

**แนวทางการบูรณาการการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)
กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชา
วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์***
**GUIDELINES FOR INTEGRATION OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) WITH ARGUMENT-DRIVEN
INQUIRY IN THE PHYSICAL SCIENCE SUBJECT IN UNIT OF FORCE AND
NEWTON'S LAWS OF MOTION FOR DEVELOPING SCIENTIFIC
EXPLANATION SKILLS IN PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS***

อวยพร ดำริ่มงัก**

อารักษ์ ประพรม***

(วันที่รับบทความ: 29 สิงหาคม 2568; วันที่แก้ไขบทความ: 12 ตุลาคม 2568; วันตอบรับบทความ: 23 ธันวาคม 2568)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาแนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (2) เพื่อศึกษาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดทักษะและใบกิจกรรมเพื่อวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และอนุทินของนักศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอุปนัย ผลการศึกษา พบว่า

(1) แนวทางการจัดการเรียนรู้มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ มี 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดภาระงานและคำถามวิจัย 2) การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 3) การพัฒนาข้อโต้แย้งเบื้องต้น 4) การโต้แย้ง 5) การเขียนรายงาน 6) การตรวจสอบโดยเพื่อนผู้วิพากษ์ 7) การแก้ไขและส่ง และ 8) การอภิปราย และสะท้อนผล (2) ผลการวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีทุกองค์ประกอบ ยกเว้นองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างที่อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง, ทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

*บทความวิจัย

**สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, Email: auayporn.d@psru.ac.th (Corresponding Author)

***ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, โรงเรียนอุดมดรุณี จังหวัดสุโขทัย Email: arrak@gmail.com

GUIDELINES FOR INTEGRATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) WITH ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY IN THE PHYSICAL SCIENCE SUBJECT IN UNIT OF FORCE AND NEWTON'S LAWS OF MOTION FOR DEVELOPING SCIENTIFIC EXPLANATION SKILLS IN PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS*

AUAYPORN DAMRIMUNGKIT**

ARRAK PRAPROM***

(Received: August 29, 2025; Revised: October 12, 2025; Accepted: December 23, 2025)

ABSTRACT

This research aimed to (1) study guidelines for integrating information and communication technology (ICT) with argument-driven inquiry, and (2) study the scientific explanation skill of pre-service science teachers. The samples consisted of 30 pre-service science teachers. The research tools used included skill assessment forms and worksheets to measure skills in constructing scientific descriptions, semi-structured interviews, post-lesson reflection records, and student journals. Quantitative data were analyzed using percentages and means, while qualitative data were analyzed using inductive data analysis.

The result showed that (1) The learning management guidelines consisted of 8 steps: 1) Defining the research task and question; 2) Collecting and analyzing data; 3) Developing a preliminary argument; 4) Argument; 5) Writing the report; 6) Peer review; 7) Revising and submitting; and 8) Discussion and reflection. (2) The results of the post-learning scientific explanation skills measurement showed that the average score of scientific explanation skills of science teacher trainees was at a good level in all components except the claim component, which was at a very good level.

Keywords: Information and Communications Technology, Argument-Driven Inquiry, Scientific Explanation Skill, Pre-Service Science Teachers'

* Research article

**Lecturer, Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University, Email: auayporn.d@psru.ac.th (Corresponding Author)

*** Science teacher (supporting learning group), Udomdarunee School, Sukhothai Province. Email: arrak@gmail.com

บทนำ

วิทยาศาสตร์ และเหตุผลเป็นสิ่งที่แยกจากกันไม่ขาด การที่จะได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นความรู้ที่เราเรียนกันอยู่ทุกวันนี้ นักวิทยาศาสตร์จะต้องทำการค้นคว้า ทดลองที่ใช้ระยะเวลา ยาวนานร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อมูล และหลักฐานเข้าด้วยกันกว่าจะสามารถสรุป เป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้อง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และเป็นที่ยอมรับ ของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ และประชาชนทั่วไป (Sampson et al., 2011; Cavagnetto, 2010; Lin and Mintzes, 2010; Simon et al., 2002) ดังนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ทักษะที่จำเป็นที่สุดที่ หลีกเลียงไม่ได้ คือ ทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) ซึ่งเป็นหนึ่งใน สมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัย การใช้ความรู้ความเข้าใจ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ในด้านการเชื่อมโยง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ที่พบเจอได้ในชีวิตประจำวัน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) นอกจากนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการบ่งบอกถึงความเข้าใจ เชิงลึกได้ (Kuhn and Reiser, 2004)

