

# ความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

## Conceptual Understanding of Evolution among Grade 10 Students through Inductive Teaching Supplemented with Scientific Modeling

<sup>1</sup>ปาริชาติ ภูงามทอง และ <sup>2</sup>ดวงสมร กิจโกศล

Parichat Pungamtong and Duangsmorn Kijkosol

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Science Education, Faculty of Graduate Studies, Rajabhat Udon Thani University

<sup>1</sup>E-mail: Parichatp2240@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานการศึกษาเทศบาลนครอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 32 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการ และ 2) แบบวัดความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยการทดสอบ t-test for dependent sample และการเปลี่ยนแปลงแนวคิดวิวัฒนาการ โดยการทดสอบ Chi-Square แบบ McNemar ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จากมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปเป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากกว่าเปลี่ยนแปลงจากมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ไปเป็นมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมีความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการหลังเรียน ( $\bar{X} = 20.09/66.97\%$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 6.25/20.83\%$ )

**คำสำคัญ:** ความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการ, การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย, แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

### Abstract

The objective of this research is to study and compare students' understanding of the concept of evolution before and after using inductive teaching supplemented with scientific

modeling. The sample group consisted of 32 Grade 10 students from one classroom at a medium-sized secondary school under the Office of Education, Udon Thani Municipality, during the second semester of the 2023 academic year. The sample was selected using purposive sampling. This research employed a one-group pretest-posttest design. The research instruments consisted of: (1) an inductive learning supplemented with scientific modeling lesson plan on the topic of evolution, and (2) a conceptual understanding test on evolution. The data were analyzed using mean, standard deviation, and percentage. The hypothesis that students' conceptual understanding of evolution after instruction was higher than before instruction was tested using a t-test for dependent samples. Changes in students' conceptions of evolution were analyzed using McNemar's Chi-Square test. The research findings revealed that students exhibited a shift in their conceptual understanding of evolution between the pretest and posttest more students changed from having misconceptions to having correct conceptions than the reverse. Furthermore, the students' post-learning conceptual understanding of evolution ( $\bar{X} = 20.09 / 66.97\%$ ) was higher than their pre-learning understanding ( $\bar{X} = 6.25 / 20.83\%$ ).

**Keyword:** Conceptual Understanding of Evolution; Inductive Teaching; Scientific Modeling

## บทนำ

ปัจจุบัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้บุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีความเข้าใจความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีเหตุผล และสามารถตัดสินใจโดยอาศัยกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการสังเกต การตรวจสอบ การทดลอง และการสรุปผลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ หลักการ และแนวคิดที่ถูกต้อง อันนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อประโยชน์ในชีวิตประจำวันและสังคม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) เป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย เพราะมโนทัศน์เป็นหน่วยความรู้ที่ใช้ในการอธิบาย วิเคราะห์ และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล เชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และตัดสินใจบนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Driver, 1989) การส่งเสริมความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ระดับ โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาซึ่งเป็นช่วงเวลาสำคัญของ

