

# การปฏิบัติการสอนของครูเคมี: ผลการวิจัยจากพหุกรณีศึกษา

## Chemistry Teachers' Teaching Practices: Case Studies

ประนอม จะปิน<sup>1\*</sup> และ วรณทิพา รอดแรงกล้า<sup>2</sup>

Pranom Japin<sup>1\*</sup> and Vantipa Roadrangka<sup>2</sup>

### ABSTRACT

This research is qualitative research using case studies as a research method to examine the teaching practices of chemistry teachers. The participants were three chemistry teachers who were taught at different secondary schools under the Bangkok Educational Service Area, Office 2. The data were collected by using classroom observations, semi-structured interviews, and lesson plan analysis. The data were analyzed by using analytic induction and organized into five themes common to the teachers' teaching practices. These themes are: reviewing related concepts to assist students in understanding current concepts, having students get involved in the learning processes so as to deepen their own understanding of the material being taught, emphasizing group work, assessing students' understanding through various methods, and having the teacher act as facilitator. Regarding constructivist teaching practices, the three teachers are both similar and different in terms of their exposure to those practices. However, they all still adhere to a traditional approach to teaching. This research recommends they be helped with the development of both their understanding and their teaching practices based on a constructivist approach.

**Keywords:** chemistry teacher, chemistry teaching practice, constructivism

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษาเพื่อศึกษาการปฏิบัติการสอนของครูเคมี กลุ่มที่ศึกษาคือครูเคมีที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 จำนวน 3 คน เก็บรวบรวม

ข้อมูลจากการสังเกตการปฏิบัติการสอน การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ครูเคมีทั้งสามคนมีการปฏิบัติการสอนที่มีลักษณะร่วมกัน 5 หัวข้อเรื่อง คือ ครูทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้นักเรียน

<sup>1</sup> โครงการผลิตนักวิจัยพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900  
The Program to Prepare Research and Development Personnel for Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

<sup>2</sup> ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900  
Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

\* Corresponding author, e-mail: nom\_japin@hotmail.com

เข้าใจแนวคิดที่เรียน ครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจของตนเอง จัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย และมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ครูแต่ละคนสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่เหมือนและต่างกันขึ้นอยู่กับภูมิหลังที่มีความรู้เกี่ยวกับการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ อย่างไรก็ตาม ครูยังปฏิบัติตามการสอนแบบดั้งเดิมอยู่ ดังนั้นครูควรได้รับการพัฒนาทั้งความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนเคมีที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

**คำสำคัญ:** ครูเคมี การปฏิบัติการสอนเคมี ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

## บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทย มีเป้าหมายเพื่อเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด (กรมวิชาการ, 2544) ในการกำหนดแนวทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นใช้กรอบความคิดเรื่องการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 เน้นการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน ที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกัน นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้ เน้นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ประเมินการเรียนรู้จากพัฒนาการของนักเรียนและใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายวิธี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สกศ.), 2545) ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) (von Glasersfeld, 1993)

การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เชื่อว่า ก่อนที่นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใดนักเรียนมีความรู้เดิมมา

ก่อนเรียน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากกระบวนการการควบคุมตนเอง (Self-regulated process) ด้วยการต่อสู้กับความขัดแย้งทางปัญญาระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่แล้วสร้างความหมายในสิ่งที่เรียนรู้ของตนเองขึ้น การเรียนรู้นี้จะเกิดขึ้นโดยผ่านการมีประสบการณ์เชิงประจักษ์ การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสะท้อนความคิด (Brooks and Brooks, 1993)