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การพยายามที่จะอธิบายหลักการ หรือแนวคิด ที่ได้จากการค้นพบต่าง ๆ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการเชื่อมโยงเหตุผล และหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะประกอบไปด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ สิ่งที่เป็นคำตอบ 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลในด้านวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2008) ในขณะที่ผลคะแนนสอบวัดมาตรฐานระดับนานาชาติ (PISA) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการดำรงชีวิต สำหรับผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานมีอายุเฉลี่ยประมาณ 15 ปีของประเทศไทย พบว่า อันดับคะแนนอยู่ในลำดับที่ 66 เทียบกับประเทศอื่น ๆ 79 ประเทศทั่วโลก โดยหนึ่งในสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology) เมื่อพิจารณาผลการประเมิน ตามระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่กำหนดตามตัวออกเป็น 6 ระดับ พบว่าระดับสูงสุดที่ระดับ 6 ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการระบุ อธิบาย และประยุกต์ใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อโต้แย้ง หรือข้อกล่าวอ้าง โดยอาศัยเหตุผล และหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งมีนักเรียนไทยอยู่ในระดับนี้เพียงร้อยละ 1.5 ในขณะที่ระดับต่ำที่สุดที่ระดับ 1 ที่นักเรียน สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ได้เพียงไม่กี่สถานการณ์ และใช้เหตุผล ประกอบการอธิบายได้อย่างจำกัดมีจำนวนนักเรียนไทยถึงร้อยละ 95.5 (Partnership for 21st century

skills, The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology) แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนไทยยังขาดความสามารถในการบูรณาการความรู้และการคิดขั้นพื้นฐาน เพื่อเชื่อมโยงในการอธิบายปรากฏการณ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

จากที่ผู้วิจัยเป็นอาจารย์ผู้สอนนักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง พบว่า นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยามีปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ เมื่อนักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาต้องทำแบบทดสอบที่ต้องอาศัยการเขียนตอบ แสดงการเชื่อมโยงเหตุผล เพื่ออธิบายสถานการณ์ เช่น “ถ้ามีรถเก๋งกับรถสิบล้อวิ่งมาด้วยความเร็วเท่ากันแล้วคนขับทั้งสองคนเหยียบเบรกพร้อมกัน โดยกำหนดให้แรงที่ด้านการเคลื่อนที่มีแรงเท่ากัน นักเรียนคิดว่า รถคันไหนจะหยุดก่อนกัน เพราะอะไรนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น” จากคำตอบของนักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาส่วนใหญ่ พบว่า นักเรียนจะตอบคำถามเพียงแค่ว่ารถคันไหนหยุดก่อน แต่ นักเรียนจะไม่ตอบว่าทำไมถึงคิดเช่นนั้น เมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาคำตอบแล้วจึงทำให้รู้ว่า นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาในกลุ่มนี้ยังไม่มีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดการเรียนการสอน หรือกิจกรรมที่เอื้ออำนวยต่อนักเรียนในการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry: ADI) โดยใช้รูปแบบตามกรอบแนวคิดของแซมป์สัน และคณะ (Sampson et al., 2013) เป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก มีลักษณะการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาได้มีทักษะในด้านการคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจในการสร้างข้อมูล เพื่อแสดงข้อกล่าวอ้าง ทักษะการสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสืบค้นผ่านแหล่งเรียนรู้ เป็นต้น รวมทั้งได้ฝึกใช้เหตุผลบนหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สืบค้นได้ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้าง ทั้งนี้ยังได้ฝึกการเขียน และการสะท้อนงานของตนเอง พร้อมทั้งมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดภาระงานและคำถามวิจัย เป็นขั้นที่ครูกำหนดภาระงานและตั้งคำถาม เพื่อนำสู่บทเรียนในประเด็นที่นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาต้องการสำรวจ 2) การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาแต่ละกลุ่มออกแบบและดำเนินการสืบเสาะหาข้อมูล 3) การพัฒนาข้อโต้แย้งเบื้องต้น ในขั้นนี้นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาจะได้ร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งภายในกลุ่ม 4) การโต้แย้ง นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาแต่ละกลุ่มมีบทบาทในการร่วมนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง ผู้ฟังทำหน้าที่ถามคำถาม และร่วมกันวิพากษ์ในประเด็นการโต้แย้ง 5) การเขียนรายงาน นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาเขียนรายงานผลจากการสำรวจตรวจสอบ จากขั้นตอนที่ผ่านมา 6) การตรวจสอบ โดยเพื่อนผู้วิพากษ์ นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาแต่ละกลุ่มจะร่วมกันตรวจสอบ และประเมินคุณภาพของเพื่อน และร่วมวิพากษ์ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุง 7) การแก้ไขและส่งรายงาน นักศึกษาวิชาชีวศัพทวิทยาทำการปรับปรุงรายงานใหม่ตามข้อเสนอแนะจากเพื่อนผู้วิพากษ์ และ 8) การอภิปรายและสะท้อนผล อาจารย์

