

การส่งเสริมความเข้าใจของนักศึกษาครูชีววิทยาเกี่ยวกับ การใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ลฎาภา ลดาชาติ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ladapa23@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและติดตามความเข้าใจของนักศึกษาครูชีววิทยา 7 คน เกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างรายบุคคลด้วยกรอบแนวคิดของ Henze et al. (2008) เปิดเผยว่า นักศึกษาทุกคนมีความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Type A) อย่างไรก็ตาม หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่มีแบบจำลองเป็นฐาน และการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อการพยากรณ์ปรากฏการณ์ นักศึกษา 4 คน แสดงความเข้าใจที่ดีขึ้นโดยการกล่าวถึงหน้าที่ในการพยากรณ์ของแบบจำลอง ในขณะที่นักศึกษา 3 คน มีความเข้าใจคล้ายเดิม นักศึกษา 3 คน เริ่มตระหนักถึงการให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองด้วยตนเอง แทนที่ครูเป็นผู้นำเสนอแบบจำลองให้กับนักเรียน กระนั้นก็ตาม ไม่มีนักศึกษาคนใดกล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนโดยการให้นักเรียนสร้าง ประเมิน และปรับปรุงแบบจำลอง (Type B) การวิจัยนี้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่มีแบบจำลองเป็นฐานในบริบทของการผลิตครูชีววิทยา

[วารสารธรรมศาสตร์ ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 ปี พ.ศ. 2560]

คำสำคัญ: แบบจำลอง, การจำลอง, การเรียนการสอนที่มีแบบจำลองเป็นฐาน, นักศึกษาครูชีววิทยา

Facilitating Preservice Biology Teachers' Understandings about Using Models in Teaching and Learning Science

Ladapa Ladachart

Faculty of Education Chiang Mai University

ladapa23@gmail.com

Abstract

This research aimed at investigating and monitoring 7 preservice biology teachers' understanding about the uses of models in teaching and learning science. The analysis on data collected from individual semi-structured interviews based on the framework of Henze et al. (2008) revealed that all the preservice teachers possessed prior understanding about the use of models to present scientific knowledge (Type A). However, after engaging in learning activities focusing on nature of scientific models, model-based instruction, and the predictive use of computer simulations, four preservice teachers expressed better understandings by referring to the predictive function of models, while the other three still had similar understanding. Three preservice teachers realized students constructing models by themselves instead of the teacher presenting the models for the students. Nonetheless, none of the preservice teachers mentioned instruction that allows students to construct, evaluate, and modify models (Type B). This research provides suggestions about promoting model-based instruction in the context of biology teacher education.

[Thammasat Journal, Volume 36 No.2, 2017]

Keywords: Models, Modelling, Model-based instruction, Preservice biology teachers

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง, 2558) แบบจำลอง มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Gilbert, 2004) ดังที่ Schwarz and White (2005, p. 172) นิยามไว้ว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็น “กระบวนการเปรียบเทียบและทดสอบ แบบจำลองที่เป็นคู่แข่งกัน” ทั้งนี้เพราะแบบจำลองช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อันจะนำไปสู่การสืบเสาะเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานที่สนับสนุนหรือหักล้าง สมมติฐานนั้น (van Driel & Verloop, 1999; 2002) นักเรียนจึงควรมีความสามารถในการสร้างและใช้ แบบจำลองในกระบวนการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา, 2553)

ครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองในการสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ (Justi & Gilbert, 2002) อย่างไรก็ตาม ครูหลายคนกลับไม่ได้ให้โอกาสนักเรียนได้สร้าง และใช้แบบจำลองมากนัก (ลฎาภา ลดาชาติ และลือชา ลดาชาติ, 2560) ครูมักนำเสนอความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ผ่านแบบจำลอง (van Driel & Verloop, 1999; Treagust et al., 2002) ราวกับว่า แบบจำลอง นั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไป (Grosslight et al., 1991) ทั้ง ๆ ที่ในความ เป็นจริงแล้ว แบบจำลองเป็นเพียงสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการใช้จินตนาการและความคิด สร้างสรรค์ ร่วมกับข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ (Harrison & Treagust, 2000) แบบจำลองจึงนำเสนอเพียง บางลักษณะตามวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ (van Driel & Verloop, 2002) และสามารถเปลี่ยนแปลง ได้ (Treagust et al., 2002)

งานวิจัยเปิดเผยว่า ครูชีววิทยามีแนวโน้มที่จะใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าครูวิทยาศาสตร์สาขาอื่น (เคมีและฟิสิกส์) ทั้งนี้เพราะแบบจำลองทางชีววิทยามักถูกใช้เพื่อ บรรยายโครงสร้างและองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ (เช่น เซลล์ ดีเอ็นเอ และโครงสร้างร่างกาย) ในขณะที่ แบบจำลองทางเคมีและทางฟิสิกส์มักถูกใช้เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น (Krell et al., 2015) ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองจึงขึ้นอยู่กับวิชาเอกของครูวิทยาศาสตร์ (Gobert et al., 2011) จาก การศึกษากับครูวิทยาศาสตร์ 39 คน Justi and Gilbert (2003) ยืนยันว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลอง มีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์กับภูมิหลังทางการศึกษาของครู โดยครูที่มีภูมิหลังทางชีววิทยามักมองแบบจำลอง ว่าเหมือนกับของจริง ครูชีววิทยาจึงใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอโครงสร้างและองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ และละเลยการใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์และตั้งสมมติฐานใหม่ (Krell & Kruger, 2016)

ด้วยความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างและใช้แบบจำลอง เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ทุกคน (รวมทั้งครูชีววิทยา) จึงควรมีความเข้าใจที่ ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และสามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการ สร้างและใช้แบบจำลองได้ แต่การวิจัยด้านนี้ยังไม่ปรากฏมากนักในประเทศไทย การวิจัยนี้จึงมี

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและติดตามความเข้าใจของนักศึกษาครูชีววิทยาเกี่ยวกับแบบจำลองและการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตครูชีววิทยาที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และสามารถจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต่อไป การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

1. นักศึกษาครูชีววิทยามีความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร

2. ภายหลังการเรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่มีแบบจำลองเป็นฐาน และการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อพยากรณ์ปรากฏการณ์ นักศึกษาครูชีววิทยาเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่และอย่างไร

วิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา (case study) ซึ่งผู้วิจัยเน้นการสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองศึกษา (ในที่นี้คือความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองของนักศึกษาครูชีววิทยา) มากกว่าการสร้างข้อสรุปเพื่ออ้างอิงกับประชากร (Yin, 2014) ในการนี้ ผู้วิจัยจึงนำกระบวนทัศน์การตีความ (interpretive paradigm) (Lincoln & Guba, 1985) มาปรับใช้ในการวิจัยนี้ ทั้งนี้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ (Merriam, 2009) และวิเคราะห์ข้อมูลออกมาเป็นผลการวิจัย รายละเอียดของบริบท ผู้มีส่วนร่วม การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

บริบท

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในรายวิชา “มโนคติวิทยาศาสตร์ด้านชีววิทยาในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2” ของคณะศึกษาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในภาคเหนือ รายวิชานี้มีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างองค์ความรู้ และมโนคติหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามที่ปรากฏในหลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) โดยนักศึกษาจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือแนวคิด ทั้งที่เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และมโนคติที่คลาดเคลื่อน (misconceptions) เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคต โดยผู้วิจัยปฏิบัติการสอนวิชานี้ เนื่องจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์มักถูกนำเสนอผ่านแบบจำลอง ผู้วิจัยจึงส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองในวิชานี้ด้วย

กิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลอง

ผู้วิจัยได้สอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และ การใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การบรรยายเกี่ยวกับนิยาม ประเภท และบทบาทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Oh & Oh, 2011) โดยผู้วิจัยให้นิยามว่า แบบจำลอง หมายถึง สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทน ของลักษณะบางประการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Windschitl & Thompson, 2006) ซึ่งมี ได้หลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นข้อความ ภาพวาด กราฟ สมการ แผนผัง โครงสร้างทางกายภาพ และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Treagust et al., 2002) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ เช่น เพื่อสื่อสารความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อบรรยายว่าปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติเป็นอย่างไร เพื่ออธิบายว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และเพื่อพยากรณ์สิ่งที่ จะเกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Schwarz et al., 2009) ในการนี้ นักศึกษาร่วมกันยกตัวอย่าง แบบจำลอง และร่วมกันระบุนว่า แบบจำลองเหล่านั้นเป็นตัวแทนของอะไร อยู่ในรูปแบบใด และทำหน้าที่ อะไร