นักการศึกษากล่าวถึงการนำการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือเน้นการหาความรู้เดิมของนักเรียน โดยครูค้นหาความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเรียนเพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับนักเรียน (Yager, 1991; Brooks and Brooks, 1993; Windschitl, 2002; Baviskar et al., 2009) เน้นการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) โดยนักเรียนมีบทบาทในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง มีโอกาสได้รับผิดชอบการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายที่ตนเรียน มีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกและทักษะการคิดขั้นสูง (Tytler, 2002; Windschitl, 2002) เน้นการเรียนรู้ร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ที่สร้างขึ้น ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Yager, 1991; Tytler, 2002) ประเมินการเรียนรู้ตามสภาพห้องเรียนจริงที่ต่อเนื่องควบคู่กับการสอนและใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย (Brooks and Brooks, 1993; Windschitl, 2002) บทบาทของครูคือ ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยการเตรียมเนื้อหา สื่อแหล่งเรียนรู้ ตั้งคำถามหรือปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้เดิมของนักเรียน ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม และแนะแนวทางให้นักเรียนสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง (Brooks and Brooks, 1993)

งานวิจัยหลายเรื่องได้ศึกษาผลของการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ต่อการเรียนของนักเรียน ซึ่งพบว่าการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้สามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดแนวคิดและมีแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อวิชาที่

เรียนดีขึ้นกว่าเดิม (กาญจนา, 2547; วรณดี, 2547) จากข้อดีของการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้นี้ ครูควรมีการเปลี่ยนวิธีสอนเพื่อให้สอดคล้องตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Dahsah and Faikhamta, 2008) อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไม่ใช่ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนจึงทำให้ครูไม่สามารถเชื่อมโยงแนวทางการสอนตามทฤษฎีสู่การปฏิบัติได้ (Brooks and Brooks, 1993) จากการติดตามผลความก้าวหน้าของการปฏิบัติการศึกษาของไทยพบว่าสิ่งที่เป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งที่ทำให้การปฏิบัติการศึกษาไม่ประสบความสำเร็จคือ ครูยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และมีการปฏิบัติการสอนที่สอดคล้องตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เป็นบางส่วนเท่านั้น (Dahsah and Faikhamta, 2008; ประนอมและวรรณทิพา, 2552)

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ครูควรได้รับการช่วยเหลือและพัฒนาการปฏิบัติการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เพื่อให้สามารถนำแนวทางจากทฤษฎีมาสู่การปฏิบัติจริง ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ และพัฒนากระบวนการคิดตามความสนใจและความถนัดของนักเรียนได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้จัดโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาการปฏิบัติการสอนของครูเคมีตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือ (Collaborative action research) โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาการปฏิบัติการสอนของครูเคมีให้สอดคล้องตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ งานวิจัยที่นำเสนอนี้เป็นระยะที่ 1 ของโครงการวิจัยต้องการศึกษาสภาพการปฏิบัติการสอนวิชาเคมีของครู 3 คน ก่อนที่ครูทั้ง 3 คน จะเข้าร่วมกิจกรรมของโครงการในระยะที่ 2 ผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้จะนำไปใช้เพื่อการออกแบบกิจกรรมการพัฒนาครูเคมีให้สอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ตลอดการเข้าร่วมโครงการในระยะที่ 2 ต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสภาพการปฏิบัติการสอนวิชาเคมีของครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 2 โดยมีคำถามวิจัยว่าครูเคมีปฏิบัติการสอนวิชาเคมีอย่างไรในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

## วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) ซึ่งเป็นการแสวงหาความรู้โดยการพิจารณาปรากฏการณ์สังคมจากสภาพแวดล้อมตามความจริงในทุกมิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์กับสภาพแวดล้อม (สุภางค์, 2548) ที่อยู่ภายใต้กระบวนทัศน์การตีความหมาย (interpretive paradigm) โดยเชื่อว่าความรู้และความจริงที่เกิดขึ้นในสังคมนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากการให้ความหมายและการตีความของผู้วิจัย งานวิจัยนี้ใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษา (case study) ตรวจสอบคุณภาพของงานวิจัยโดยการตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (methodological triangulation) คือ การใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ กันเพื่อรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกัน (สุภางค์, 2548) โดยผู้วิจัยสังเกตการปฏิบัติการสอน สัมภาษณ์ และวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูเคมี 3 คน เกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนวิชาเคมีในการนำเสนองานวิจัย ผู้วิจัยใช้นามสมมติในการอ้างอิงครูและโรงเรียน

## กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ ครูเคมีเพศหญิง จำนวน 3 คน ได้แก่ ครูดารา ครูอารี และครูเบญจา ครูทั้งสามคนสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปีการศึกษา 2551 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 2 ครูทั้งสามคนได้รับการคัดเลือกอย่างเจาะจง โดยพิจารณาจากการพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการระหว่างผู้วิจัยกับครูเกี่ยวกับโครงการวิจัยที่

ผู้วิจัยจะจัดขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ณ โรงเรียนของครูแต่ละคน ในการคัดเลือกครูเพื่อเข้าร่วมในโครงการวิจัย มีเกณฑ์ดังต่อไปนี้ เป็นครูที่สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในปีการศึกษา 2551 เป็นครูที่มีความต้องการพัฒนาการสอนเคมีตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เป็นครูที่มีความเต็มใจเข้าร่วมโครงการวิจัย ครูมีเวลาเพียงพอในการทำงานตามข้อตกลงของโครงการตลอดโครงการวิจัย และครูสามารถเดินทางมาเข้าร่วมกิจกรรมการพัฒนาครูที่จัดขึ้น ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จันทบุรีได้

### บริบทที่ศึกษา

#### โรงเรียนเสริมวิทยา

ครูดาราเป็นครูประจำการโรงเรียนเสริมวิทยา จากรายงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษาประจำปีการศึกษา 2551 โรงเรียนมีเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนทุกคนมีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครูมีความรู้และสามารถจัดการเรียนการสอนสนองตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 ด้านพันธกิจของโรงเรียนเน้นการพัฒนาและส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โรงเรียนเสริมวิทยาเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนทั้งหมด 2,171 คน เป็นนักเรียนชาย 1,067 คน นักเรียนหญิง 1,104 คน มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 60 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนเฉลี่ยต่อห้องเรียนเท่ากับ 36 คน มีครูทั้งหมด 123 คน เป็นครูชาย 24 คน ครูหญิง 99 คน ครูส่วนใหญ่ ร้อยละ 78.86 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จากครูทั้งหมดเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 19 คน การจัดการเรียนการสอนเคมี แบ่งเป็น 2 รายวิชา คือ วิชาเคมีพื้นฐานซึ่งถูกจัดไว้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ใช้เวลาเรียน 40 คาบต่อปีการศึกษา หรือ 1 คาบต่อสัปดาห์ และวิชาเคมีเพิ่มเติม ใช้เวลาเรียน 120 คาบต่อปีการศึกษา หรือ 3 คาบต่อสัปดาห์ เวลาเรียนหนึ่งคาบเท่ากับ 50 นาที

#### โรงเรียนศิริวิทยาลัย

ครูอารีเป็นครูประจำการ โรงเรียนศิริวิทยาลัย

จากข้อมูลสารสนเทศของโรงเรียน ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมีเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเป็นคนดี มีความรอบรู้ พัฒนาตนเองให้รู้เท่าทันสถานการณ์โลก มีนโยบายที่ส่งเสริมครูให้จัดกระบวนการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โรงเรียนศิริวิทยาลัยเป็นโรงเรียนที่ติดอันดับหนึ่งในห้าของโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดกรุงเทพมหานครที่มีนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สมครเข้าเรียนมากที่สุด เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีนักเรียนทั้งหมด 4,453 คน เป็นนักเรียนชาย 2,034 คน นักเรียนหญิง 2,419 คน มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 92 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนเฉลี่ยต่อห้องเรียนเท่ากับ 49 คน มีครูทั้งหมด 164 คน เป็นครูชาย 25 คน ครูหญิง 139 คน ครูส่วนใหญ่ ร้อยละ 75.61 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จากจำนวนครูทั้งหมดเป็นครูวิทยาศาสตร์จำนวน 20 คน การจัดการเรียนการสอนเคมี แบ่งเป็น 2 รายวิชา คือ เคมีพื้นฐานถูกจัดไว้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ใช้เวลาเรียน 40 คาบต่อปีการศึกษา หรือ 1 คาบต่อสัปดาห์ และวิชาเคมีเพิ่มเติม ใช้เวลาเรียน 120 คาบต่อปีการศึกษา หรือ 3 คาบต่อสัปดาห์ เวลาหนึ่งคาบเท่ากับ 50 นาที