ผู้สอนและนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้ในด้านแนวคิด หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนให้นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ได้สะท้อน สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือตรวจสอบแนวคิดของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

แต่เนื่องด้วยในปัจจุบันนี้การเรียนการสอนมีช่องทางให้เลือกเรียนรู้ได้มากมาย และเปลี่ยนไปจากยุคสมัยก่อนอย่างสิ้นเชิง จากการเรียนในห้องเรียนเปลี่ยนเป็นการเรียนที่บ้านผ่านหน้าจอด้วยระบบออนไลน์ และแพลตฟอร์มต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) ซึ่งมีบทบาทสำคัญ ต่อการดำรงชีวิตของประชาชนมากยิ่งขึ้น สังเกตได้จากการนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ มากมายไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม เศรษฐกิจ การแพทย์ การเงินการธนาคารการคมนาคม การบริการ รวมถึงด้านการศึกษา ทั้งนี้รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการจัดการศึกษาเป็นอย่างมาก ซึ่งเห็นได้จากนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการพัฒนาระบบเทคโนโลยีการศึกษา และเครือข่ายสารสนเทศ เพื่อเพิ่ม และกระจายโอกาสทางการศึกษาให้คนไทยสามารถที่จะเข้าถึงการเรียนรู้ และฝึกอบรมได้ตลอดชีวิต โดยยึดหลักการเรียนรู้ด้วยตัวเอง และหลักการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Ministry of Education, 2003) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิจัยทางด้านการศึกษาหลายท่านให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ และผลการวิจัยบ่งชี้ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสามารถนำมาประยุกต์ใช้ สำหรับจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การสื่อสารองค์ความรู้ เนื้อหาสาระวิชาการ บทความ วิดีโอ รูปภาพ เสียง โปรแกรมการทดลองเสมือนจริง แพลตฟอร์มการสื่อสารต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังนักเรียน ซึ่งนับว่า เป็นกลยุทธ์ที่สำคัญของการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ ยังทำให้โลกแห่งการเรียนรู้ของนักเรียนกว้างมากขึ้นที่ไม่จำกัดอยู่เฉพาะในชั้นเรียน ซึ่งโกลด์ฟาร์บ พริจิบอน เชรม และไซโก้ (Goldfarb, Pregibon, Shrem, and Zyko 2011) ได้กล่าวถึงข้อดีของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเรียนรู้ร่วมกันซึ่งพบว่า นักเรียนเห็นคุณค่า และมีความสุขในการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนออนไลน์ และทำให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่เพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) มาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อที่จะพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

