

ผลการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
และความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

The Effects of Using the Model - Based Learning Management on Chemistry Learning
Achievment and Productive Thinking Ability of Mathayom Suksa IV Students
at Expansion Secondary School in Prachuapkhirikhan Province

ธีระศักดิ์ ไชยสัตย์ (Thirasuk Chaiyasat)* ดร.นวลจิตต์ ชาวกีรติพงษ์ (Dr.Nuanjid Chaowakeratipong)**
ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (Dr.Tweesak Chindanurak)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คนของโรงเรียนธนาการอมสินซึ่งอยู่ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมขยายโอกาสจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและ (3) แบบประเมินทักษะและคุณลักษณะในการคิดเชิงผลิตภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ABSTRACT

The purposes of this study were to : 1) compare Chemistry learning achievment of Mathayom Suksa IV students who studied by using the model - based learning management with 70 percentages. 2) compare Productive thinking ability of Mathayom Suksa IV students who studied by using the model - based learning management with 70 percentages. A sample was Mathayom Suksa IV students in Thanakanoomsin School which one in expansion secondary school in Prachuapkhirikhan province in the academic year 2017. The research instruments were: 1) learning management plans by using the model - based learning in the topic of 'Atom and Structure' , 2) the chemistry achievement test, 3) the skills and characteristics for productive thinking evaluation form , Mean, Standard deviation, t-test independence were employed for the analysis of data and contents analysis. The research finding revealed that: (1) Chemistry learning achievment of Mathayom Suksa IV students who studied by using the model - based learning management was higher than 70 percent criteriien at the .05 level of significance, (2) the productive thinking ability of Mathayom Suksa IV students who studied by using the model - based learning management was higher than 70 percent criteriien at the .05 level of significance.

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน การคิดเชิงผลิตภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

Keywords: Model-based learning management, Productive thinking ability, Chemistry learning achievment

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

** รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกปัจจุบันที่เป็น โลกแบบไร้พรมแดน ส่งผลให้ในปัจจุบันสังคมไทยก้าวเข้าสู่โลกยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัว ทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจสังคมส่วนสำคัญดำเนินไปอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันสูง การเข้าถึงแหล่งข้อมูลปริมาณมหาศาลผ่านโลกออนไลน์มากขึ้น ส่งผลให้คุณลักษณะของนักเรียนเปลี่ยนไป ประกอบกับรัฐบาลได้ประกาศนโยบายไทยแลนด์ 4.0 มีเป้าหมายให้ประเทศไทยก้าวออกจากกับดักรายได้ปานกลาง และก้าวไปสู่ประเทศรายได้สูง โดย ใช้นวัตกรรมทางเศรษฐกิจสังคมและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพสูง การจัดการศึกษาในปัจจุบัน จะต้องฝึกให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดมากกว่าใช้ความจำ รวมถึงสามารถที่จะคิดวิเคราะห์มีเหตุผล สามารถที่จะเข้าใจ เรียนรู้ได้ถูกทิศทาง เพราะทุกวันนี้เราเข้าถึงสื่อสารภาษาอังกฤษยังไม่คล่อง รวมไปถึงการที่มีครูที่เก่ง คือ สามารถสร้างนักเรียนที่เก่ง ไม่ได้เป็นครูที่มีความรู้เพียงอย่างเดียว เพราะครูเป็นรากฐานสำคัญของการปฏิรูปการศึกษา ที่ต้องแสวงหาความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และส่งเสริมนวัตกรรม ความสามารถทางปัญญาในการคิดและการสื่อสารที่กล่าวถึงเป็นสิ่งนามธรรมที่แสดงออกให้เห็นให้เป็นรูปธรรมได้ในรูปของผลผลิตในลักษณะต่าง ๆ สอดคล้องกับความคิดของไฟฟูร์ (2559) ที่ว่าการคิดผลิตภาพหรือคิดเชิงผลิตภาพ เป็นความคิดหนึ่งในปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพที่สอนให้ผู้เรียนต้องคิดสร้างสรรค์และมีผลผลิตพร้อมกันไปเพื่อแก้ปัญหาและปรับเปลี่ยนสังคมไทยให้เป็นสังคมผลผลิตนิยมมากขึ้น