2. การใช้โปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างและทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติ โดยผู้วิจัยนำเสนอโปรแกรม PhET (<https://phet.colorado.edu>) และให้นักศึกษาทำ การสำรวจโปรแกรมที่มีเนื้อหาต่าง ๆ เช่น การแพร่ และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ในการนี้ ผู้วิจัยให้ นักศึกษาดำเนินคำถามและสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสามารถหาคำตอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพื่อเน้นย้ำว่า แบบจำลองไม่ได้มีหน้าที่เพียงแค่อธิบายหรือบรรยาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติเป็นอย่างไรหรือเกิดขึ้นได้อย่างไรเท่านั้น หากแต่แบบจำลองยังมีอีกหน้าที่หนึ่ง ซึ่งก็คือ การเป็นกรอบแนวคิดให้นักวิทยาศาสตร์ตั้งคำถามและสมมติฐานใหม่ อันจะนำไปสู่การสืบเสาะและ การสร้างความรู้ใหม่ต่อไป (Krell & Kruger, 2016) จากนั้น นักศึกษาร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ แบบจำลองเพื่อสร้างสมมติฐานหรือพยากรณ์สิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น

3. การออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการการใช้แบบจำลองในลักษณะ ของการสอนแบบจุลภาค (micro teaching) โดยผู้วิจัยนำเสนอการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มี แบบจำลองเป็นฐาน (model-based instruction) (Schwarz et al., 2009) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นนำเสนอปรากฏการณ์ 2. ขั้นสร้างแบบจำลอง 3. ขั้นทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน 4. ขั้นประเมินแบบจำลอง 5. ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น 6. ขั้นปรับปรุง แบบจำลอง และ 7. ขั้นใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ จากนั้น ผู้วิจัยให้นักศึกษา ทำการเปรียบเทียบกับจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวัฏจักรการสืบเสาะแบบ 5Es (Bybee et al., 2006) ซึ่งบทบาทของแบบจำลองยังไม่ปรากฏชัดเจน นอกจากนี้ นักศึกษาแต่ละคนออกแบบ การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาที่มีแบบจำลองเป็นฐาน

ผู้มีส่วนร่วม

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 วิชาเอกชีววิทยา จำนวน 7 คน (หญิง 3 คน และชาย 4 คน) นักศึกษาเหล่านี้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา “มโนทัศน์วิทยาศาสตร์ด้านชีววิทยา ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2” ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 นักศึกษาเหล่านี้มีอายุประมาณ 20-21 ปี และมีเกรดเฉลี่ยในช่วง 3.18-3.57 ($M = 3.36$, $SD = 0.15$) จากการสอบถามเบื้องต้นก่อนการจัดการเรียนการสอน นักศึกษาเหล่านี้ยังไม่เคยผ่านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเรื่องธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนที่มีแบบจำลองเป็นฐานมาก่อน ในรายงานฉบับนี้ ผู้วิจัยอ้างถึงนักศึกษาแต่ละคนด้วยนามสมมติ (ออย, น้ำ, อัม, แจ็ค, ตะนอย, ู๊ดดี, และไนน์)

การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งกระบวนการเก็บข้อมูลวิจัยออกเป็น 2 ช่วง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอในการตอบคำถามวิจัย ในช่วงแรก (เดือนสิงหาคม 2559) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 (นักศึกษามีความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร) ในการนี้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง คำถามแต่ละข้อมีดังนี้ 1) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คืออะไร 2) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ “ที่ดี” ควรมีลักษณะอย่างไร 3) โปรดระบุตัวอย่างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 5 แบบจำลอง 4) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร และ 5) หากได้เป็นครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน นักศึกษาจะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่และอย่างไร

คำถามข้อที่ 1 เป็นคำถามที่มุ่งวัดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับแบบจำลองว่า นักศึกษามองแบบจำลองในฐานะใด (เช่น แบบจำลองคือของจริง หรือแบบจำลองเป็นตัวแทนของของจริง) ในขณะที่คำถามข้อที่ 2 มุ่งวัดว่า นักศึกษาใช้เกณฑ์อะไรในการตัดสินคุณภาพของแบบจำลอง จากการวิจัยของ Pluta et al. (2001) เกณฑ์การพิจารณาแบบจำลองเป็นได้ทั้งเกณฑ์ปฐมภูมิ (primary criteria) ซึ่งเน้นการพิจารณาคุณภาพของแบบจำลองในฐานะเครื่องมือของการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ เช่น ความสามารถในการอธิบาย ความสามารถในการพยากรณ์ ความสอดคล้องในตัวเอง และการเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์ทุติยภูมิ (secondary criteria) ซึ่งเน้นการพิจารณาคุณภาพของแบบจำลองจากลักษณะภายนอก เช่น ความถูกต้อง ความชัดเจน ความสวยงาม และรายละเอียด เกณฑ์ที่นักศึกษานำมาใช้อาจสัมพันธ์กับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 3 มุ่งวัดว่า ในระหว่างที่นักศึกษานำสัมภาษณ์อยู่นั้น นักศึกษากำลังคิดถึงแบบจำลองประเภทใด จากการวิจัยก่อนหน้านี้ (Gobert et al., 2011; Krell et al., 2015) ที่ระบุว่าความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองจึงอาจมีลักษณะที่ขึ้นอยู่กับสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ข้อมูลจาก

คำถามข้อที่ 3 จะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการตีความคำตอบของนักศึกษา คำถามข้อที่ 4 และ 5 มุ่งวัดว่า นักศึกษามีความเข้าใจต่อการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างไร โดยคำถามข้อที่ 4 ถามความเข้าใจในภาพรวมเกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในขณะที่คำถามข้อที่ 5 เป็นการถามเจาะจงว่า นักศึกษาจะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือไม่และอย่างไร การสัมภาษณ์ใช้เวลาประมาณ 10–15 นาที/คน

ในช่วงที่สอง (เดือนธันวาคม 2559) หลังจากที่คุณวิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้าง ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลอง และแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่มีแบบจำลองเป็น ฐาน ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการและรูปแบบเดิมอีกครั้ง การเก็บข้อมูลช่วงที่ 2 ห่างจากช่วงที่ 1 เป็นเวลา 4 เดือน ทั้งนี้เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยติดตามการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นใน ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองของนักศึกษาแต่ละคน ตลอดช่วงเวลาของการเรียนการสอน ในรายวิชานี้ ผู้วิจัยไม่ได้แจ้งว่า ผู้วิจัยสนใจการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นพิเศษ ยกเว้นในช่วงเวลาระหว่างการสัมภาษณ์และการอภิปรายกับนักศึกษาในชั้นเรียน

ถึงแม้ว่าผู้วิจัยมีการเก็บข้อมูลอื่น (เช่น การรวบรวมแผนการจัดการเรียนรู้ และการสังเกต การปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค) จากนักศึกษาแต่ละคนด้วยเช่นกัน แต่ข้อมูลในรายงานวิจัยนี้มาจากการ สัมภาษณ์เป็นหลัก ทั้งนี้เพราะสิ่งที่ครุคิดกับสิ่งที่ครุทำอาจไม่เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันหรือ พร้อมกันเสมอไป (Luft, 2001) และเนื่องจากผู้วิจัยมอบหมายให้นักศึกษาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการบ้าน ซึ่งนักศึกษาศึกษาหนังสือเรียน คู่มือครู หรือเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติมได้อย่างอิสระ ผู้วิจัยจึงไม่สามารถติดตามได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาแต่ละคนทำขึ้นนั้นมาจากความเข้าใจ จริง ๆ หรือจากการศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองของนักศึกษา ดังนั้น ข้อมูลจากแผนการจัดการเรียนรู้และการ ปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคจึงถูกใช้เพียงเพื่อตรวจสอบและยืนยันข้อมูลจากการสัมภาษณ์เท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบข้ามกรณี (cross case analysis) โดยการมองหาแบบแผน หรือลักษณะร่วมที่เกิดขึ้นกับนักศึกษา ในการนี้ ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการถอดคำพูดของนักศึกษาแต่ละคน จากนั้น ผู้วิจัยอ่านข้อมูลทั้งหมดอย่างละเอียด ทั้งนี้เพื่อตีความว่า นักศึกษาแต่ละคนเข้าใจเกี่ยวกับ การใช้แบบจำลองอย่างไร และความเข้าใจเหล่านั้นสอดคล้องกันอย่างไร ในการนี้ ผู้วิจัยนำกรอบแนวคิด ของ Henze et al. (2008) มาใช้ในการวิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ Type A และ Type B โดย Type A คือ การใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เท่านั้น ในขณะที่ Type B เป็นการใช้แบบจำลอง ทั้งเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียน สร้างและทดสอบแบบจำลอง และเพื่อบ่งชี้ธรรมชาติของแบบจำลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง (Henze et al., 2008)