วัตถุประสงค์การวิจัย

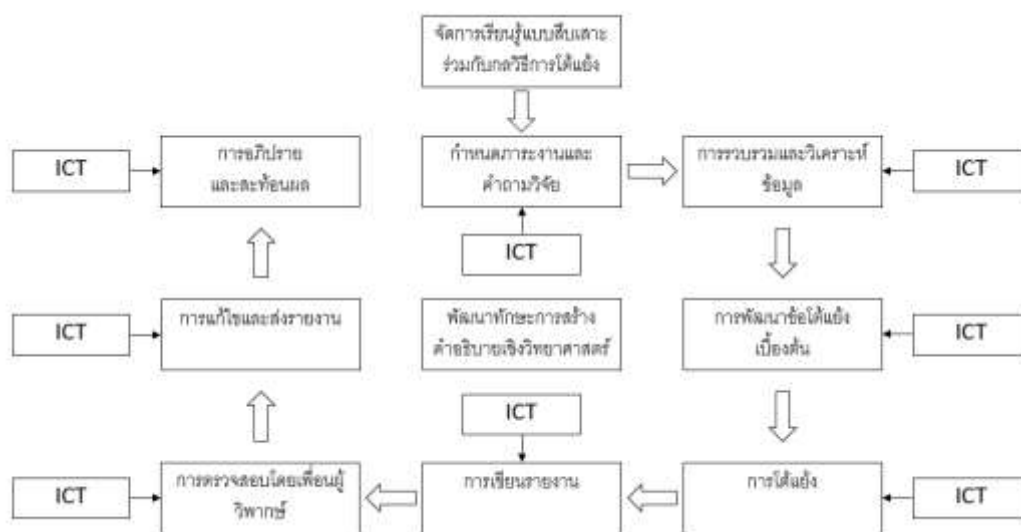
1. เพื่อศึกษาแนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
2. เพื่อศึกษาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

คำถามวิจัย

1. แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นอย่างไร
2. นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์มีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิด Technology Integration Matrix หรือ TIM (Florida Center for Instructional Technology, 2019) ซึ่งได้ระบุลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่มีระดับของการบูรณาการเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ดังนี้ 1. การบูรณาการระดับเริ่มต้น (Entry integration) เป็นระดับที่ผู้สอนใช้เทคโนโลยี เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาไปสู่ผู้เรียน 2. การบูรณาการระดับรับมาใช้ (Adoption integration) เป็นระดับที่ผู้สอนชี้แนะให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีตามขั้นตอนอย่างมีแบบแผน 3. การบูรณาการระดับประยุกต์ใช้ (Adaptation integration) เป็นระดับที่ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ศึกษา สืบค้น และใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้อย่างอิสระ 4. การบูรณาการระดับเพิ่มพูน (Infusion integration) เป็นระดับที่ผู้สอนสร้างบริบทในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เทคโนโลยี เป็นเครื่องมือพูนไปกับการเรียนรู้ และ 5. การบูรณาการระดับปฏิรูป (Transformation integration) เป็นการเรียนรู้ระดับที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ขั้นสูง ซึ่งในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยในขั้นกำหนดภาระงาน และคำถามวิจัย ขั้นการโต้แย้ง ขั้นการเขียนรายงาน ขั้นการแก้ไข และส่งรายงาน และขั้นอภิปราย และสะท้อนผล จะอยู่ในระดับการบูรณาการระดับรับมาใช้ (Adoption integration) ส่วนในขั้นขั้นการพัฒนาข้อโต้แย้งเบื้องต้น และขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อนผู้วิพากษ์ จะอยู่ในระดับการบูรณาการระดับประยุกต์ใช้ (Adaptation integration) และในขั้นการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจะอยู่ในระดับการบูรณาการระดับเพิ่มพูน (Infusion integration) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)

กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยผู้วิจัย คือ อาจารย์ผู้สอนในชั้นเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ผู้วิจัยได้นำหลักการ และขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิดของเคมมิสและแมคแท็กการ์ด (Kemmis and McTaggart, 1988) มาใช้เป็นแนวทางในการศึกษา และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน มหาวิทยาลัย แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พร้อมทั้งบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ร่วมด้วย โดยในแต่ละแผนประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน และจัดทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรูปแบบเขียนตอบที่ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ สถานการณ์ ข้อมูลประกอบสถานการณ์ และคำถามที่ใช้วัดด้านทักษะ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ทั้งหมด 3 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหา กฎการเคลื่อนที่สามข้อของนิวตัน ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญในระหว่างจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้บันทึกวิดีโอ เพื่อเอาไว้สังเกตเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผน ผู้วิจัย ทำการเขียนบันทึกหลังสอนทันที รวมทั้งให้ผู้เรียนเขียนอนุทินสะท้อนความคิดเห็น หลังจากที่ได้ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ครบ 3 แผน ผู้วิจัยตรวจสอบความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเว้นช่วงระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ (Atkinson and Shiffrin, 1997) หลังจากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากอนุทินสะท้อนผลของผู้เรียน แบบบันทึกหลังสอนของผู้สอนและวิดีโอบันทึกการสอน มาวิเคราะห์แบบอุปนัย (Inductive Analysis) โดยเป็นการตีความเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พร้อมทั้งบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ร่วมด้วย เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และข้อค้นพบรวมถึงปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ และทำการวิเคราะห์ใบกิจกรรมในแต่ละแผน และแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของผู้เรียนรายข้ออย่างละเอียดตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยแบ่งเกณฑ์คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุงตามกรอบแนวคิดของแม็คเนลล์และคราจซึ (McNeill and Krajcik, 2008) จากนั้นทำการวิเคราะห์หาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในภาพรวม โดยการหาค่าเฉลี่ย และแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุง นอกจากนี้ยังทำการสัมภาษณ์ผู้เรียนที่ตอบคำถามในแบบทดสอบไม่ชัดเจน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด สำหรับการวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) กับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง แรงและกฎ

การเคลื่อนที่ของนิเวศน์ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และ
อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดภาระงานและคำถามวิจัย ประกอบด้วย

1.1 การใช้คลิปปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ควรมีความแปลกใหม่และ
ตื่นตาตื่นใจ สำหรับผู้เรียน และเป็นประเด็นที่สามารถสังเกตเห็นตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด
วิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ

1.2 การถามคำถาม ไม่ควรเป็นคำถามที่ชี้นำผู้เรียนจนเกินไป ต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความ
สงสัยในปรากฏการณ์นั้น ๆ

1.3 การเลือกใช้เทคโนโลยีในการนำมาใช้ในขั้นกำหนดภาระงานและคำถามวิจัย ไม่
จำเป็นต้องเป็นเทคโนโลยีที่ซับซ้อน แต่ควรเป็นเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ของเป้าหมายที่ผู้วิจัยตั้งไว้

2. ขั้นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ควรให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองที่สอดคล้อง
กับแนวคิดวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับประเด็นการโต้แย้ง

2.2 การเลือกใช้สื่อ ICT ควรเลือกสื่อที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะค้นหาผ่านการทดลองด้วย
ตนเอง เป็นสื่อ ICT ที่สามารถอำนวยความสะดวกในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
กับแนวคิดวิทยาศาสตร์

3. ขั้นการพัฒนาข้อโต้แย้งเบื้องต้น

3.1 การเลือกใช้ประเด็นในการโต้แย้ง ควรเป็นประเด็นที่ผู้เรียนมีความคุ้นชิน ไม่เป็น
ประเด็นที่เป็นนามธรรมมากเกินไป และควรเป็นประเด็นที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนใน
ปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้

3.2 ผู้สอนควรมีสื่อ ICT ที่หลากหลาย เพื่อแนะนำให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์ในช่วงที่
ผู้เรียนได้สืบค้น เพื่อพัฒนาข้อโต้แย้งของตนเอง ซึ่งสื่อ ICT ต้องเป็นสื่อที่ให้ข้อมูลได้โดยตรง และง่ายต่อ
การเข้าถึง

4. ขั้นการโต้แย้ง เลือกใช้ ICT ที่เป็นแพลตฟอร์มกลางที่ง่ายต่อการแสดงความคิดเห็น
แสดงข้อมูลแบบ Real Time ง่ายต่อการติดตาม

5. ขั้นการเขียนรายงาน เลือกใช้ ICT ที่เป็นแพลตฟอร์มกลางที่ง่ายต่อการแสดงความคิด
เห็น แสดงข้อมูลแบบ Real Time ง่ายต่อการติดตาม

6. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อนผู้วิพากษ์

6.1 เลือกใช้ ICT ที่เป็นแพลตฟอร์มกลางที่ง่ายต่อการแสดงความคิดเห็น แสดงข้อมูล
แบบ Real time ง่ายต่อการติดตาม