การสร้างพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่จะส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ขั้นสูง การคิดเชิงวิพากษ์ การตัดสินใจบนพื้นฐานของหลักฐาน การนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และการเตรียมความพร้อมสู่การเป็นพลเมืองในโลกยุควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ (OECD, 2023; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021) นอกจากนี้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ได้เน้นย้ำถึงการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการ แนวคิด และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้และปรับตัวได้อย่างเท่าทันต่อโลกในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย (Inductive Teaching) เป็นแนวทางที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการสังเกต วิเคราะห์ และสรุปหลักการจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดอย่างมีระบบ วิเคราะห์ความเชื่อเดิม และเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้อง (ทิสนา แคมมณี, 2557; ชาติชาย ม่วงปฐม, 2560) จุดเด่นของการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) สอดคล้องกับแนวคิดของ Constructivist Learning Theory ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ของตนเอง การได้วิเคราะห์และค้นพบหลักการจากตัวอย่าง ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและยั่งยืน (Piaget, 1972) ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกตตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล ซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) โดยให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดเดิมของตนจากหลักฐานที่ปรากฏ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการ “เปลี่ยนผ่านความคิด” (Conceptual Change) ไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้อง (Posner et al., 1982) ช่วยให้คิดอย่างเป็นระบบและมีวิจารณญาณ การได้วิเคราะห์สิ่งที่เห็นจากสถานการณ์จริง จะช่วยให้นักเรียนตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผลและเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง ในขณะเดียวกันการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Models) ร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้ นักเรียนมองเห็นภาพรวม เข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรม และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แบบจำลองยังช่วยลดความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ที่อาจเกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์หรือแหล่งข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง (Gilbert & Justi, 2016) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือทางความคิดที่ช่วยแทนสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ โดยอาจเป็น แบบจำลองทางกายภาพ (เช่น โมเดลสามมิติของดีเอ็นเอ), แบบจำลองเชิงภาพหรือแผนผัง (เช่น วงจรไฟฟ้า หรือห่วงโซ่อาหาร), หรือ แบบจำลองเชิงแนวคิด (Conceptual Models) ที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งแบบจำลองเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียนสามารถสร้างภาพจำลองทางจินตนาการและทำความเข้าใจกระบวนการที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น (Gilbert & Justi, 2016) การใช้แบบจำลองยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถ ตรวจสอบ ปรับเปลี่ยน หรือทบทวนมโนทัศน์เดิม โดยเฉพาะในกรณีที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนา "ความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์" (Conceptual Understanding) ได้อย่างลึกซึ้งและถูกต้อง นอกจากนี้ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ สร้างหรือปรับแบบจำลองด้วยตนเอง (Model Construction & Revision) ยังช่วยเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การ

ตั้งคำถาม การอธิบาย และการใช้เหตุผลเชิงหลักฐาน ตลอดจนส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) (Windschitl, Thompson, & Braaten, 2008) ดังนั้น การใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะในแนวทางที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การเรียนรู้แบบอุปนัย จึงเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการส่งเสริมความเข้าใจที่ถูกต้องและยั่งยืนของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคาดหวังว่าแนวทางนี้จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนทางความคิด และพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

### สมมติฐานการวิจัย (ถ้ามี)

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองวิทยาศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการจากไม่สอดคล้องกับความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์เป็นสอดคล้องกับความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าการเปลี่ยนแปลงจากความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจในมิติที่ไม่สอดคล้องกับความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานการศึกษาเทศบาลนครอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 65 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 32 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจงจากประชากร

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 3 ชั่วโมง รวมจำนวน 15 ชั่วโมง ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยได้แก่ เรื่องที่ 1) หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการ, 2) แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต, 3) พันธุศาสตร์ประชากร, 4) ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่แอลลีล, 5) กำเนิดสปีชีส ในการพัฒนาแผนการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ตามรายวิชาชีววิทยา ดำเนินการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และการหาคุณภาพของแผนการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ทำการประเมินความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลา การวัดและประเมินผล และสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยคุณภาพของแผนการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ทั้งนี้แผนการเรียนรู้ได้ผ่านการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาความเหมาะสมในการจัดกิจกรรม เวลา การวัดและประเมินผล ความเหมาะสมของสื่อ ซึ่งพบว่าแผนการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความสนใจ อยากรู้อยากเห็น สนุกสนานในการสร้างแบบจำลอง และอยากเรียนในกิจกรรมลักษณะนี้อีก

2.2 แบบวัดความเข้าใจโน้ตทัศน์วิวัฒนาการ เป็นแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจที่เป็นข้อเท็จจริงที่นำมาประมวลเข้าด้วยเป็นข้อสรุปหรือความคิดรวบยอดหรือสาระสำคัญเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิวัฒนาการระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบ 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เป็นปรนัย 4 ตัวเลือกและระดับที่ 2 เป็นแบบให้เหตุผลจากคำตอบในระดับที่ 1 ในการพัฒนาแบบวัดครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลความเข้าใจโน้ตทัศน์วิทยาศาสตร์ สรุปประเด็นความคลาดเคลื่อนของความเข้าใจโน้ตทัศน์วิวัฒนาการ หาคุณภาพของแบบวัดโดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุดเดียวกับที่ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) นำแบบวัดความเข้าใจโน้ตทัศน์ไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหา พิจารณาหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ก่อนเรียน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความเข้าใจโน้ตทัศน์วิวัฒนาการ แล้วนำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนเป็นคะแนนก่อนเรียน