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ เพื่อใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก พร้อมกันนั้นเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะส่งผลให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น วิชาเคมีเป็นวิชาหนึ่งของสาขาวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งจะเห็นได้จากในปัจจุบันมีการนำความรู้ทางด้านเคมีมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อาหาร ยารักษาโรค เครื่องสำอาง และสิ่งทอ เป็นต้น ล้วนอาศัยความรู้และหลักการของวิชาเคมีมาใช้ ทำให้ประเทศไทยมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและด้านเศรษฐกิจมากขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วิชาเคมีเป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นามธรรม โดยเฉพาะเรื่องโครงสร้างอะตอมเป็นสิ่งที่ผู้เรียนทำความเข้าใจยาก ในการอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารจึงมีลักษณะที่แตกต่างกับสาขาวิชาอื่น นักเคมีจึงอธิบายความรู้ทางเคมีโดยใช้แบบจำลองแนวคิด (Conceptual model) ที่แสดงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในโลก ซึ่งแสดงออกมาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไดอะแกรม แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมการทางคณิตศาสตร์ ภาษาหรืออาจเป็นสัญลักษณ์เฉพาะ นอกจากนี้นักเคมียังเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอแบบจำลองแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งเพื่เน้นสมบัติเฉพาะ การสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดเป็นลักษณะเฉพาะทางเคมีและเป็นศาสตร์ของจินตภาพหรือจินตทัศน์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2560)

จากข้อมูลและเหตุผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเสริมสร้างการคิดผลิตภาพของผู้เรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะส่งผลอย่างไรกับผู้เรียน ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดเชิงผลิตภาพของผู้เรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70
- 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 95 คน จัดอยู่ใน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนธนาคารออมสิน 55 คน โรงเรียนวัดกุยบุรี 40 คนจำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนธนาคารออมสิน ซึ่งเป็นโรงเรียนหนึ่งในกลุ่มโรงเรียนมัธยมขยายโอกาสจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปีการศึกษา 2560 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและ โครงสร้างอะตอม
- 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- 3) แบบประเมินทักษะและคุณลักษณะในการคิดเชิงผลิตภาพ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยดำเนินการดังนี้

1. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานจำนวน 5 แผน ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและประเมินทักษะและคุณลักษณะการคิดเชิงผลิตภาพเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละแผน บันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมการสอนในครั้งต่อไป
2. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องอะตอมและ โครงสร้างอะตอมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานด้วยแบบวัดแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดผลสัมฤทธิ์จากกลุ่มตัวอย่างหลังจบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ประเมินทักษะและคุณลักษณะในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบประเมินทักษะและคุณลักษณะการคิดเชิงผลิตภาพ โดยแบบประเมินมีเกณฑ์การให้คะแนน 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ แล้วนำคะแนนที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานใช้สถิติ t – test แบบ One sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test one sample เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนตามเกณฑ์ร้อยละ 70	\bar{x}	S.D	t	df	p
หลังเรียน	20	30	21	24.55	1.79	8.86*	19	.000

*p < .05

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 20 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนที่ได้เฉลี่ยเท่ากับ 24.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.83 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.79 การทดสอบค่าที (t-test for One -Sample) เปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าค่าที มีค่าเท่ากับ 8.86 และระดับนัยสำคัญเท่ากับ .000 มีค่าน้อยกว่า .05

การเปรียบเทียบผลการประเมินทักษะและคุณลักษณะในการคิดเชิงผลิตภาพการที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติ t-test one sample เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลการประเมินทักษะและคุณลักษณะในการคิดเชิงผลิตภาพการที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กับคะแนนประเมินหลังเรียนของนักเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนตามเกณฑ์ร้อยละ 70	\bar{x}	S.D	t	df	p
หลังเรียน	20	44	30.8	35.30	2.49	8.069*	19	.000

*p < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินทักษะและคุณลักษณะในการคิดเชิงผลิตภาพการที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 20 คน มีคะแนนที่ได้เฉลี่ยเท่ากับ 35.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 44 คะแนน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.22 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.49 การทดสอบค่าที (t-test for One -Sample) เปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าค่าที มีค่าเท่ากับ 8.069 และระดับนัยสำคัญเท่ากับ .000 มีค่าน้อยกว่า .05

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาโดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเฉพาะเรื่องอะตอมและโครงสร้างอะตอม ซึ่งเป็นเรื่องของนามธรรมที่จะต้องใช้จินตนาการและความเข้าใจในการเรียนรู้ให้ออกมาเป็นรูปธรรม ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะจากการได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ครูต้องปรับพฤติกรรมการสอนแบบเดิมที่เน้นการบอก โดยแสดงบทบาทของครู ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ที่คอยให้การแนะนำ คอยให้กำลังใจ เสริมแรง อย่างมีจิตวิทยา และคอยส่งเสริมนักเรียนให้รู้บทบาทหน้าที่ของนักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ดี ในด้านความขยัน อดทน ใฝ่เรียนรู้ รักการเรียน และมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย พัฒนาผู้เรียนโดยใช้ระบบเพื่อนช่วยเพื่อน คนเก่งสอนคนอ่อน