#### โรงเรียนประชารัฐ

ครูเบญจาเป็นครูประจำการโรงเรียนประชารัฐ ตามสารสนเทศปีการศึกษา 2551 โรงเรียนประชารัฐได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามเกณฑ์มาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โรงเรียนประชารัฐเป็นโรงเรียนที่ติดอันดับหนึ่งในห้าของโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดกรุงเทพมหานครที่มีนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สมครเข้าเรียนมากที่สุด จัดเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีนักเรียนทั้งหมด 3,319 คน เป็นนักเรียนชาย 1,464 คน นักเรียนหญิง 1,855 คน มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 76 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนเฉลี่ย

ต่อห้องเรียนเท่ากับ 43 คน มีครูทั้งหมด 166 คน เป็นครูชาย 40 คน ครูหญิง 126 คน ครูส่วนใหญ่ ร้อยละ 76.51 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จากจำนวน ครูทั้งหมดเป็นครูวิทยาศาสตร์ 19 คน การจัดการ เรียนการสอนเคมี แบ่งเป็น 2 รายวิชา คือ วิชาเคมี พื้นฐานถูกจัดไว้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ใช้ เวลาเรียน 40 คาบต่อปีการศึกษา หรือ 1 คาบต่อ สัปดาห์ และวิชาเคมีเพิ่มเติม ใช้เวลาเรียน 120 คาบต่อ ปีการศึกษา หรือ 3 คาบต่อสัปดาห์ เวลาเรียนหนึ่ง คาบเท่ากับ 50 นาที

### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนใน การสังเกตการปฏิบัติการสอนและสัมภาษณ์ครูเคมีทั้ง 3 คน ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 หลังจากนั้นผู้วิจัย ติดต่อครูเป็นรายบุคคลเพื่อทำการนัดหมายการสังเกต การปฏิบัติการสอน การสัมภาษณ์ และรับแผนการ จัดการเรียนรู้และเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยชี้แจง แนวทางการสังเกตการปฏิบัติการสอนและขอ อนุญาตบันทึกวิดีโอ ซึ่งแจ้งกรอบการสัมภาษณ์และ ขออนุญาตบันทึกเสียง ในระหว่างเดือนสิงหาคมและ กันยายน พ.ศ. 2551 ผู้วิจัยดำเนินการสังเกตการ ปฏิบัติการสอนของครู เดือนละ 2 แผนการจัดการ เรียนรู้ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาสอน ประมาณ 2-4 คาบ ขึ้นอยู่กับการกำหนดเนื้อหาของ ครูแต่ละคน ส่วนการสัมภาษณ์ใช้เวลาประมาณ 30 นาทีหลังการสอนแต่ละครั้งสถานที่ใช้ในการสัมภาษณ์ คือ ห้องเรียนเคมีหรือห้องพักครู เมื่อเสร็จสิ้นการ สัมภาษณ์แต่ละครั้ง ผู้วิจัยจะถอดเทปการสัมภาษณ์ และให้ครูตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ถอด เทปได้

### เครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์ แผนการจัดการเรียนรู้และเอกสารที่เกี่ยวข้อง การ สังเกตการปฏิบัติการสอนแบบไม่มีส่วนร่วมแล้วจด

บันทึกภาคสนาม และการสัมภาษณ์หลังสอนซึ่งเป็น แบบกึ่งโครงสร้าง เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์ เกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครูเคมี ประกอบด้วย วิธีสอนที่ใช้ วัตถุประสงค์และเหตุผลในการเลือกวิธี สอน การเรียนรู้ของนักเรียนต่อวิธีสอนที่ครูใช้ และ หลักฐานที่บ่งชี้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้จากวิธีสอนที่ครู ใช้ นอกจากนี้มีการถามเพิ่มเติมเพื่อให้ได้คำตอบที่ ชัดเจนเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครูยิ่งขึ้น