Type A	Type B
แบบจำลองเป็นสื่อเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่มีโอกาสได้สร้างแบบจำลองด้วยตนเอง หากแต่ทำความเข้าใจเนื้อหาหรือแนวคิดที่ครูนำเสนอผ่านแบบจำลองเท่านั้น ครูไม่มีการเน้นย้ำเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลอง เช่น รูปแบบ หน้าที่ และข้อจำกัดของแบบจำลอง	แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้สร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของตนเอง และได้ทดสอบ ตลอดจนปรับปรุงแบบจำลองนั้นให้สอดคล้องกับหลักฐานจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ครูยังเน้นย้ำเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลอง เช่น รูปแบบ หน้าที่ และข้อจำกัดของแบบจำลอง

ในกรณีที่นักศึกษาคนใดมีการใช้แบบจำลองแบบ Type B ซึ่งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ต่อไปตามกรอบแนวคิดของ Rea-Ramirez et al. (2008) ว่า กระบวนการนั้นครอบคลุมทั้งการสร้าง การทดสอบ และการปรับเปลี่ยนแบบจำลองหรือไม่ และในกรณีที่นักศึกษาคนใดใช้แบบจำลองแบบ Type B ซึ่งบ่งชี้ธรรมชาติของแบบจำลอง ผู้วิจัยจึงพิจารณาว่า นักศึกษาบ่งชี้ธรรมชาติของแบบจำลองในลักษณะใดบ้างหรือไม่ (เช่น แบบจำลองของสิ่งเดียวกันมีได้หลากหลาย แบบจำลองสอดคล้องกับของจริงเพียงบางลักษณะ แบบจำลองมีหน้าที่ได้หลากหลาย และแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงได้) การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลองช่วยให้ผู้วิจัยสามารถติดตามและเห็นแบบแผนของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในความเข้าใจของนักศึกษาเหล่านี้

การสร้างที่น่าเชื่อถือของผลการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เทคนิคหลายประการในการสร้างที่น่าเชื่อถือของผลการวิจัย ประการแรก คือ การมีส่วนร่วมที่ยาวนาน (prolonged engagement) ซึ่งผู้วิจัยใช้เวลาตลอด 1 ภาคการศึกษาในการเก็บข้อมูล ซึ่งนานพอที่ผู้วิจัยจะสามารถเข้าใจและติดตามได้ว่า นักศึกษาแต่ละคนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองอย่างไร ประการที่สอง คือ การใช้การตรวจสอบโดยเพื่อนผู้เชี่ยวชาญ (peer debriefing) ซึ่งผู้วิจัยส่งผลการวิจัยเบื้องต้นให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 คน ทำการตรวจสอบความมีเหตุผลของการตีความของผู้วิจัย และประการที่สาม คือ การตรวจสอบสมาชิก (member check) ซึ่งผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้นักศึกษาแต่ละคนตรวจสอบและยืนยันก่อนการลงข้อสรุปทั้งหมด

ผลการวิจัย

แม้การวิจัยนี้มีการเก็บข้อมูล 2 ช่วงเวลา แต่ด้วยข้อจำกัดของการวิจัยที่เกิดขึ้นในบริบทตามธรรมชาติ (Lincoln & Guba, 1985) การวิจัยนี้จึงไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อสรุปว่า การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับความเข้าใจของนักศึกษาเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชานี้ ผลการวิจัยนี้เป็นเพียงการบรรยายสิ่งที่เกิดขึ้นใน 2 ช่วงเวลาเท่านั้น

คำถามวิจัยที่ 1: นักศึกษามีความเข้าใจเดิมต่อแบบจำลองในฐานะตัวช่วยในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักศึกษาทั้งหมดมีความคิดต่อแบบจำลองไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงหรืออธิบายเนื้อหา ความรู้ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนหรือผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ดังปรากฏในนิยามเหล่านี้

- ออย: (แบบจำลองคือสิ่ง) ที่ทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้น ทำให้เห็นภาพต่างจากการอธิบายด้วยปากเปล่า
- น้ำ: (แบบจำลองคือ) สิ่งหรือตัวแทนที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น
- อัม: (แบบจำลองคือ) อุปกรณ์/เครื่องมือที่สร้างขึ้นมาใช้ในการสอน ให้ผู้เรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้ดีขึ้น
- แจ๊ค: (แบบจำลองคือ) สิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่ออธิบายการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ สิ่งที่มีสื่อให้เห็นถึงความคิดรวบยอด สิ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ หรือสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติ
- ตะนอย: (แบบจำลองคือ) การที่เราเอา concept หรือความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ จากที่เป็นนามธรรมมาทำให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น หรือทำให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
- วุฒดี: (แบบจำลองคือ) สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายอะไรสักอย่างที่มีมันเข้าใจยาก มันเล็กหรือมันใหญ่เกินไป เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะเรื่องที่ไม่สามารถทำให้เห็นจริงได้
- ไนน์: (แบบจำลองคือ) การสร้างสิ่งที่ศึกษาไม่ชัดเจน ไม่สามารถมองเห็นได้ เอามาทำให้เป็นสื่อในการถ่ายทอด ทำให้คนอื่นเข้าใจมากขึ้น เป็นการอธิบายสิ่งที่ไม่ชัดเจน เอามาให้เห็นภาพชัดเจนมากขึ้น

คำนิยามเหล่านี้แสดงว่า นักศึกษาเหล่านี้มองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือหรือสื่อการสอน ดังนั้น เมื่อนักศึกษาเหล่านี้ยกตัวอย่างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทั้งหมดจึงเป็นแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นแบบจำลองอะตอม แบบจำลองการเกิดพายุ แบบจำลองร่างกายมนุษย์ แบบจำลองดีเอ็นเอ แบบจำลองการทำงานของหัวใจ และแบบจำลองระบบสุริยะ เป็นต้น ด้วยมุมมองเช่นนี้ เกณฑ์ที่นักศึกษาเหล่านี้ใช้ในการตัดสินคุณภาพของแบบจำลองส่วนใหญ่จึงเน้นไปที่ลักษณะของแบบจำลองที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีหรือง่ายขึ้น ดังนี้

ออย: (แบบจำลองที่ดีต้อง) ถูกต้องตามหลัก (การทางวิทยาศาสตร์) ไม่ให้เกิดความเข้าใจผิด เข้าใจง่าย ไม่ต้องให้ใครมาอธิบายเพิ่ม น่าสนใจ ดูแล่ง่าย ไม่แพง แข็งแรง ใช้ได้จริง ในโรงเรียน

น้ำ: (แบบจำลองที่ดีต้อง) เข้าใจง่าย เป็นจริง ไม่ทำให้เกิด misconceptions (แนวคิดที่คลาดเคลื่อน) ทั้งขนาด สัดส่วน และลักษณะการทำงาน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน

อัม: (แบบจำลองที่ดีต้อง) ไม่ซับซ้อน เป็นรูปธรรม อธิบายปรากฏการณ์ได้ง่าย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ได้ง่าย

แจ๊ค: (แบบจำลองที่ดีต้อง) ไม่ซับซ้อน เป็นรูปธรรม อธิบายปรากฏการณ์ได้ง่าย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ได้ง่าย

ตะนอย: (แบบจำลองที่ดีต้อง) ทำให้เด็กเข้าใจเนื้อหาหรือ concept (แนวคิด) นั้นมากยิ่งขึ้น มีความน่าสนใจ ถูกต้องตามหลักของวิทยาศาสตร์

วุฒดี: (แบบจำลองที่ดีต้อง) ถูกต้องตามทฤษฎี เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ดู/อ่านแล้วเข้าใจ concept หลักได้เลย