3.2 ระหว่างเรียน ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมเป็น 15 ชั่วโมง โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้และเรียนรู้ปฏิบัติการกิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ หลังจากการจัดกิจกรรมแต่ละแผน ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ยังตอบคำถามไม่ชัดเจนหรือไม่ตอบคำถามเพิ่มเติม

3.3 หลังเรียน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วนำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนเป็นคะแนนหลังเรียน

3.4 หลังทดลอง นำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบวัดความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการไปวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐานต่อไป

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. ผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการ ผู้วิจัยได้ตรวจให้คะแนนก่อนเรียนและหลังเป็นรายบุคคลตามเกณฑ์การให้คะแนนของ Costu, Ayas & Niaz (2012) วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดวิวัฒนาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยการทดสอบ t-test for dependent sample ปรากฏผลดังตารางที่ 1

\*เกณฑ์การให้คะแนนของ Costu และ คณะ (2012)

| ระดับที่ 1 | ระดับที่ 2              | การแปลผล  | คะแนน |   |
|------------|-------------------------|---|-------|---|
| ✓          | ✓                       | มีความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding) | SU    | 3 |
| X          | ✓                       | มีความเข้าใจบางส่วน (Partial Understanding)       | PU    | 2 |
| ✓          | ไม่ตอบ/<br>ไม่ตรงไม่ผิด | มีความเข้าใจบางส่วน (Partial Understanding)       | PU    | 2 |
| ✓          | X                       | มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Specific Misconception)  | SM    | 1 |
| X          | ไม่ตอบ                  | ไม่มีความเข้าใจ (No Understanding)                | NU    | 0 |
| X          | X                       | ไม่มีความเข้าใจ (No Understanding)                | NU    | 0 |

ไม่ตอบ      ไม่ตอบ      ไม่ตอบ (No Response)      NR      0

**ตารางที่ 1** ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

| คะแนน     |    | คะแนนทดสอบความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการและสสาร |      |        |        |        |
|-----------|----|--|------|--------|--------|--------|
|           |    | N = 36                                       |      |        |        |        |
| เต็ม      |    | $\bar{x}$                                    | SD   | ร้อยละ | t      | p      |
| ก่อนเรียน | 30 | 6.25   | 3.31 | 20.83  | 19.456 | .000** |
| หลังเรียน | 30 | 20.09  | 2.45 | 66.97  |        |        |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการ ก่อนเรียน เท่ากับ 6.25 คิดเป็นร้อยละ 20.83 และหลังเรียน เท่ากับ 20.09 คิดเป็นร้อยละ 66.97 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**2. ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์**

การศึกษาความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบความสอดคล้องและไม่สอดคล้องของความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายชื่อโดยจำแนกความเข้าใจมนทัศน์ คือ NU, SM, PU, SU และ NR โดยให้ NR, NU และ SM อยู่ในกลุ่มความเข้าใจมนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และ PU, SU อยู่ในกลุ่มความเข้าใจมนทัศน์สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นเปรียบเทียบความถี่ของจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมนทัศน์สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยการแจกแจงเป็นตาราง Crosstab ทดสอบโดย Chi-Square แบบ McNemar Test ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมนทัศน์วิวัฒนาการ ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายชื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

| ชื่อ | ก่อนเรียน | หลังเรียน | รวม | X <sup>2</sup> | P |
|------|-----------|-----------|-----|----------------|---|
|------|-----------|-----------|-----|----------------|---|