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย (analytic induction) คือ วิธีตีความสร้างข้อสรุปจากกรณีหรือ ปรากฏการณ์ที่มองเห็น (สุภางค์, 2548) การ วิเคราะห์แบ่งเป็นสองตอน คือ การวิเคราะห์ข้อมูล แบบในแต่ละกรณี (within-case analysis) และข้าม กรณี (cross-case analysis) (Merriam, 1998) ผู้วิจัย วิเคราะห์การปฏิบัติการสอนของครูแต่ละคน โดย การอ่านและสรุปสิ่งที่บันทึกจากการสังเกตการ ปฏิบัติการสอน ถอดเทปที่บันทึกเสียงการสัมภาษณ์ครู แบบคำต่อคำแล้วอ่านอย่างละเอียด อ่านและวิเคราะห์ วิธีและแนวทางการปฏิบัติการสอนในแผนการจัดการ เรียนรู้ ตีความหมาย หารูปแบบ (pattern) แล้วสร้าง หัวข้อเรื่อง (theme) เกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของ ครู หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การ สอนของครูแต่ละคนมาเปรียบเทียบและสรุปเพื่อหา แนวคิดร่วมกันเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครูเมื่อ เสร็จสิ้นการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ ให้กลุ่มที่ศึกษาอ่านเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ การตีความข้อมูล

### ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผู้วิจัยเสนอผลการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วน แรก คือ ภูมิหลังของครู ได้แก่ การศึกษาและ ประสบการณ์การเข้ารับการอบรมภาระงานและเหตุผล ในการเข้าร่วมโครงการวิจัย และส่วนที่สองเป็นการ

ปฏิบัติการสอนของครู ได้แก่ ครูทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียน ครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจของตนเอง ครูจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย และครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

### ภูมิหลังของครู

#### ครูดารา

ครูดารา อายุ 51 ปี เป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอน 30 ปี มีประสบการณ์การสอนเคมี 21 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษบัณฑิต วิชาเอกเคมี วิชาโทโภชนาการ มีวุฒิ กศ.บ จากมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่ง และจบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาสังคมศาสตร์สิ่งแวดล้อม มีวุฒิ สก.ม จากมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่ง ในปีการศึกษา 2551 ได้เข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Backward Design ทำวิจัยหนึ่งเรื่องเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และได้เข้าร่วมอบรมหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่โรงเรียนจัดขึ้น ภาระงานที่ครูดาราต้องรับผิดชอบ ได้แก่ งานสอน 17 คาบต่อสัปดาห์ โดยสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คาบต่อสัปดาห์ นอกจากนี้มีหน้าที่รับผิดชอบงานสหกรณ์และเป็นครูประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับชั้นเรียนที่ครูดาราอนุญาตให้สังเกตการปฏิบัติการสอนและเก็บข้อมูลเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มวิทย์คณิต จำนวนหนึ่งห้องเรียน โดยสังเกตการปฏิบัติการสอนบทเรียนเรื่องพันธะเคมี ปกติครูดาราสอนเคมีด้วยวิธีบรรยาย สาธิตการทดลอง และใช้ศูนย์การเรียนรู้

ครูดาราไม่เคยเข้าร่วมอบรมหรือศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้แต่ได้ศึกษาเอกสารแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้

ชุดการสอนและการใช้ศูนย์การเรียนรู้จากครูในโรงเรียนเดียวกัน ครูดาราคิดว่าการสอนนักเรียนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้คือ การให้นักเรียนได้ศึกษาและค้นคว้า คิดเองและเข้าใจเอง ครูดาราคัดสนใจเข้าร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้ เพราะต้องการทราบวิธีสอนที่สามารถนำไปใช้ในห้องเรียนของตนเองได้ โดยนักเรียนมีการพัฒนาด้านการคิดและสรุปสิ่งที่เรียนได้ด้วยตนเองมากขึ้น