แบบจำลองเป็นหัวใจสำคัญและมีส่วนช่วยในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์มักใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของเป้าหมาย (target) เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยากต่อการทำความเข้าใจมาถ่ายทอดแนวคิดเหล่านี้ให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายขึ้น (Grossling et al, 1991 : Justi and Gilbert, 2006) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการบนพื้นฐานระหว่างแนวคิดพุทธิปัญญา (Cognitive psychology) และการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Science education) โดยมีแนวคิดหลักว่า ความเข้าใจเกิดจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดจากปรากฏการณ์ที่ศึกษาหลังจากนักเรียนได้มีการแก้ปัญหา การลงข้อสรุปหรือการให้เหตุผล และนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมบูรณาการเข้ากับสารสนเทศใหม่และได้ขยายความรู้ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ ชาตรี (2560) ได้อธิบายไว้ว่า เلميเป็นการศึกษาและการอธิบายลักษณะของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารในเชิงคุณภาพ ในขณะที่ฟิสิกส์เป็นการอธิบายลักษณะทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ ในเชิงปริมาณหรือตัวเลขทางคณิตศาสตร์ สำหรับชีววิทยาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการจัดจำแนกหรือจัดประเภทของสิ่งมีชีวิต เلميมีความเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาที่เน้นศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร

ดังนั้นในการอธิบายเรื่องอะตอมและโครงสร้างอะตอมในวิชาเคมีจึงมีลักษณะที่แตกต่างกับสาขาอื่น สอดคล้องกับ Rea – Romirez , Clement และ Nunez-Oviedo. (2008) ที่ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบจำลองเป็นฐานซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การสร้างแบบจำลอง (Generating model) การประเมินแบบจำลอง (Evaluating model) การคิดแปลแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) และการขยายแบบจำลอง (Elaborating model) ซึ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของชาตรี และภรทิพย์ (2557) ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานคือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายข้อค้นพบ ทำนายเหตุการณ์และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์หรือการทดลองที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับประสบการณ์ที่เกิดขึ้นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ชาติ (2557) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองว่าเป็น สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่ออธิบายแนวคิด หลักการทฤษฎีหรือกฎ หรืออาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองคือ ตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการหรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง โดยแบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมไปถึงการนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและช่วยทำให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตา และแบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้นมาจะมีทั้งความคิดที่สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แต่ครูจะใช้แบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้นมานี้เป็นจุดเริ่มต้นในการสนับสนุนให้เกิดการอภิปรายและปรับปรุงแก้ไขเพื่อสร้างแนวคิดขึ้นมาใหม่อย่างซ้ำๆ โดยการใช้อยุทธวิธีต่างๆ มาช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาแบบจำลอง เช่น กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ (Hands – on activities) การอุปมาอุปมัย (Analogies) สร้างสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งกันหรือการกระตุ้นด้านภาพเคลื่อนไหวจากคอมพิวเตอร์ จนทำให้แบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้นพัฒนาไปสู่แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้นและเป็นความรู้ที่คงทนติดตัวนักเรียนไป

ผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของกรทิพย์ สุภัทร และคณะ (2556) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับเพิ่มขึ้นในทุกประเด็นที่ศึกษา และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐญาภรณ์ (2558) ได้ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการใช้คำถามที่ช่วยให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน มีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กันกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ให้มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐญา และคณะ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่องเคมีอินทรีย์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยให้ความสำคัญกับการใช้คำถามที่ช่วยให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียนใช้กระบวนการสร้าง แสดงออก ทดสอบ ประเมิน และขยายแบบจำลองที่สร้างขึ้น ประกอบกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 45.8 สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องเคมีอินทรีย์ให้มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) รองลงมาร้อยละ 29.5 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 15.8 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และร้อยละ 8.9 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุดคือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและหัวข้อที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ ไอโซเมอร์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา (2557) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องสารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารชีวโมเลกุลและความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของลัทธวรรณและคณะ (2558) ได้ศึกษาผลของ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อมโนคติ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อมโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถพัฒนามโนคติ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีความเข้าใจมโนคติที่สมบูรณ์หลังการจัดการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 3.39 เป็นร้อยละ 52.11 มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนหลังการจัดการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 15.28 เป็นร้อยละ 24.00 มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วนและมีมโนคติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนหลังการจัดการเรียนรู้ลดลงจากร้อยละ 10.89 เป็นร้อยละ 10.39 มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนหลังการจัดการเรียนรู้ลดลงจากร้อยละ 42.89 เป็นร้อยละ 10.89 และไม่มีมโนคติหลังการจัดการเรียนรู้จากร้อยละ 26.67 เป็นร้อยละ 2.44

2. ความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การสอนให้คิดผลิตภาพเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้ความคิดที่มีใช้ประโยชน์ได้โดยตรง คือ แปรความคิดเป็นผลิตภัณฑ์ แปรความคิดเป็นกิจกรรม และแปรความคิดเป็นแนวปฏิบัติที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ความคิดได้อย่างคุ้มค่าและเกิดคุณค่าที่สำคัญยิ่งในทางเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะสังคมไทยเป็นสังคมบริโภคนิยมสูง การสอนให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงผลิตภาพจะเป็นพลังให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจและสังคมไทยอย่างพลิกผันต่อไปในอนาคตได้

สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพซึ่งไพฑูริย์ (2549) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงผลิตภาพเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มุ่งสร้างให้ผู้เรียนมีผลผลิตของตนเอง ไม่ว่าจะเป็นผลผลิตในเชิงความคิด งานวิชาการ สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ และสอดคล้องกับสมพร (2557) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงผลิตภาพเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ผลลัพธ์ของการเรียนรู้คือผู้เรียนสามารถสร้างผลผลิต ผลงานที่เกิดจากความรู้ ประสบการณ์ กิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนความร่วมมือกันของผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับผู้เรียน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพและมีลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการคิดผลิตภาพมากขึ้น ประเมินการจากเรียนรู้ในห้องเรียนและการลงมือปฏิบัติการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการอธิบายนิยามหรือทฤษฎีตามแนวความคิดของตนเอง ทำให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต มีการคิดต่อเนื่อง มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติ คิดเชื่อมโยงกับผลผลิต คิดแล้วทำ คิดให้ตลอดและพร้อมรับการทดสอบ ทั้งนี้เพราะขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในแต่ละขั้นตอนส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต คิดต่อเนื่อง มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติ คิดเชื่อมโยงกับผลผลิต คิดแล้วทำ คิดให้ตลอดและพร้อมรับการทดสอบ ซึ่งขั้นตอนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานตามขั้นตอนของ ชาตรี (2557) และ ทักษะการคิดเชิงผลิตภาพตามคุณลักษณะของบุคคลของไพฑูริย์ (2559) มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน ดังนี้

1) การสร้างแบบจำลอง (Generating model) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแบบจำลองความคิดของตนเองออกมาให้มากที่สุด โดยการใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ สามารถทำให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีจิตหรือคิดผลิตภาพ มีการช่างสังเกตสิ่งรอบตัวและนำมาสร้างเป็นแบบจำลององค์ความรู้ของตนเองได้

2) การประเมินและการดัดแปลงแบบจำลอง (Evaluating model) สำหรับการประเมินแบบจำลองครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง และทำการศึกษาค้นคว้าค้นหาข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งผู้เรียนศึกษาข้อมูลปรากฏการณ์ผ่านแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์แล้วนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อประเมินแบบจำลองของตนใน ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบแบบจำลองของตนว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่อย่างน้อยเพียงใดและแบบจำลองของตนสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่นได้อย่างกว้างขวาง ครูพยายาม

ส่งเสริมแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยครูและนักเรียนเป็นผู้ร่วมสร้าง (co - construction) และส่งเสริมแบบจำลองทางความคิด มีการเพิ่มตัวแปรใหม่ในแบบจำลองหรือการเพิ่มตัวปรับปรุงในความสัมพันธ์ในแบบจำลองรวมถึงการใช้ความสัมพันธ์ในแบบจำลองเพื่ออธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นใหม่ และมีการเปลี่ยนแปลง การวาดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถทำให้ผู้เรียนมีความคิดต่อเนื่องเชื่อมโยง และนำไปสู่ประเด็นที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ได้

3) การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) ผู้เรียนมีการดัดแปลงแก้ไขแบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้ว และอธิบายข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้อง โดยผู้เรียนได้ทำกิจกรรมแล้วค้นพบปรากฏการณ์ข้อเท็จจริงหลักการหรือกฎใหม่ๆ ที่ไม่อาจอธิบายได้ด้วยแบบจำลองที่ตั้งไว้ มีการปรับปรุงแบบจำลอง ผู้เรียนเกิดการเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองมดของกลุ่มและของชั้นเรียน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดและมีความสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการสร้างแบบจำลองและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำให้ผู้เรียนได้การมองเห็นแนวทางแนวปฏิบัติ และแนวทางปรับปรุง เชื่อมโยงกับผลผลิต มองเห็นได้ชัดว่าถ้าลงมือทำอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วจะได้อะไรขึ้นมา