6.2 เตรียมสื่อ ICT ที่เป็นแหล่งสืบค้นที่มีเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนสมบูรณ์
เพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นเครื่องมือในการวิพากษ์

7. **ขั้นการแก้ไขและส่ง** เลือกใช้ ICT ที่เป็นแพลตฟอร์มกลางที่ง่ายต่อการแสดงความคิดเห็น แสดงข้อมูลแบบ Real Time ง่ายต่อการติดตาม

8. ขั้นการอภิปรายและสะท้อนผล

8.1 การอภิปรายและสะท้อนผล ควรให้ผู้เรียนอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากกิจกรรมการทดลองที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการทดลองเสมือนจริง ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบผลการทดลองที่ผู้เรียนได้มา เพื่อเชื่อมโยงสู่แนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

8.2 การอภิปราย ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดของตนเองก่อนที่ครูจะสรุปแนวคิดที่ถูกต้อง

8.3 เลือกใช้ ICT ที่เป็นแพลตฟอร์มกลางที่ง่ายต่อการแสดงความคิดเห็น แสดงข้อมูลแบบ Real time ง่ายต่อการติดตาม

2. ผลการศึกษาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

ตารางที่ 1 ความถี่ และร้อยละของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับคะแนน ของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (2คะแนน)	ดี (1คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
	จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	30 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
หลักฐาน	1 (3.33)	29 (96.67)	0 (0.00)
การให้เหตุผล	0 (0.00)	0 (0.00)	30 (100.00)

ตารางที่ 2 ความถี่ และร้อยละของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับคะแนน ของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (2คะแนน)	ดี (1คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
	จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	30 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
หลักฐาน	5 (16.67)	25 (83.33)	0 (0.00)
การให้เหตุผล	0 (0.00)	15 (50.00)	15 (50.00)

ตารางที่ 3 ความถี่ และร้อยละของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับคะแนนของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

องค์ประกอบของการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (2คะแนน)	ดี (1คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
	จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	30 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
หลักฐาน	20 (66.67)	10 (33.33)	0 (0.00)
การให้เหตุผล	15 (50.00)	15 (50.00)	0 (0.00)

หลังจากนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผน ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ข้อ ได้ผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ความถี่ และร้อยละของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับคะแนนของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบข้อที่ 1

องค์ประกอบของการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (2คะแนน)	ดี (1คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
	จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	30 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
หลักฐาน	28 (93.33)	2 (6.67)	0 (0.00)
การให้เหตุผล	22 (73.33)	8 (26.67)	0 (0.00)

ตารางที่ 5 ความถี่และร้อยละของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับคะแนน ของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบข้อที่ 2

องค์ประกอบของการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (2คะแนน)	ดี (1คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
	จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	30 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
หลักฐาน	23 (76.67)	7 (23.33)	0 (0.00)
การให้เหตุผล	23 (76.67)	7 (23.33)	0 (0.00)

ตารางที่ 6 ความถี่และร้อยละของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับคะแนนของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบข้อที่ 3

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ดีมาก (2คะแนน)	ดี (1คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
	จำนวน (ร้อยละ)		
ข้อกล่าวอ้าง	30 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
หลักฐาน	27 (90.00)	3 (10.00)	0 (0.00)
การให้เหตุผล	27 (90.00)	3 (10.00)	0 (0.00)

ผู้วิจัยหาค่าเฉลี่ยคะแนนของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ดูแนวโน้มของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1-3 และหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ได้จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรม เพื่อวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ในช่วงท้ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในช่วงหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการแสดงกราฟเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงพัฒนาการของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการจัดการเรียนรู้ นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ ที่พบว่า นักศึกษามีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างของตนเอง และสามารถสร้าง และแสดงเหตุผล หรือหลักฐานที่จะนำมาสนับสนุนความคิดของตนเอง ทำให้ข้อกล่าวอ้างของตนเองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น และจากรายละเอียดที่ผู้วิจัยได้อภิปรายมาในช่วงต้นแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีเฉพาะทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น ซึ่งการที่นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์สามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้างเข้าด้วยกันได้เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์มีการใช้เหตุผลการตัดสินใจอย่างรอบคอบ และมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ทักษะการวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งสอดคล้องกับลูปเบน และคณะ ลิน, มินต์เซส และคณะ แซมป์สัน และคณะ (Lubben et al., 2010; Lin and Mintzes et al., 2010; Sampson et al., 2011) ที่กล่าวว่า การสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถือเป็นทักษะที่ต้องอาศัยทักษะการคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย ซึ่งเป็นการคิดขั้นสูง ซึ่งทักษะเหล่านี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนดำรงชีวิตได้อย่างชาญฉลาด และมีความรอบคอบในการใช้ชีวิต

2. จากผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียน และหลังเรียน ในภาพที่ 4 พบว่า องค์ประกอบของการแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนให้หลักฐานเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างมีการพัฒนามากที่สุด ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของแม็คเนลและคณะ (McNeil et al., 2006) ซึ่งกล่าวว่า องค์ประกอบการแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่ผู้เรียนสร้างยากที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญกับการสืบเสาะหาความรู้ผ่านการทดลองที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านห้องทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab) ร่วมกับการที่ผู้วิจัยใช้คำถาม และการอภิปรายผลการทดลองร่วมกับผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันผ่านกระบวนการโต้แย้ง และเกิดการคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงผลการทดลองกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากผลการทดลองไปสู่การแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชินและเจีย (Chin and Chia, 2004) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามจะเปรียบเสมือนตัวช่วย (Scaffolding) ให้ผู้เรียนมีทิศทางในการดำเนินงานต่อไปได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ทั้งนี้การใช้การทดลองร่วมกับการอภิปรายผลสามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการสร้างเหตุผล และหลักฐานได้มากยิ่งขึ้น กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการทดลอง พร้อมทั้งรู้จักการสังเกต และเก็บข้อมูล ด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลหลักฐานมากยิ่งขึ้น (Nawani et al., 2018) และองค์ประกอบที่ถูกพัฒนาน้อยที่สุด คือ องค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของธงนอย (Thongnoi, N., 2017) ซึ่งพบว่า ข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่พัฒนาได้ง่ายที่สุด แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ การแสดงข้อกล่าวอ้างเป็นเพียงการตัดสินใจที่จะแสดงความคิดเห็นตามความรู้ที่ผู้เรียนมี หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเท่านั้น ซึ่งการแสดงความคิดเห็นจะไม่คำนึงถึงความถูกต้องแต่อย่างใด จึงทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างอยู่ในเกณฑ์คะแนนระดับดีมากอยู่แล้ว จึงทำให้องค์ประกอบ ของข้อกล่าวอ้างนี้ถูกพัฒนาน้อยที่สุด

การที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งที่มีการสอดแทรกเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ที่ดีนั้น จะขึ้นอยู่กับประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้งโดยประเด็นนั้น ควรเป็นประเด็นที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคย ไม่ควรเป็นประเด็นที่นามธรรมจนเกินไปอีกทั้งยังต้องคำนึงถึงความซับซ้อนของแนวคิด เนื่องจากบางครั้งผู้เรียนอาจยังไม่มีพื้นฐานที่เกี่ยวกับประเด็นที่นำมาใช้ในการโต้แย้ง (Acara et al., 2010) หรือขึ้นอยู่กับความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน (Lin and Mintzes, 2010) เช่น สถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้ ผู้เรียนจะยิ่งมีความสนใจในการโต้แย้งมากขึ้น เพื่อที่จะหาข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับตนเอง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรม หรือการนำเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีประโยชน์ และเนื้อหาอันเกี่ยวข้องการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้น และมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และร่วมกันอภิปราย ซึ่งการที่จะ

ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนนั้นค่อนข้างทำได้ยาก และเป็นปัญหามาอย่างยาวนาน ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนในกลุ่มนี้พบว่า สาเหตุที่ผู้เรียนไม่ค่อยจะแสดงความคิดเห็น หรือร่วมอภิปราย ในชั้นเรียนนั้น เป็นเพราะว่า ผู้เรียนกลัวจะตอบผิด และเกิดความเขินอาย หรือบางครั้งไม่รู้จะแสดงความคิดเห็นอะไร จึงทำให้ผู้เรียนตัดสินใจที่จะเพิกเฉย ซึ่งทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกพัฒนาผ่านการจัดกิจกรรมการโต้แย้ง จำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น เพื่อทำให้เกิดการอภิปรายร่วมกัน และนำไปสู่การโต้แย้ง ดังนั้นจึงควรมีกิจกรรม หรือเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่จะทำให้เข้าใจแนวคิด และนำข้อมูลเหล่านั้นมาอภิปรายร่วมกัน หรือทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยไม่เกรงกลัวว่า จะผิดหรือถูก แต่ความคิดเห็นนั้นต้องตั้งอยู่ในเหตุผล หรือมีหลักฐานมาสนับสนุน ซึ่งกิจกรรมลักษณะนี้ ถูกเติมเต็มได้ด้วยการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้ง โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการอำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมการโต้แย้งในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของออสบอร์นและคณะ (Osborne et al., 2004) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาระดับความสามารถในการโต้แย้งของผู้เรียน ยิ่งผู้เรียนคนใดมีความกล้า หรือมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น และร่วมอภิปรายมากเท่าใด ก็ยิ่งส่งเสริม และพัฒนาทักษะในด้านการอภิปราย หรือโต้แย้งมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นตามไปด้วย

3. จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์มีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน แต่การที่จะพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาพอสมควร ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้เวลาเพียง 1 เดือนเท่านั้น ซึ่งพบว่า สามารถพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ แม้ว่าการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 ผู้เรียนยังไม่มี ความคุ้นเคยกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ในเวลาต่อมา ผู้เรียนจะได้ฝึกการโต้แย้ง รวมทั้งได้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป ทำให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับลักษณะของการโต้แย้งมากขึ้นจนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะฉะนั้นหากต้องการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้ดีขึ้น ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝน แต่อย่างไรก็ตาม ทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยทักษะการคิดขั้นสูง รวมถึงทักษะการสืบค้นข้อมูล ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนไม่สามารถสืบค้นข้อมูล หรือไม่สามารถคิดวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การสร้างเหตุผล หรือหลักฐานให้มีความน่าเชื่อถือ จะส่งผลให้ทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนลดลงดังนั้นในการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะเหล่านี้ก่อน ก่อนที่จะพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต่อไป และอีกสิ่งหนึ่งที่เป็นลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ การที่ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่หลากหลาย และเข้าถึงแนวคิด ได้ง่ายจะส่งผลให้ผู้เรียนมีข้อมูล และสามารถทำความเข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ จะทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจ และอยากมีส่วนร่วมต่อการอภิปรายในชั้นเรียน รวมทั้งให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทั้งใน

กลุ่มที่มีความคิดเห็นเหมือนกัน และเพื่อนกลุ่มที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน ซึ่งกิจกรรมลักษณะนี้จะทำให้ความคิดของผู้เรียนเปิดกว้างจากการรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ ของผู้อื่น และนำความคิดเห็นนั้น มาวิเคราะห์ เพื่อตัดสินใจด้วยตนเองซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งมากขึ้น และส่งผลให้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สมบูรณ์มากขึ้น

References

- Chin, C., & Chia, L. G. (2004). Problem based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707–727.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2008). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education*, 40, 133–148.
- Golding, C. (2011). Educating for critical thinking: thought–encouraging questions in a community of inquiry. *Higher Education Research & Development*, 30(3), 357–370.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1998). *The Action Research Reader*. Deakin: Victoria University Press.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. *Journal of research in science teaching*, 40(1), 53–78.
- _____. (2008). Assessing middle school students' content knowledge and reasoning through written scientific explanations. *Assessing science learning: Perspectives from research and practice*, 101–116. (Online). April 6, 2016.
- Newton, P., R. Driver, & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of School science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553–576.
- Osborne, J. (2005). The Role of Argument in Science Education. In *Boersma, K. et al., Research and the Quality of Science Education*, Netherland: Springer, 367–380.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2010). *Argument–Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study*. Wiley Periodicals, Inc.
- Thongnoi, N. (2017). *Promoting the ability of grade 10 students to construct scientific explanations in the unit on ecosystems through science–based learning using social issues related to science*. [Master of Education]. Kasetsart University.