#### ครูอารี

ครูอารี อายุ 58 ปี เป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอน 34 ปี มีประสบการณ์การสอนเคมี 29 ปี ครูอารีจบการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษบัณฑิต วิชาเอกเคมี วิชาโทคณิตศาสตร์ มีวุฒิ กศ.บ จากวิทยาลัยการศึกษาของรัฐแห่งหนึ่ง และจบปริญญาตรีบริหารการศึกษา มีวุฒิ ศษ.บ จากมหาวิทยาลัยเปิดของรัฐ และจบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มีวุฒิ วท.ม จากสถาบันการศึกษาของรัฐแห่งหนึ่ง ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาครูอารีเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับเนื้อหาเคมีเชิงลึกในระดับมหาวิทยาลัย อบรมการสร้างสื่อ อบรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาแบบฝึกเรื่องไฮโดรคาร์บอนสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครูอารีมีผลงานทางวิชาการและได้รับการพิจารณาเป็นครูแกนนำวิชาวิทยาศาสตร์ และได้รับเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูชำนาญการพิเศษ

ภาระงานที่ครูอารีต้องรับผิดชอบ ได้แก่ งานสอน 19 คาบต่อสัปดาห์ โดยสอนวิชาเคมีพื้นฐานและเคมีเพิ่มเติมในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 17 คาบต่อสัปดาห์ นอกจากนี้ครูอารีมีหน้าที่รับผิดชอบงานประกันคุณภาพการศึกษา งานฝ่ายนโยบายและแผนของโรงเรียนและเป็นครูประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับชั้นเรียนที่ครูอารีอนุญาตให้สังเกตการปฏิบัติการสอนและเก็บข้อมูลเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มวิทย์คณิต จำนวนหนึ่งห้องเรียน โดยสังเกตการ

ปฏิบัติการสอนบทเรียนเรื่องพันธะเคมี ปกติครูอริสอนเคมีด้วยวิธีบรรยาย ทำการทดลอง และการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E)

ครูอริไม่เคยเข้าร่วมอบรมหรือศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้โดยตรง แต่เคยศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ เช่น การใช้รูปแบบJigsaw และการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ครูอริคิดว่าการสอนให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้า ได้ลงมือปฏิบัติ และครูคอยอธิบายควบคู่ไปด้วย เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจ ครูต้องไม่ใช่ผู้สอนเพียงคนเดียว ครูอริตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้ เพราะต้องการทราบวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนและวิธีสอนที่หลากหลาย นักเรียนมีการพัฒนาด้านการคิดเข้าใจและอธิบายสิ่งที่เรียนได้ โดยไม่เป็นผู้คอยรับเนื้อหาเพียงอย่างเดียวเหมือนการสอนแบบบรรยายที่ผ่านมาซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายสิ่งที่เรียนได้เมื่อจบบทเรียน

### ครูเบญจา

ครูเบญจา อายุ 57 ปี เป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอน 33 ปี โดยมีประสบการณ์การสอนเคมี 32 ปี ครูเบญจาจบการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษามัธยมศึกษา วิชาเอกเคมี มีวุฒิ กศ.บ จากวิทยาลัยการศึกษาของรัฐแห่งหนึ่ง และจบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มีวุฒิ ศศ.ม จากมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่ง หลังจากสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ครูเบญจาเคยเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) โดยใช้รูปแบบต่างๆ เช่น STAD, Jigsaw, GI และ LT และเคยเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับเนื้อหาเคมีเชิงลึกระดับมหาวิทยาลัย เข้าร่วมอบรมการสร้างสื่อโดยใช้คอมพิวเตอร์ เข้าร่วมอบรม

การเขียนหน่วยการเรียนรู้แบบBackward Design เข้าร่วมอบรมการประชุมตามสภาพจริง ได้ทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลายเรื่อง เช่น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทัศนคติในการเรียนเคมีด้วยการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้ชุดการสอน ครูเบญจามีผลงานทางด้านวิชาการและได้รับการพิจารณาเป็นครูแกนนำวิทยาศาสตร์ ครูต้นแบบสาขาวิทยาศาสตร์ และได้รับเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูชำนาญการพิเศษ

ภาระงานที่ครูเบญจาต้องรับผิดชอบ ได้แก่ งานสอน 18 คาบต่อสัปดาห์ โดยสอนเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติมในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 คาบต่อสัปดาห์ สอนเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติมในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คาบต่อสัปดาห์ นอกจากนี้มีหน้าที่รับผิดชอบเป็นรองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นครูประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับชั้นเรียนที่ครูเบญจาอนุญาตให้สังเกตการปฏิบัติการสอนและเก็บข้อมูลเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มวิทย์คณิต จำนวนหนึ่งห้องเรียน โดยสังเกตการปฏิบัติการสอนบทเรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ปกติครูเบญจาสอนเคมีด้วยวิธีบรรยาย การอธิบาย และทำการทดลอง เน้นการใช้คำถาม การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และเน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E)

ถึงแม้ครูเบญจาเคยร่วมอบรมเกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้แต่การอบรมครั้งนั้นทำให้ครูเบญจาเชื่อว่าการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เป็นการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ โดยครูไม่ต้องบอกหรือให้ความช่วยเหลือใดๆ ทั้งสิ้น การสอนให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้นั้นต้องเป็นกิจกรรมที่ง่าย ๆ กิจกรรมที่ยากๆ นักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้เองได้ ทำให้ครูเบญจาเชื่อว่าการสอนตามแนวทฤษฎีนี้ไม่สามารถนำมาสอนได้จริงกับเนื้อหาเคมีที่ยากๆ ดังนั้นครูเบญจาจึงตัดสินใจเข้า

ร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้ เพราะต้องการทราบวิธีสอนที่ดีที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ได้ ต้องการวิธีสอนที่หลากหลายที่สอดคล้องกับนักเรียน ต้องการพัฒนาการสอนของตนเองที่บูรณาการเข้ากับการเรียนแบบร่วมมือกันที่ครูเคยจำมีความรู้อยู่แล้ว และต้องการพัฒนาความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง

### การปฏิบัติการสอนของครู

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัย ได้ตีความสร้างข้อ

สรุปการปฏิบัติการสอนของครูทั้ง 3 คน ครูมีการสอนที่เน้นการสอนแบบดั้งเดิมและการสอนที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งลักษณะการสอนแบบดั้งเดิมและการสอนที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (ตารางที่ 1)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัย ได้เปรียบเทียบพฤติกรรมปฏิบัติการสอนของครูทั้ง 3 คน ตามข้อสรุปที่สร้างขึ้น (ตารางที่ 2)

จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมปฏิบัติการสอนของครูทั้ง 3 คน ครูมีการปฏิบัติการสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และ

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบการสอนแบบดั้งเดิมและแบบที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

| ประเด็น                      | การสอน                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | แบบดั้งเดิม                                                                                                                                                                                                                          | แบบที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้                                                                                                                                               |
| 1. การทบทวนความรู้           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการให้ความรู้แก่นักเรียนโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่าง และความสนใจของนักเรียนต่อเรื่องที่เรียน</li> <li>- ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ค้นหาความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเรียน</li> <li>- ทบทวนความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน</li> </ul>                            |
| 2. การจัดการเรียนการสอน      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการให้ความรู้ตามหนังสือเรียนหรือหลักสูตรที่กำหนด</li> <li>- เน้นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ</li> <li>- เน้นการถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเสนอความคิดเห็นของตนเอง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นกิจกรรมที่นักเรียนได้รับเลือกชอบการเรียนของตนเอง</li> </ul>                                                                         |
| 3. การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการให้นักเรียนทำงานรายบุคคล</li> </ul>                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ</li> </ul>                                                                                             |
| 4. การประเมินผลการเรียนรู้   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการประเมินจากแบบฝึกหัดที่เน้นความจำ หรือใช้การทดสอบ</li> <li>- ไม่เน้นการประเมินด้านกระบวนการ</li> <li>- ครูคือผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการประเมินการเรียนรู้ตามบริบทของห้องเรียน</li> <li>- เน้นการประเมินหลายวิธี</li> <li>- นักเรียนและครูมีบทบาทในการประเมิน</li> </ul> |
| 5. บทบาทของครู               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูเป็นผู้ให้ความรู้โดยยึดการสอนเนื้อหาตามหนังสือเรียน</li> <li>- ครูสรุปสิ่งที่สอนด้วยตนเองและเน้นการถามที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูคือผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เช่น การจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายด้วยตัวเอง การใช้สื่อที่หลากหลาย</li> </ul>              |