4) การขยายแบบจำลอง (Elaborating model) ในขั้นนี้ผู้เรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่นๆและสถานการณ์อื่น ซึ่งทำให้นักเรียนเชื่อและเข้าใจแบบจำลองที่ได้เรียนรู้ว่าสามารถอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นได้ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะคิดแล้วทำ ลงมือทำทันที ไม่รีรอลังเล คิดให้ตลอด มุ่งทำงานให้แล้วเสร็จ และ พร้อมรับการทดสอบ ประเมินหรือแม้กำหนดผลงานหรือผลผลิตที่สำเร็จสมบูรณ์ต้องพร้อมที่จะได้รับการทดสอบประเมินทั้งในเชิงของวิชาการและการนำไปใช้เพื่อให้ผลงานนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้จริง

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและ โครงสร้างอะตอม นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาและทักษะการคิดต่างๆซึ่งสามารถพัฒนาเป็นการคิดเชิงผลิตภาพได้ ซึ่งการเรียนรู้เชิงผลิตภาพมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น สร้างผลงาน สร้างผลผลิตสร้างองค์ความรู้จากการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของเซาวารินทร์ และวัชรภรณ์ (2552) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมนทัศนทางการเรียนรู้และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมนทัศนทางการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมนทัศนทางการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมนทัศนทางการเรียนรู้หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือสูงกว่าร้อยละ 70 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองใน 3 หน่วยการเรียนรู้เท่ากับ 2.73 2.81 และ 2.91 คะแนนตามลำดับ ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ครูผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ นำเสนอ และปรับปรุงผลงานของตนเอง ซึ่งสามารถทำให้เกิดการสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมออกมาเป็นรูปธรรมได้ ส่งผลต่อการเรียนรู้และการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนอย่างแท้จริง

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเรื่องอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระวิชาที่สอนในช่วงเวลาปกติ แต่เนื่องด้วยรูปแบบขั้นตอนการสอนในแต่ละเรื่อง ต้องใช้ระยะเวลามาก โดยเฉพาะการสืบค้นข้อมูล, การเตรียมผลงานเพื่อนำเสนอ จึงต้องใช้เวลาวางของนักเรียนร่วมด้วยซึ่งจะส่งเสริมการใช้เวลาวางของนักเรียนให้เป็นประโยชน์มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ส่งผลต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดวิจารณ์คุณภาพ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในเรื่องอื่น ๆ ที่ น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับนักเรียนในชีวิตจริง

2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เช่น การเรียนรู้เชิงผลิตภาพ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวีกรัตติพงศ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นอย่างดีเสมอมา ตั้งแต่เริ่มต้นทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด; 2551. ชาติรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัชวงศ์. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ 2557; 29(3).

ชาติรี ฝ่ายคำตา. แบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ 2557; 29 (3).

..... สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเคมีในประมวลสาระชุดวิชาสื่อ นวัตกรรมและการวัดและประเมินผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 3. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2560.

เขาวรินทร์ สีใหม่ และวัชรภรณ์ แก้วดี. ผลของการใช้รูปแบบการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.[วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต] กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2552.

ฉัฐญาภรณ์ ทองคำพิพัฒน์กุล. การส่งเสริมแนวคิดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.[วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต] กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต; 2558.

ธัญญา คงทน และคณะ. การพัฒนาแนวคิดเรื่องเคมีอินทรีย์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2558.

- ไพฑูริย์ ตินลารัตน์. *การศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลผลิตภาพ*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2549.
- _____. *คิดผลิตภาพ : สอนและสร้างได้อย่างไร*. วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2559.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัชวรงค์และคณะ. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา] กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2556.
- ลัทธวรรณ ศรีวิค้ำและคณะ. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อมโนคติ เรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2558.
- สมพร โกมารทัต. การเรียนรู้เชิงผลิตภาพ วารสารศึกษาศาสตร์ 2537; 25(3).
- อารยา ควัฒน์กุล. การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องสารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์] ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา; 2557.
- Grossling, L., C. Unge, and E. J. Understanding Models and their Use . in p.14 science. Conception of middle and high school and expert. *Journal of Research in Science Teaching*. 1991; 28(9) , 799-882.
- Justi, R. and Gilbert, J. *Metaphor and Analogy in Science Education*. Netherlands. Soringer; 2006.
- Rea-Romirez, M.A., J. Clement., and Nunez-Oviedo. An Instructional Model Derived from model Construction and Criticism Theory. in J J Clerment and M.A. Rea-Ramirez. (eds). *Model Based Learning and Instruction in Science* . USA. : Springer; 2008.