียนกับสังคมจะช่วยให้ นักเรียนเกิดกระบวนการสร้าง องค์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Vygotsky, 1978)

แต่อย่างไรก็ตามที่นักเรียนยังไม่มีทักษะการสร้างคำอธิบายในระดับสูงนั้น อาจเนื่องมาจากการใช้สถานการณ์ให้นักเรียน สร้างข้อกล่าวอ้างยังเป็นสถานการณ์ที่อิงเนื้อหา มีคำตอบที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่ใช่ประเด็นที่ขัดแย้งหรือไม่มีคำตอบแน่ชัดในลักษณะของประเด็นทางสังคม (Socio Scientific Issues) ที่มีลักษณะเป็นการนำประเด็นหรือปัญหาสำคัญที่ยังคงเป็นที่ถกเถียงกันในสังคมปัจจุบันซึ่งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยประเด็นหรือปัญหาดังกล่าวเป็นลักษณะปลายเปิด กล่าวคือยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ชัดเจน ลักษณะเช่นนี้จะกระตุ้นให้เกิดการโต้แย้งที่หลากหลาย มุมมอง (Lin and Mintzes, 2010) ลักษณะดังกล่าวจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อหาข้อสรุปของปัญหา หากครูนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน อาจช่วยให้นักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นในงานวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยเสนอแนะให้นำประเด็นทางสังคมมาผนวกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้สูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับนิสิตทุนโครงการ ส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ประจำปีการศึกษา 2560

เอกสารอ้างอิง

ศิริชัย กาญจนาวาสี. การคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain Scores). วารสารสมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย 2557; 1(1): 1-20.



- สันติชัย อนุวรชัย. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วารสารศึกษาศาสตร์มธอ.
2557; 7(2): 1-14.
- Ali Ramsi, Fatmah Mohamed. A Game-Based Learning Model [Master thesis in Software Engineering]. United Arab
Emirates University College of Information Technology 2015.
- Dickey, M.D. Murder on Grimm Isle: The impact of game narrative design in an educational game-based
learning environment. *British Journal of Educational Technology* 2011; 42(3): 456-469.
- Fotini Paraskeva, Sofia Mysirlaki, Aikaterini Papagianni. Multiplayer online games as educational tools: Facing new
challenges in learning. *Computers & Education* 2010; 54(2): 498-505.
- Hsin-Kai Wu & Chou-En Hsieh. Developing Sixth Graders' Inquiry Skills to Construct Explanations in Inquiry-
based Learning Environments, *International Journal of Science Education* 2006; 28(11):1289-1313.
- Hsiu-Ting Yang and Kuo-Hua Wang. A Teaching Model for Scaffolding 4th Grade Students' Scientific Explanation
Writing. *Research in Science Education* 2014; 44(4): 531-548.
- Joi Phelps Walker, Victor Sampson. Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry as a Way to
Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation
During a Laboratory Course. *Journal of Research in Science Teaching* 2013; 50(5): 561-596.
- Lin, Shu-Sheng; Mintzes, Joel J. Learning Argumentation Skills through Instruction in Socioscientific Issues: The
Effect of Ability Level. *International Journal of Science and Mathematics Education* 2010, 8(6): 993-1017.
- Katherine L. McNeill, David J. Lizotte, Joseph Krajcik and Ronald W. Marx. Supporting Students' Construction of
Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. *The Journal of the Learning
Sciences* 2006; 15(2): 153-191.
- Katherine L. McNeill. Inquiry and scientific explanations: helping students use evidence and reasoning. In Randy L.
Bell, Julie Gess-Newsome. *Science as inquiry in the secondary setting*. Virginia: NSTA Press; 2008.
121-134.
- National Research Council. *National Science Education Standards*, Washington, DC: The National Academies Press;
1996.
- Novak, A. and Treagust, D. Adjusting claims as new evidence emerges: Do students incorporate new evidence into
their scientific explanations? *Journal of Research in Science Teaching* 2018; 55(4): 526-549.
- Songer, N. B., Shah, A. M., and Fick, S. Characterizing Teachers' Verbal Scaffolds to Guide Elementary Students'
Creation of Scientific Explanations. *School science and mathematics* 2013; 113(7): 321-332.
- Vygotsky, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard
University Press; 1978.