52 | ความเข้าใจในทศน์วิวัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

|     |                        | มโนทัศน์<br>ที่ไม่สอดคล้อง | มโนทัศน์<br>ที่สอดคล้อง |             |           |          |
|-----|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|-----------|----------|
| 1   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 2 (6.25)                   | 27 (90.00)              | 29 (90.63)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 0 (0.00)                   | 3 (9.38)                | 3 (9.38)    | 25.0704   | 0.00     |
|     | รวม                    | 2 (6.25)                   | 30 (93.75)              | 32 (100.00) |           |          |
| 2   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 2 (6.25)                   | 23 (71.88)              | 25 (78.13)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 0 (0.00)                   | 7 (21.88)               | 7 (21.88)   | 21.04348  | 0.00     |
|     | รวม                    | 2 (6.25)                   | 30 (93.75)              | 32 (100.00) |           |          |
| 3   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 2 (6.25)                   | 14 (43.75)              | 16 (50.00)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 0 (0.00)                   | 16 (50.00)              | 16 (50.00)  | 12.07143  | 0.00026  |
|     | รวม                    | 2 (6.25)                   | 30 (93.75)              | 32 (100.00) |           |          |
| 4   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 2 (6.25)                   | 25 (78.13)              | 27 (90.00)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 0 (0.00)                   | 5 (15.63)               | 5 (15.63)   | 23.04     | 0.00     |
|     | รวม                    | 2 (6.25)                   | 30 (93.75)              | 32 (100.00) |           |          |
| 5   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 8 (25.00)                  | 20 (62.50)              | 28 (87.50)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 0 (0.00)                   | 4 (12.50)               | 4 (12.50)   | 18.05     | 0.00001  |
|     | รวม                    | 8 (25.00)                  | 24 (75.00)              | 32 (100.00) |           |          |
| 6   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 4 (12.50)                  | 22 (68.75)              | 26 (81.25)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 1 (3.16)                   | 5 (15.63)               | 6 (18.75)   | 17.3913   | 0.00002  |
|     | รวม                    | 5 (15.63)                  | 27 (90.00)              | 32 (100.00) |           |          |
| 7   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 9 (28.13)                  | 12 (37.50)              | 21 (65.63)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 0 (0.00)                   | 11 (34.38)              | 11 (34.38)  | 10.08333  | 0.00075  |
|     | รวม                    | 9 (28.13)                  | 23 (71.88)              | 32 (100.00) |           |          |
| 8   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 3 (9.38)                   | 12 (37.50)              | 25 (78.13)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 1 (3.16)                   | 16 (50.00)              | 17 (53.13)  | 7.69231   | 0.00277  |
|     | รวม                    | 4 (12.50)                  | 28 (87.50)              | 32 (100.00) |           |          |
| 9   | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 2 (6.25)                   | 11 (34.38)              | 13 (40.63)  |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 0 (0.00)                   | 19 (59.38)              | 19 (59.38)  | 9.09091   | 0.000128 |
|     | รวม                    | 2 (6.25)                   | 20 (62.50)              | 32(100.00)  |           |          |
| 10  | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 15 (15.63)                 | 18 (56.25)              | 23(21.88)   |           |          |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 1 (3.13)                   | 8 (25.00)               | 9 (28.13)   | 13.47368  | 0.00012  |
|     | รวม                    | 6 (18.75)                  | 278 (86.87)             | 32 (100.00) |           |          |
| รวม | มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง | 39 (12.19)                 | 184 (57.50)             | 223 (69.69) | 173.26203 | 0.00     |
|     | มโนทัศน์ที่สอดคล้อง    | 3 (0.94)                   | 94 (29.38)              | 97 (30.31)  |           |          |
|     | รวม                    | 42 (13.13)                 | 278 (86.87)             | 32 (100.00) |           |          |

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติทดสอบโดย Chi-Square แบบ McNemar Test เมื่อพิจารณาค่า Sig. (=0.00) ซึ่งน้อยกว่า ( $\alpha = .01$ ) สรุปได้ว่า ระดับความเข้าใจใจมโนทัศน์วิวัฒนาการ ของนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้อุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจใจมโนทัศน์วิวัฒนาการสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจใจมโนทัศน์วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจใจมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 69.69 และมีนักเรียนส่วนน้อยมีความเข้าใจใจมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 30.31 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจใจมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 86.87 และมีความเข้าใจใจมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 13.12

### 3. ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจใจมโนทัศน์วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้อุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