ไนน์: (แบบจำลองที่ดีต้อง) เหมือนของจริงให้มากที่สุด ไม่ทำให้ผู้เรียนเกิด misconceptions

นักศึกษาทั้งหมดมองบทบาทของแบบจำลองในฐานะเครื่องมือที่ช่วยให้ครูอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย เป็นรูปธรรม และน่าสนใจมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย เป็นรูปธรรม และถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ใช้แบบจำลอง ดังคำตอบต่อไปนี้

ออย: (แบบจำลอง) มีบทบาทสำคัญในการอธิบาย เรามีแบบจำลองมาอธิบายว่า มันเกิดมาอย่างนี้ เพราะอะไร ไม่ต้องอธิบายซ้ำ ... มันจะมีเด็กไม่เข้าใจ ถ้า (ครู) พูดปากเปล่า เราก็เอาแบบจำลองมา แล้วก็อธิบายตามแบบจำลอง

น้ำ: ถ้าครูได้แต่บรรยายไป นักเรียนไม่เข้าใจ นึกภาพไม่ออก ก็ต้องมีแบบจำลองมาให้ นักเรียนเห็นภาพบ้าง จะได้นึกออกว่า มันเป็นอย่างไร เพื่อความเข้าใจที่มากขึ้น

อัม: (แบบจำลอง) ช่วยเด็กให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น จากคำที่ครูพูดหรือเล่าให้ฟัง มันก็ไม่เหมือนกับที่เห็นกับตาจริง ๆ ยิ่งได้เห็น ได้สัมผัส ได้ทดลอง (เด็ก) ก็น่าจะมีความเข้าใจได้มากขึ้นง่ายขึ้น

แจ๊ค: (แบบจำลอง) ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อธิบายในห้องเรียนแล้วอาจทำให้เกิดความสับสน ... ก็ใช้แบบจำลองในการช่วยอธิบายเพิ่ม ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่ถูกต้องมากขึ้น ชัดเจนมากขึ้น

ตะนอย: ถ้าเราไม่มีแบบจำลอง ก็เหมือนกับนามธรรมที่เราเรียนจบแล้ว จับต้องไม่ได้ การอธิบายเป็นตัวหนังสือ มันยังคลุมเครืออยู่ ... ทำให้เด็กไม่เข้าใจ concept การมีแบบจำลองมาช่วยในการสอน มันทำให้เด็กมองภาพออกว่า ลักษณะเนื้อหาที่เราสอน มันเป็นไปในทิศทางไหน มีรูปแบบอย่างไร

วู้ดดี: วิทยาศาสตร์ส่วนมากเป็นทฤษฎีหรือกฎ บางเรื่องเข้าใจยาก จะมีแบบจำลอง 3 มิติ มาเพื่อให้เด็กเข้าใจได้ง่ายขึ้นหรือเข้าใจได้ถูกต้อง

ไนน์: (แบบจำลอง) เหมือนสื่อการสอนอย่างหนึ่งที่ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น นอกเหนือจากคำพูดที่เราอธิบายไป เราเอามา เรยกของจริงมา เราก็สามารถบอกได้ว่า อันนี้อะไรเป็นอะไร นอกเหนือจากที่เราพูดปากเปล่า

ด้วยเหตุนี้ นักศึกษาทุกคนจึงตอบตรงกันว่า ตนเองจะใช้แบบจำลองในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในอนาคต

- ออย: เนื่องจากเป็นคนที่พูดปากเปล่าไม่ค่อยรู้เรื่อง จึงต้องอาศัยแบบจำลองในการช่วยอธิบายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น แล้วก็เข้าใจตรงกัน
- น้ำ: บางเรื่องของชีว (วิทยา) นักเรียนนึกภาพไม่ออก แบบบรรยายอย่างนี้ เราก็ให้นักเรียนดูตามไปด้วย
- อัม: เป็นการใช้เครื่องมือเพื่อบรรยายให้เรื่องนั้น ๆ อย่างอะไรที่เป็นสื่อเป็นแบบจำลองที่หยิบได้ เด็กก็น่าจะเข้าใจได้ง่ายขึ้น
- แจ๊ค: จะใช้แบบจำลองในส่วนที่อธิบายเป็นคำพูดในห้องเรียนได้ยาก ... เราอาจจะฉายภาพหรือวาดภาพให้เด็กดู เราอาจพูดได้ แต่เด็กอาจไม่เข้าใจ 100% เราต้องทำโมเดลขึ้นมาอ้างอิง
- ตะนอย: สิ่งหนึ่งในการเป็นครู คือ การถ่ายทอดให้เด็กเข้าใจหรือเห็นภาพความเป็นจริง ให้เห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ทำให้เด็กคิดว่า มันสามารถจับต้องได้ เข้าใจได้ง่าย ทำให้เด็กสนใจมากยิ่งขึ้น ... เอาแบบจำลองมาอธิบายหลักการเนื้อหาทำให้เด็กสามารถเข้าใจ concept
- วุฒดี: เราสามารถสร้างแบบจำลองขึ้นมาเองเพื่อให้เด็กสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น เราอาจจะคิดแบบจำลองของตนเองขึ้นมาเพื่อให้เรานัด แล้วเราก็สามารถใช้อธิบายได้ดี
- ไนน์: ใช้ช่วยในการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น นอกจากในรูปภาพในหนังสือที่เป็น 2 มิติ เราก็เอาแบบจำลอง 3 มิติ มาทำให้เขาเห็นภาพจริง ๆ แล้วทำให้เขาเข้าใจมากยิ่งขึ้นครับ

จากความคิดเดิมของนักศึกษาทุกคน แบบจำลองจึงถูกมองเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนเพื่อยืนยันหรือประกอบคำอธิบาย นักศึกษาทุกคนให้ความสำคัญกับเนื้อหาหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในแบบจำลอง ด้วยเหตุนี้ ความถูกต้องของเนื้อหา ความง่ายต่อการทำความเข้าใจ ความชัดเจนจึงเป็นเกณฑ์ลำดับต้น ๆ ที่นักศึกษาเหล่านี้ใช้ตัดสินคุณภาพของแบบจำลอง ในขณะที่ กระบวนการสร้าง ทดสอบ และประเมินแบบจำลองกลับไม่ได้รับการกล่าวถึง สำหรับนักศึกษาเหล่านี้ แบบจำลองยังไม่ได้ถูกมองในฐานะเครื่องมือในการสร้างความรู้ใหม่ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถาม การสร้างสมมติฐานใหม่ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น หรือการเป็นกรอบแนวคิดในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น เมื่อเทียบกับกรอบแนวคิดของ Henze et al. (2008) แล้ว ความเข้าใจของนักศึกษาเหล่านี้จึงเป็นแบบ Type A ซึ่งเน้น “เนื้อหาของแบบจำลอง” เป็นสำคัญ

คำถามวิจัยที่ 2: นักศึกษาบางคนพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในมิติที่ต่างกัน

หลังจากการเรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลอง ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาแต่ละคนอีกครั้ง ทั้งนี้เพื่อติดตามว่า นักศึกษามีความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและการใช้แบบจำลองในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นหรือไม่ ผลการวิจัยเปิดเผยว่า นักศึกษา 6 คน ยังคงความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่คล้ายเดิม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ออย: (แบบจำลองคือสิ่ง) ที่สร้างขึ้นจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ... เพื่ออธิบายสิ่งที่เราศึกษา เพื่อช่วยให้การอธิบายให้เข้าใจได้มากขึ้น

น้ำ: (แบบจำลองคือสิ่ง) ที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

อัม: (แบบจำลองคือสิ่ง) ที่สร้างขึ้นมาเพื่อเอามาใช้อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องปรากฏการณ์ หรือกระบวนการต่าง ๆ

แจ๊ค: มันเป็นสิ่งที่สามารถแสดงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติ

ตะนอย: (แบบจำลอง) เป็นการเอาแนวคิดหรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ... เป็นการย่อแนวคิดหรือทฤษฎี ... ให้เป็นแบบจำลอง เวลาอธิบายก็สามารถอธิบายได้ง่ายกว่า คนฟังก็เห็นภาพได้ชัดกว่า

วุฒดี: (แบบจำลองคือ) สิ่งที่น่ามาใช้อธิบายเรื่องที่ทำให้ความเข้าใจได้ยากหรือไม่สามารถมองเห็นได้ เอามาให้มันเข้าใจได้ง่าย มันเห็นภาพครับ

ในขณะที่โนนแสดงความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยการบูรณาการหน้าที่ที่หลากหลายเข้าไปในนิยามของแบบจำลอง ดังนี้

โนน: (แบบจำลองคือ) สิ่งที่เขาสร้างขึ้นมาเพื่อแทนของจริงครับ ในสิ่งที่อธิบายไม่ได้หรือคำพูดอย่างเดียวอาจไม่เข้าใจ ก็เลยทำแบบจำลองเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในการอธิบาย บรรยาย ทำนาย และตั้งสมมติฐานได้ครับ

ในทำนองเดียวกัน นักศึกษาทั้ง 7 คน (รวมทั้งโนน) ยังคงใช้เกณฑ์เดิมในการตัดสินคุณภาพของแบบจำลอง ไม่ว่าจะเป็นความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ ความง่ายต่อการทำความเข้าใจ และความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์

ออย: (แบบจำลองที่ดี) ต้องสามารถดูแล้วเข้าใจได้ง่าย สามารถอธิบาย ... มันต้องทำให้เราเข้าใจได้มากขึ้นค่ะ

น้ำ: (แบบจำลองที่ดี) จะต้องมามีข้อมูลที่เหมือนของจริง จะต้องไม่ทำให้นักเรียนเข้าใจผิด

อัม: (แบบจำลองที่ดี) ควรสามารถสื่อเรื่องที่ผู้สร้างแบบจำลองต้องการอธิบายได้อย่างชัดเจนค่ะ และก็มี concepts ที่ถูกต้อง สามารถช่วยให้ผู้ (เรียน) สามารถเข้าใจเรื่องนั้น ๆ ได้ดีขึ้น

แจ๊ค: ไม่ได้มองที่รูปแบบของแบบจำลอง แต่ดูที่ว่าแบบจำลองนั้นสามารถสื่อออกมาให้ผู้ดูหรือศึกษาเข้าใจในสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติหรือสิ่งที่มีอยู่จริง ๆ คือ (มัน) สื่อออกมาได้ตรงไหม สื่อออกมาได้ถูกต้องไหม แล้วทำให้แนวความคิดของผู้ที่ศึกษาเปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้องไหมครับ

ตะนอย: คือเหมือนกับ เราเห็นแบบจำลอง (ที่ดี) แล้วเราก็สามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบายในหนังสือ หรือคำอธิบายต่าง ๆ ที่เราได้อ่านมา เข้าใจได้ง่าย และควรจะมีสิ่งที่ดึงดูด เช่น สี สีสันสวยงาม ... มันน่าสนใจ

วุฒดี: (แบบจำลองที่ดี) ต้องสามารถนำมาอธิบาย concept ที่เราต้องการอธิบายได้ ให้คนฟังสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น และก็เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ไนน์: (แบบจำลองที่ดี) ก็ควรสร้างออกมาแล้วคล้ายกับของจริงให้มากที่สุด และควรมีจุดบกพร่องที่จะทำให้เกิด misconceptions ให้น้อยที่สุด ... ถ้าคนทำแบบจำลองไม่อยู่ตรงนั้น แล้วมีคนอื่นมาดู ก็จะสามารถเข้าใจได้เลย

ด้วยการมองแบบจำลองในฐานะเครื่องมือในการสื่อสารหรืออธิบายแนวคิดที่ซับซ้อนให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและเป็นรูปธรรมมากขึ้น นักศึกษา 3 คน (ออย, น้ำ, และวุฒดี) จึงคงความคิดเดิมว่าตนเองจะใช้แบบจำลองเพื่อประกอบคำอธิบาย ดังคำตอบต่อไปนี้

ออย: (แบบจำลอง) มีบทบาท (ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์) แน่นนอน เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งบางอย่างเราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา เขาก็เลยต้องสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่อให้เราเข้าใจมากยิ่งขึ้น ... เราก็ควรนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนการสอนด้วย เพราะ(มัน) จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น มากกว่าการที่เราพูดเปล่า ๆ

น้ำ: มันจำเป็นและมีบทบาทอยู่แล้วค่ะ มันต้องใช้ (ครู) พูดไปอย่างเดียว (นักเรียน) ก็ไม่เข้าใจอยู่ที่ ... ใช้ เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพอะไรที่มากขึ้น ได้เห็นเหมือนของจริง และก็เข้าใจมากขึ้นค่ะ

วุฒดี: ในวิชาชีววิทยา แบบจำลองจะใช้เป็นสื่อการสอนหลัก เพราะว่าเนื้อหาส่วนมาก เราเอาของจริงมาให้เด็กดูไม่ได้ เพราะเป็นเรื่องในร่างกาย บางเรื่องก็ไกล มันละเอียดครับ เราจึงใช้แบบจำลองในการอธิบาย ... ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

อย่างไรก็ตาม นักศึกษาอีก 4 คน (อัม, แจ็ค, ตะนอย, และไนน์) เริ่มเห็นแนวทางใหม่ ๆ ในการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งการใช้แบบจำลองเพื่อตั้งคำถาม กำหนดสมมติฐาน พยากรณ์ และฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ ดังคำตอบต่อไปนี้ [ตัวเอียงถูกเน้นโดยผู้เขียน]

อัม: (แบบจำลอง) มีบทบาทในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพของเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น เห็นได้ทั้งภาพที่ขยายออกมา เห็นเป็นภาพรวมได้ แบบจำลองอาจนำมาใช้ให้เข้าใจและสามารถจินตนาการต่อว่า มันจะเกิดอะไรขึ้นต่อไป มันทำนายได้ค่ะ เช่น เรื่องกระตุ้นของเซลล์ประสาท ถ้าเกิดอันนี้ (สารกระตุ้นประสาท) เข้ามามากขึ้น จะเกิดอะไรขึ้น

แจ็ค: ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (ครู) ควรใช้แบบจำลองในการอธิบายเนื้อหา และอธิบายความคิดรวบยอดของเนื้อหานั้น เพราะว่าเนื้อหาบางเรื่องมีความซับซ้อนทำความเข้าใจยาก ... แบบจำลองจะแก้ปัญหาในส่วนของการทำความเข้าใจเนื้อหาที่ยาก มันจะเป็นส่วนของการถ่ายทอด การนำเสนอแนวคิดของสิ่งที่ปรากฏในธรรมชาติ ... (แบบจำลองสามารถ) นำไปต่อยอดความรู้แบบอื่น ๆ ครับ เหมือนกับว่า สิ่งที่เราเข้าใจในปัจจุบัน มันอาจไม่เป็นอย่างนั้นก็ได้ ถ้าหากว่าเรามีแบบจำลองแล้ว เราอาจนำมันไปต่อยอด ไปศึกษาต่อว่า มันอาจไม่เป็นอย่างนั้นก็ได้ เช่นที่ผมเรียนมา แบบจำลองประชากรของสัตว์ และก็มีค่ามาให้กำหนดว่า สัตว์แรกเริ่มมีจำนวนเท่านี้ มีตัวผู้จำนวนเท่านี้ มีตัวเมียจำนวนเท่านี้ แล้วมีการเพิ่มการล่า แล้วจำนวนของมันจะเป็นอย่างไร มีจำนวนคงที่หรือมีการเพิ่มจำนวนนิดหน่อย พอรู้แบบจำลองแล้ว แบบจำลองนั้นก็แสดงให้เห็นว่า สัตว์มีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว ผมคิดว่า แบบจำลองมันสามารถนำไปต่อยอดความรู้ของเราได้ครับ

ตะนอย: บทบาท (ของแบบจำลองในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์) ก็คือ เหมือนกับ เรื่องบางเรื่องของวิทยาศาสตร์ มันเกิดจากหลักการหรือแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้เด็กเข้าใจค่อนข้างยาก หรือจินตนาการไปไม่ถึง แบบจำลองมันก็จะช่วยให้เด็ก ได้เห็นภาพ หรือได้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถเข้าใจบทเรียนได้มากขึ้น และ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ก็จะมีการฝึกการสังเกต การฝึกทักษะการ ตั้งปัญหา ถ้าสมมติว่า เราเอาแบบจำลองมา เด็กจะต้องมีข้อสงสัยต่าง ๆ ตามมา มากมาย มันก็เป็นการฝึกเด็กให้รู้จักการสังเกต และให้ตั้งปัญหา ทำให้เกิด องค์ความรู้ใหม่ เกิดการตั้งสมมติฐานขึ้นมา