5.3.1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจใจมโนทัศน์วิวัฒนาการ ในระดับ NU SM PU SU ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 1 ความหมายวิวัฒนาการ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจใจมโนทัศน์ ข้อที่ 1 ความหมายวิวัฒนาการ

| รหัส | ก่อนเรียน |        |   | หลังเรียน |       |  |
|------|-----------|--------|---|-----------|-------|--|
|      | เลือก     | เหตุผล | เลือก   | เหตุผล    | เลือก | เหตุผล   |
| S04  | NU        | ×      | เป็นการเจริญเติบโตของผีเสื้อที่มีวิวัฒนาการจากดักแด้ (×)        | NU        | ×     | เป็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่มีพัฒนาการพันธุกรรม (×)  |
| S05  | NU        | ×      | ไม่ตอบ  | PU        | ✓     | นกมีวิวัฒนาการที่ยาวนานจากสัตว์เลื้อยคลานเป็นสัตว์ปีก  |
| S28  | SM        | ✓      | มีการเปลี่ยนแปลงจาก Archaeopteryx เป็น สัตว์เลื้อยคลานและนก (×) | PU        | ✓     | นกมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลื้อยคลาน   |
| S06  | PU        | ✓      | วิวัฒนาการของสัตว์ปีกและคน มาจากสัตว์เลื้อยคลาน                 | SU        | ✓     | วิวัฒนาการเป็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปเป็นสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยผ่านช่วงเวลายาวนาน ทั้งด้านรูปร่าง พฤติกรรม การดำรงชีวิต (✓) |

5.3.2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการ ในระดับ NU SM PU SU ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 2 แนวคิดวิวัฒนาการของ ลามาร์ค แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจในทัศน ข้อที่ 2 แนวคิดวิวัฒนาการของ ลามาร์ค

| รหัส | ก่อนเรียน |  |       | หลังเรียน   |  |  |
|------|-----------|--|-------|---|--|--|
|      | เลือก     | เหตุผล   | เลือก | เหตุผล  |  |  |
| S11  | NU X      | วิวัฒนาการ ข้อ ข. ไม่เป็นตามแนวคิดของ ลามาร์ค            | NU X  | การใช้งานเป็นเวลานาน จะทำให้ฝ่ามือหนาและหยาบขึ้น แต่ไม่สามารถ ถ่ายทอด ไปยังลูกหลานได้เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาของตัวบุคคล (X)   |  |  |
| S07  | NU X      | ไม่ตอบ   | PU ✓  | ไม่ตอบ  |  |  |
| S08  | NU X      | กฎของลามาร์คคือกฎของ ลามาร์ค เป็นแค่การทำงานหนักเท่านั้น | SU ✓  | กฎของ ลามาร์ค อธิบายว่า สิ่งมีชีวิตใด ที่ใช้อวัยวะใดบ่อย จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้น ส่วนที่ไม่ใช้ก็จะเสื่อมไปและสามารถ ถ่ายทอด ลักษณะนั้น ไปยังลูกหลานได้ (✓)   |  |  |
| S03  | SM ✓      | มีการถ่ายทอดไปยังลูกได้                                  | PU ✓  | เป็นกฎการใช้และไม่ใช้   |  |  |
| S09  | PU ✓      | ไม่ตอบ   | PU ✓  | กล้ามเนื้อที่ได้มาจากการออกกำลังกาย   |  |  |
| S17  | PU ✓      | ไม่ตอบ   | SU ✓  | ลามาร์ค กล่าวว่าลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเกิดจากการที่เราใช้อวัยวะบ่อยและไม่ได้ใช้และถ่ายทอด สู่ลูกหลาน ซึ่งข้อ ง. ขัดแย้งกับแนวคิดของ ลามาร์คเพราะกล้ามเนื้อที่ใหญ่ไม่สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ (✓) |  |  |

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการ ก่อนเรียน เท่ากับ 6.25 คิดเป็นร้อยละ 20.83 และหลังเรียน เท่ากับ 20.09 คิดเป็นร้อยละ 66.97 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจในทศวรรษวิวัฒนาการสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจในทศวรรษวิวัฒนาการ ของนักเรียนก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจในโมเดลที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 69.69 และมีนักเรียนส่วนน้อยมีความเข้าใจในโมเดลที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 30.31 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในโมเดลที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 86.87 และมีความเข้าใจในโมเดลที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 13.12

## อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในทศวรรษเกี่ยวกับวิวัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการเรียน โดยพบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่คลาดเคลื่อนไปเป็นโมเดลที่ถูกต้องมากกว่าการเปลี่ยนจากถูกต้องไปเป็นคลาดเคลื่อน และมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในทศวรรษวิวัฒนาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างมีคุณภาพ สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงนี้อาจอธิบายได้ว่า แนวทางการเรียนรู้แบบอุปนัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกต วิเคราะห์ และสรุปแนวคิดหรือหลักการจากสถานการณ์หรือกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ซึ่งกระตุ้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเกิดการเชื่อมโยงแนวคิดเดิมกับข้อมูลใหม่ (Prince & Felder, 2006) เมื่อแนวคิดเหล่านี้ถูกเสริมด้วย แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นกระบวนการหรือปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น นักเรียนจึงสามารถเข้าใจแนวคิดเชิงนามธรรมของวิวัฒนาการ เช่น การคัดเลือกโดยธรรมชาติ หรือความหลากหลายทางพันธุกรรม ได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น (Gilbert, 2004; Treagust et al., 2002) นอกจากนี้ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนสามารถ "มองเห็นสิ่งที่ตามองไม่เห็น" ในระดับโมเลกุลหรือระดับพันธุกรรม ซึ่งมักเป็นสาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเมื่อนักเรียนเรียนรู้ผ่านการบรรยายหรือข้อความเพียงอย่างเดียว ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยลดความคลาดเคลื่อนของโมเดล และสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น (Clement, 2000) อีกประการหนึ่งคือ การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันในกระบวนการเรียนรู้แบบอุปนัย ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ทบทวนความเข้าใจ และปรับปรุงโมเดลของตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) (Bransford et al., 2000)

## ข้อเสนอแนะในการวิจัย

### 1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในขั้นของการเปรียบเทียบแนวคิด ครูผู้สอนควรเตรียมตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่จะนำเสนอให้เพียงพอและสอดคล้องกับเวลาที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการสังเกต วิเคราะห์ และเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างรอบด้าน ซึ่งจะเอื้อต่อการสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

1.2 การใช้การ์ตูนรูปภาพหรือภาพประกอบเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการเรียนรู้เชิงภาพของนักเรียนได้อย่างดี อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถูกต้องและตรงตามจุดประสงค์ของครูผู้สอน ควรมีคำอธิบายหรือข้อความประกอบใต้ภาพอย่างชัดเจน โดยเนื้อหาคำอธิบายควรชี้นำไปยังประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับทศวรรษวิวัฒนาการ เช่น การเปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตในแต่ละช่วงเวลา หรือกลไกของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ เป็นต้น

1.3 เนื่องจากวิวัฒนาการเป็นศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะในการคัดเลือกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่จะใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งควรเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่ต้องการสื่อให้ชัดเจน เช่น ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม การอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสม หรือหลักฐานฟอสซิล เป็นต้น เพื่อให้สามารถตั้งคำถามปลายเปิดที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ และสร้างมโนทัศน์ใหม่ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรพิจารณานำแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในลักษณะของสถานการณ์จำลองที่หลากหลายและใกล้เคียงกับชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้มโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้อย่างสร้างสรรค์ อันจะส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางความคิด เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ตลอดจนแสดงศักยภาพในหลากหลายด้านได้อย่างเด่นชัด

2.2 ควรเน้นการใช้คำถามระดับสูง (High-level questioning) ควบคู่กับการจัดกิจกรรมที่ใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะคำถามที่กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงเหตุผล และการสร้างข้อสรุปอย่างมีหลักการ ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงลึก และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในด้านกระบวนการคิดอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

2.3 ควรออกแบบสถานการณ์หรือกิจกรรมที่มีความหลากหลายและท้าทายความสามารถของผู้เรียนมากขึ้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างและนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน

อย่างเหมาะสมและต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในการประยุกต์ความรู้ และสามารถถ่ายทอดความเข้าใจไปยังสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมั่นใจ

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- ชาติชาย ม่วงปฐม. (2560). *นวัตกรรมและเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041–1053.
- Coştu, B., Ayas, A. & Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instruction Science*, 40(3), 47-67.
- Driver, R. (1989). *Students' conceptions and the learning of science*. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481–490.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115–130.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Springer. *Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations*. *Science Education*, 92(5), 941–967.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Science and Engineering in Preschool Through Elementary Grades: The Brilliance of Children and the Strengths of Educators*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26215>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/cea6d16a-en>
- Piaget, J. (1972). *Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge*. Penguin.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). *Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change*. *Science Education*, 66(2), 211–227.

Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357–368.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). *Beyond the scientific method*.