ไนน์: ในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบจำลองเหมือนเป็นสิ่งที่ต้องใช้อยู่แล้ว เพื่อให้ สามารถอธิบายได้ในหลาย ๆ อย่าง นอกจากคำพูดหรือตัวหนังสือ อาจใช้ในการ ทำนาย ทำนายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ การตั้งสมมติฐานก็ได้

ด้วยเหตุนี้ นักศึกษาทุกคนจึงยังคงยืนยันว่า ตนเองจะใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอน เพื่ออธิบายเป็นหลัก ในการนี้ นักศึกษา 4 คน (ออย, น้ำ, อัม, และแจ๊ค) ไม่ได้กล่าวถึงการเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลอง หากแต่เป็นครูที่นำเสนอแบบจำลองให้กับนักเรียนเพื่อศึกษาหรือ ทำความเข้าใจ ดังคำตอบต่อไปนี้

ออย: ต้องเอาไปใช้ แต่การอธิบายของครู มันทำให้เข้าใจได้ยากและคิดตามไม่ทัน ถ้าได้ไปสอนนักเรียน เดียวนี้นิยมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตัวเอง มากกว่าครูมาอธิบาย แบบจำลองก็จะเป็นตัวช่วยเรา คือ เราไม่ต้องอธิบาย เราให้ เด็กลองศึกษาด้วยตัวเองก่อนว่าเป็นอย่างไร เขาเข้าใจว่าเป็นอย่างไร ให้เขา ได้พูดออกมา แล้วเราก่อยมาอภิปรายร่วมกัน แล้วครูคอยฟังว่า เด็กเข้าใจถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ ถ้ามีผิดบ้างก็ใช้วิธีการสรุปไปค่ะ

น้ำ: เอาไปใช้ สมมติว่าเป็นการเคลื่อนที่ (ของไส้เดือนนะคะ) ถ้าเราพูดหรืออธิบาย เหมือนในหนังสือ นักเรียนก็จะไม่ค่อยเข้าใจ เราก็ควรยกแบบจำลองขึ้นมาว่า ไส้เดือนอย่างนั้นะ การเคลื่อนที่อย่างนี้ ไส้เดือนมีกล้ามเนื้ออะไรบ้าง และก้กล้ามเนื้อ มันหดหรือคลายตัว แล้วลำตัวมันเป็นอย่างไร มันก็จะทำให้เด็กเห็นภาพ

อัม: มันใช้ได้หลายแบบ เช่น ใช้ภาพเพื่ออธิบาย หรือเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้เด็ก สามารถจับต้องได้และก้ขยับได้ เพื่อให้เขารู้ว่า มันเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นได้คะ ไม่ใช่ แค่การฟังอย่างเดียว

แจ๊ค: จะนำไปใช้ครับ แบบจำลองมันหลากหลายมาก เช่น รูปภาพการเคลื่อนที่ของสัตว์ ถ้าเราต้องการให้นักเรียนเข้าใจ เราก็ไม่สามารถอธิบายหรือให้นักเรียนอ่านบทความ (แล้ว) นักเรียนจะเข้าใจได้เลย เขาไม่ได้เห็นภาพครับ เราจะใช้แบบจำลองประกอบการอธิบาย

ในขณะที่นักศึกษาอีก 3 คน (ตะนอย, วู้ดดี, และไนน์) ยืนยันจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลอง เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ทั้งการฝึกตั้งปัญหา การสร้างสมมติฐาน และการประเมินความเข้าใจของนักเรียน คำตอบเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาเหล่านี้เริ่มเห็นความสำคัญของกระบวนการสร้างแบบจำลองที่นักเรียนควรมีโอกาสได้เรียนรู้ นอกเหนือจากเนื้อหาของแบบจำลองที่ครูหรือผู้อื่นได้สร้างไว้ให้ [ตัวเอียงถูกเน้นโดยผู้เขียน]

ตะนอย: ถ้าเป็นครู ก็จะเอาไปใช้ครับ อย่างที่บอกคือมันสะดวก ถ้าเทียบกับหนังสือ 1 หน้า เราต้องอธิบายเป็นชั่วโมง กับแบบจำลอง 1 รูป เราอธิบายทำให้เด็กเข้าใจ ทำให้สามารถประหยัดเวลาในการสอนได้ดีครับ มันก็สามารถอธิบายและก็สร้างสิ่งที่ดึงดูดให้เด็กตั้งใจเรียน (หรือ) การให้เด็กได้เกิดทักษะ อย่างที่บอก การสังเกต การตั้งปัญหาอย่างนี้ครับ หรือเอาแบบจำลองไปเข้ากับกิจกรรมการเรียนการสอน ให้เด็กสร้างแบบจำลองเองก็ได้ ให้เด็กได้ฝึกการขมวดความรู้หรือแนวคิดของเด็ก

วู้ดดี: ใช้ในการอธิบายเนื้อหา ใช้ประกอบการอธิบายเนื้อหา แล้วก็เอามาเป็นกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้นครับ แล้วก็บางเรื่องทำได้ ก็ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองขึ้นมา ถ้าเขาสร้างได้ ก็แสดงว่า เขาเข้าใจเรื่องนั้นดีครับ

ไนน์: ต้องเอาไปใช้อยู่แล้วครับ เอาไปใช้ช่วยในการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น หรือให้ตัวเราอธิบายได้สะดวกขึ้น เอาไปใช้ให้นักเรียนคิดตามว่า ถ้าแบบจำลองเปลี่ยนไปแบบนี้จะเกิดอะไรขึ้น เหมือนกับเป็นการทำนายครับ และก็มีที่สามารถเอาไปตั้งสมมติฐานได้ ก็เอาไปให้เด็กลองคิดเป็นสมมติฐานในการทดลองต่าง ๆ

จากความเข้าใจของนักศึกษาทุกคนหลังการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัย แบบจำลองยังถูกมองเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนเพื่อยืนยันหรือประกอบคำอธิบาย นักศึกษาครูทุกคนให้ความสำคัญกับเนื้อหาหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในแบบจำลอง ด้วยเหตุนี้ ความถูกต้องของเนื้อหา ความง่ายต่อการทำความเข้าใจ ความชัดเจนจึงเป็นเกณฑ์ลำดับต้น ๆ ที่นักศึกษาคูเหล่านี้ใช้ตัดสินคุณภาพของแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม นักศึกษาบางคนเริ่มเข้าใจแนวทางใหม่ในการใช้แบบจำลอง โดยเฉพาะการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเอง และการใช้แบบจำลองเพื่อตั้งคำถาม สร้างสมมติฐาน และพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นส่วนเพิ่มเติมจากความเข้าใจแบบ Type A ของ Henze et al. (2008) ถึงกระนั้นก็ตาม ไม่มีนักศึกษาคูคนใดเลยที่ระบุถึงการทดสอบและประเมิน

แบบจำลองด้วยหลักฐาน ตลอดจนความจำเป็นในการเน้นย้ำธรรมชาติของแบบจำลองในระหว่างการจัดการเรียนการสอน (เช่น แบบจำลองมีหลายรูปแบบ แบบจำลองเปลี่ยนแปลงได้ และแบบจำลองมีหลายหน้าที่) ด้วยเหตุนี้ แม้นักศึกษาบางคนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์การเรียนรู้ที่ก้าวกระโดดไปมีความเข้าใจแบบ Type B ตามเกณฑ์ของ Henze et al. (2008) ซึ่งครอบคลุมทั้งเนื้อหาของแบบจำลอง กระบวนการสร้างและทดสอบแบบจำลอง และการบ่งชี้ธรรมชาติของแบบจำลอง

บทสรุป การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและติดตามความเข้าใจของนักศึกษาครูชีววิทยา 7 คนเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระหว่างการเรียนรู้ในรายวิชา “มโนทัศน์วิทยาศาสตร์ด้านชีววิทยาในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2” การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคลเปิดเผยว่า นักศึกษาทุกคนมีความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอหรืออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Type A) ความเข้าใจเดิมนี้มีพื้นฐานมาจากความตระหนักว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อน เป็นนามธรรม และยากต่อการทำความเข้าใจแบบจำลองจึงสามารถเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ แบบจำลองที่ดีจึงควรมีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในแบบจำลอง ไม่ว่าจะเป็นความถูกต้อง ความชัดเจน และความเป็นรูปธรรม

อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักศึกษาได้ฟังการบรรยาย การอภิปรายกลุ่ม และการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อพยากรณ์และเสนอสมมติฐาน นักศึกษาบางคนมีความเข้าใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ อัม แจ็ค ตะนอย และไนน์ เริ่มตระหนักถึงหน้าที่ของแบบจำลองในการตั้งคำถามสมมติฐาน และพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ นักศึกษาบางคนเริ่มเห็นแนวทางการให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลอง แทนที่ครูจะเป็นผู้สร้างแบบจำลองให้นักเรียนศึกษา ดังเช่นที่ตะนอยได้กล่าวถึงการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปความรู้ ในขณะที่ผู้วิจัยได้กล่าวถึงการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน ไนน์เป็นคนที่มีพัฒนาการด้านนี้เด่นชัดที่สุด โดยการระบุถึงการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์หรือตั้งสมมติฐานใหม่ อย่างไรก็ตาม แม้นักศึกษาบางคนแสดงออกถึงความเข้าใจที่ดีขึ้น แต่นักศึกษาทุกคนยังคงเน้นการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Type A)

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่เปิดเผยว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่จำกัด Crawford and Cullin (2004) พบว่า นักศึกษาครูมีแนวโน้มที่จะมองแบบจำลองด้วย “มุมมองด้านการสอน” ซึ่งแบบจำลองทำหน้าที่นำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ในทำนองเดียวกัน van Driel and Verloop (1999) ก็พบว่า ครูวิทยาศาสตร์เข้าใจหน้าที่ของแบบจำลองเพียงแค่การบรรยายและอธิบายความเป็นจริงในธรรมชาติ ด้วยความเข้าใจเช่นนี้ ครูวิทยาศาสตร์จึงให้

ความสำคัญกับ “เนื้อหาของแบบจำลอง” (van Driel & Verloop, 2002, p. 1264) มากกว่ากระบวนการสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง (Justi & Gilbert, 2002; Khan, 2011) ความเข้าใจที่จำกัดนี้ปรากฏได้ในกลุ่มครูวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ แต่อาจปรากฏเด่นชัดขึ้นในกลุ่มครูชีววิทยา (Justi & Gilbert, 2003; Krell & Kruger, 2016)

ในการนี้ Krell et al. (2015) อธิบายไว้ว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองอาจเป็นผลมาจากการใช้แบบจำลองด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างไปในแต่ละสาขาของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากแบบจำลองส่วนใหญ่ในทางชีววิทยามักทำหน้าที่บรรยายองค์ประกอบและโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ เช่น ร่างกายอวัยวะ เซลล์ และดีเอ็นเอ (Hoskinson et al., 2014) ครูชีววิทยาจึงมีแนวโน้มที่จะใช้แบบจำลองเพื่อวัตถุประสงค์นี้เป็นหลัก และมองข้ามหน้าที่อื่น ๆ ของแบบจำลอง โดยเฉพาะการเป็นกรอบแนวคิดในการตั้งคำถาม สมมติฐาน และพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ คำอธิบายนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gobert et al. (2011) ซึ่งระบุว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองเป็นเรื่องที่จำเพาะกับสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ จากคำอธิบายนี้ มันจึงเป็นไปได้สูงว่า นักศึกษาในการวิจัยนี้มีประสบการณ์เดิมส่วนใหญ่ว่ากับการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Treagust et al. (2004) รายงานว่า โดยปกติแล้ว นักเรียนมีความเข้าใจหน้าที่การบรรยายและอธิบายของแบบจำลอง แต่มักจะละเลยหน้าที่การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของแบบจำลองในขณะเดียวกัน Harrison (2001) รายงานว่า แม้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มีการใช้แบบจำลองอย่างหลากหลาย แต่การใช้แบบจำลองส่วนใหญ่เป็นไปเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อครูวิทยาศาสตร์นำหนังสือเหล่านั้นมาใช้ ครูก็มีแนวโน้มที่จะใช้แบบจำลองในลักษณะเดียวกับในหนังสือ อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ศึกษาการใช้แบบจำลองในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่มีปรากฏ แต่ผลการวิจัยเหล่านี้พอบอกเป็นนัยได้ว่า ด้วยแนวโน้มของนักเรียนที่จะละเลยหน้าที่การพยากรณ์ของแบบจำลอง ประกอบการใช้แบบจำลองในหนังสือเรียนและโดยครู นักศึกษาในการวิจัยนี้จึงมีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับแบบจำลอง

อีกสาเหตุหนึ่งที่สามารถทำให้นักศึกษาทุกคนในการวิจัยนี้เน้นการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือบริบทในการวิจัย เนื่องจากการวิจัยนี้เกิดขึ้นในรายวิชานิเวศวิทยา ซึ่งเน้นเรื่องความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ นักศึกษาเหล่านี้จึงอาจคิดว่า ผู้วิจัยต้องการเน้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คำตอบของนักศึกษาทุกคนจึงให้ความสำคัญกับการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Type A) มากกว่ากระบวนการสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง (Type B) นอกจากนี้ แม้รายวิชานี้แนะนำการใช้แบบจำลองที่แตกต่างไปจากความเข้าใจเดิมของนักศึกษา (ซึ่งก็คือการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์) แต่ผู้วิจัยยังไม่ได้ทำให้นักศึกษาเห็นถึงข้อจำกัดของความเข้าใจเดิมนี้ ด้วยความพอใจกับความเข้าใจเดิมของตนเอง นักศึกษาจึงไม่ตระหนักถึงความจำเป็นของการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้เป็นความเข้าใจใหม่ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Feldman, 2000)

ยิ่งไปกว่านั้น ผู้วิจัยยังไม่ได้เน้นบทบาทของความรู้เดิมของนักเรียนในการสร้างแบบจำลอง นักศึกษาจึงอาจมองว่า นักเรียนจะสร้างแบบจำลองได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความรู้ที่ถูกต้องระดับหนึ่งแล้ว เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ นักศึกษาหลายคนจึงละเลยการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองในช่วงเริ่มต้นของการจัดการเรียนการสอน หากนักเรียนจะได้สร้างแบบจำลอง นักเรียนก็จะมีโอกาสนั้นในช่วงท้ายของการจัดการเรียนการสอน ดังเช่นที่ตะนอยและวุตตี้กล่าวถึงการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อสรุปและเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน ตามลำดับ ทั้ง ๆ ที่นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองจากความรู้เดิมของตนเองได้ตั้งแต่เริ่มแรก ซึ่งนักศึกษามีความสามารถนำแบบจำลองนั้นมาเป็นกรอบในการออกแบบการสืบเสาะได้ในเวลาต่อมา การขาดการเน้นเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของนักเรียน อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ให้นักศึกษาไม่พัฒนาความเข้าใจให้เป็นแบบ Type B ด้วยเช่นกัน

กระนั้นก็ตาม การได้เรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลองช่วยสร้างความตระหนักให้กับนักศึกษาบางคน เกี่ยวกับหน้าที่อื่น ๆ ของแบบจำลอง นอกเหนือจากการนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังจากการฟังบรรยาย การอภิปรายกลุ่ม และการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อตั้งสมมติฐานและพยากรณ์เหตุการณ์ แจ็คตระหนักถึงประสบการณ์ในอดีตว่า ตนเองเคยใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์จำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ในขณะเดียวกัน อัม ตะนอย และไนน์ ก็เริ่มเข้าใจหน้าที่การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของแบบจำลองด้วยเช่นกัน ถึงแม้ว่าทั้งสามคนยังไม่สามารถยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมาสนับสนุนได้ ในขณะที่นักศึกษาอีก 4 คน ยังคงให้ความสำคัญกับหน้าที่การอธิบายของแบบจำลอง การเรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลองที่ลึกซึ้งแตกต่างกันนี้อาจเป็นผลมาจากประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกันของนักศึกษาแต่ละคน

ถึงแม้ว่าไม่มีนักศึกษาค้นใดเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบ และปรับเปลี่ยนแบบจำลอง ด้วยหลักฐานจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ แต่นักศึกษาบางคนได้ระบุถึงการประยุกต์ใช้แบบจำลองในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น นอกเหนือจากการใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว (Akerson et al., 2009) ดังเช่นที่วุตตี้กล่าวถึงการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งบ่งบอกว่า วู้ตตี้มีการบูรณาการความรู้ใหม่ (การให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง) ให้เข้ากับความรู้เดิม (การใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้) โดยวุตตี้เลือกที่จะใช้แบบจำลองในรูปแบบที่สอดคล้องกับความเข้าใจเดิมของตนเองก่อน (การใช้แบบจำลองเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน) และเพิกเฉยการใช้แบบจำลองในรูปแบบที่แตกต่างจากความรู้เดิมของตนเอง (การทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน)

Henze et al. (2007) รายงานว่า การใช้แบบจำลองอาจเกี่ยวข้องกับความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ ครูที่มีความเชื่อเรื่อง “การถ่ายทอดความรู้” อาจมีแนวโน้มที่จะใช้แบบจำลองเพื่อนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ครูที่มีความเชื่อเรื่อง “การสร้างความรู้” อาจมีแนวโน้มที่จะให้นักเรียนได้สร้างและทดสอบแบบจำลอง ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การโต้แย้งและสร้างข้อสรุปที่มีหลักฐานรองรับร่วมกัน ผลการวิจัยนี้จึงบอกเป็นนัยว่า นักศึกษากลุ่มนี้อาจมีความเชื่อเรื่อง “การถ่ายทอดความรู้” มากกว่า “การสร้างความรู้” อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ไม่เพียงพอที่จะลงข้อสรุปไปถึงความเชื่อ

ที่นักศึกษากลุ่มนี้มีต่อการเรียนรู้ งานวิจัยในอนาคตอาจช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้และการใช้แบบจำลองมากขึ้น

การวิจัยนี้ให้ข้อเสนอแนะบางประการ ดังนี้

1. ผลการวิจัยนี้ยืนยันว่า นักศึกษาครูชีววิทยามีความเข้าใจเดิมต่อการใช้แบบจำลองที่จำกัดอยู่แค่การนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การผลิตครูชีววิทยาควรเน้นย้ำหน้าที่อื่น ๆ ของแบบจำลองให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ตลอดจนบทบาทของแบบจำลองที่ขึ้นกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาควรมีประสบการณ์ตรงจากการใช้แบบจำลองในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในการนี้ ผู้สอนสามารถทำได้โดยการนำเสนอปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วจึงกระตุ้นให้นักศึกษาเสนอแบบจำลองที่อธิบายปรากฏการณ์นั้นตามความรู้เดิมของตนเอง จากแบบจำลองที่นักศึกษาเสนอขึ้น ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้นักศึกษาตั้งคำถามจากแบบจำลอง อันจะนำไปสู่สมมติฐานที่นักศึกษามารถทดสอบได้ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จากนั้น นักศึกษาจึงออกแบบและทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งนักศึกษาได้หลักฐานและข้อสรุปที่สนับสนุนหรือหักล้างสมมติฐานและแบบจำลองนั้น ในระหว่างนี้ ผู้สอนควรมีการบ่งชี้ลักษณะสำคัญต่าง ๆ เกี่ยวกับแบบจำลอง เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับเป้าหมาย ความเหมือนและความต่างระหว่างแบบจำลองและเป้าหมาย หน้าที่ที่หลากหลายของแบบจำลอง รูปแบบที่หลากหลายของแบบจำลอง และความจำเป็นของการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐาน กระบวนการเช่นนี้จะช่วยให้นักศึกษาเข้าใจและสามารถใช้แบบจำลองอย่างรอบด้านมากขึ้น

2. กิจกรรมในช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่เพียงพอต่อการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาต้องอาศัยเวลาและประสบการณ์ที่หลากหลายในการเรียนรู้ที่จะจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีแบบจำลองเป็นฐาน นอกจากการนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนด้วยแบบจำลองแล้ว นักศึกษาอาจต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง และการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อขับเคลื่อนการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง จากกรอบแนวคิดเกี่ยวกับ “ความรู้ด้านเนื้อหาพหุสาขานักเรียน” (Pedagogical Content Knowledge: PCK) (Henze et al., 2008) นอกจากความรู้ด้านเนื้อหาวิชาแล้ว นักศึกษายังต้องมีความเชื่อในการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีความรู้เกี่ยวกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (ซึ่งจะส่งผลว่านักเรียนจะสร้างแบบจำลองแบบใด) มีกลวิธีในการตั้งคำถามและโต้ตอบเพื่อให้นักเรียนทดสอบแบบจำลองของตนเองด้วยหลักฐาน และมีความสามารถในการประเมินความก้าวหน้าของแบบจำลองของนักเรียน การเรียนรู้เรื่องเหล่านี้เป็นเรื่องจำเป็นและไม่ควรแฝงอยู่ในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง

3. การวิจัยในอนาคตต้องครอบคลุมปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ด้าน

เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน และเทคนิคการตั้งคำถาม และโต้ตอบกับนักเรียน ฯลฯ ทั้งนี้เพราะปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อนักศึกษาในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนที่มีแบบจำลองเป็นฐาน นอกจากนี้ การวิจัยกับนักศึกษาครูวิชาเอกอื่น (เคมีและฟิสิกส์) อาจช่วยสร้างความเข้าใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะแบบจำลองในวิทยาศาสตร์สาขาอื่นอาจมีบทบาทที่แตกต่างไปในสาขาชีววิทยา ยิ่งไปกว่านั้น การติดตามความเข้าใจของนักศึกษาเหล่านี้ต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะในช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ อาจให้มุมมองสำหรับการพัฒนานักศึกษาในด้านนี้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

สุภาภา ลดาชาติ และลือชา ลดาชาติ. (2560). มุมมองและความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์. *วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 10(3), 149–162.

ลือชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง. (2558). สิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ไทยควรเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ. *วารสารปาริชาติ*, 28(2), 108–137.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

Akerson, V. L., Townsend, J. S., Donnelly, L. A., Hanson, D. L., Tira, P., & White, O. (2009). Scientific modeling for inquiring teachers network (SMIT'N): The influence on elementary teachers' views of nature of science, inquiry, and modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 21–40.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V. Powell, J. C., Wesbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional models: Origins, effectiveness, and applications*. Retrieved November 22, 2016 from https://www.bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf,

Crawford, B. A., & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1379–1401.

- Feldman, A. (2000). Decision making in the practical domain: A model of practical conceptual change. *Science Education*, 84(5), 606–623.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115–130.
- Gobert, J. D., O'Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levey, T., & Wilensky, U. (2011). Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in biology, physics, and chemistry. *International Journal of Science Education*, 33(5), 653–684.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799–822.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(3), 401–435.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026.
- Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2007). Science teachers' knowledge about teaching models and modelling in the context of a new syllabus on public understanding of science. *Research in Science Education*, 37(2), 99–122.
- Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2008). Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1321–1342.
- Hoskinson, A., Couch, B. A., Zwickl, B. M., Hinko, K. A., & Caballero, M. D. (2014). Bridging physics and biology teaching through modeling. *American Journal of Physics*, 82(5), 434–441.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273–1292.

- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369–1386.
- Khan, S. (2011). What's missing in model-based teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(6), 535–560.
- Krell, M., & Kruger, D. (2016). Testing models: A key aspect to promote teaching activities related to models and modelling in biology lessons? *Journal of Biological Education*, 50(2), 160–173.
- Krell, M., Reinisch, B., & Kruger, D. (2015). Analyzing students' understanding of models and modeling referring to the disciplines biology, chemistry, and physics. *Research in Science Education*, 45(3), 367–393.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. California: Sage Publications.
- Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs: The impact of an inquiry-based professional development programme on beginning and experienced secondary science teachers. *International Journal of Science Education*, 23(5), 517–534.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109–1130.
- Pluta, W. J., Chinn, C. A., & Duncan, R. G. (2011). Learners' epistemic criteria for good scientific models. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 486–511.
- Rea-Ramirez, M. A., Clement, J., & Numez-Oviedo, M. C. (2008). An instructional model derived from model construction and criticism theory. In J. J. Clement and M. A. Rea-Ramirez (Eds.), *Model-Based Learning and Instruction in Science* (pp. 23–43). The Netherlands: Springer.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling:

- Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654.
- Schwarz, C. V. & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205.
- 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.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2004). Students' understanding of the descriptive and predictive nature of teaching models in organic chemistry. *Research in Science Education*, 34(1), 1–20.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141–1153.
- van Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255–1272.
- Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783–835.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed). Los Angeles: SAGE Publications.