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบพฤติกรรมการปฏิบัติการสอนของครูทั้ง 3 คน

| ประเด็น                           | พฤติกรรมกรปฏิบัติการสอนของครูแต่ละคน                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | กรณีที่ 1 (ครูดารา)                                                                                                                                                                                                                                                                                      | กรณีที่ 2 (ครูอารี)                                                                                                                                                                                                                                             | กรณีที่ 3 (ครูเบญจา)                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1. การทบทวนเนื้อหา                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนสอนบางเรื่อง</li> <li>- เน้นการบรรยายเรื่องที่เรียนโดยไม่ถามหาความรู้เดิม</li> </ul>                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนสอนเรื่องใหม่ทุกเรื่อง</li> <li>- ถามความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนเพียงหนึ่งเรื่อง</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนสอนเรื่องใหม่ทุกเรื่อง</li> <li>- ถามหาความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเรียนทุกเรื่อง</li> </ul>                                                                                                                             |
| 2. การจัดการเรียนการสอน           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการถามความรู้ความจำ ไม่เน้นการถามเพื่อกระตุ้นการคิด</li> <li>- การปฏิบัติการทดลองเน้นการสาธิต โดยครูหรือนักเรียนบางคน โดยทำตามขั้นตอนที่ครูบอก</li> <li>- นักเรียนได้ปฏิบัติงานโดยการศึกษจากหนังสือหรือใบความรู้ แล้วทำแบบฝึกหัดในใบงานทุกเรื่อง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการถามที่กระตุ้นให้คิด และถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ</li> <li>- นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง</li> <li>- นักเรียนได้ปฏิบัติงานโดยการศึกษจากหนังสือหรือใบความรู้ แล้วทำแบบฝึกหัดในใบงานทุกเรื่อง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้คำถามเป็นเทคนิคหลักในการสอนเพื่อกระตุ้นให้คิด</li> <li>- นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง แต่ครูไม่ชี้แจงจุดประสงค์ สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลองที่ชัดเจน</li> <li>- นักเรียนได้ปฏิบัติงานโดยศึกษาจากหนังสือแล้วทำแบบฝึกหัดบางเรื่อง</li> </ul> |
| 3. การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ออกแบบกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกัน แต่ยังไม่ให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล</li> </ul>                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ออกแบบกิจกรรมและให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ทั้งการทำแบบฝึกหัดและการทดลอง</li> </ul>                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ออกแบบกิจกรรมและให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ทั้งการทำแบบฝึกหัดและการทดลอง</li> </ul>                                                                                                                                                            |
| 4. การประเมินผลการเรียนรู้        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการประเมินความเข้าใจ โดยการให้ทำแบบฝึกหัด และการทดสอบกลางภาค และปลายภาค</li> </ul>                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการประเมินความเข้าใจ โดยการให้ทำแบบฝึกหัด การทดสอบหลังเรียนทุกเรื่อง และการมีปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียน</li> <li>- ประเมินการทำงานจากการสังเกต</li> <li>- นักเรียนสามารถแก้ไขงานของตนเอง</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เน้นการประเมินความเข้าใจโดยการให้ทำแบบฝึกหัด</li> <li>- ประเมินการปฏิบัติการทดลองโดยใช้การสังเกตและรายงานการทดลอง</li> </ul>                                                                                                                  |
| 5. บทบาทของครู                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูเป็นผู้ประเมินเพียงคนเดียว</li> <li>- ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ได้แก่ สร้างและใช้ชุดการสอน ใช้เกม และถามให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียน</li> <li>- ครูเป็นผู้ให้ความรู้ ครูเป็นผู้สรุปสิ่งที่เรียนเอง</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูเป็นผู้ประเมินเพียงคนเดียว</li> <li>- ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ได้แก่ การนำสื่อที่หลากหลายมาใช้ ช่วยให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนโดยการถาม</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูเป็นผู้ประเมินเพียงคนเดียว</li> <li>- ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ได้แก่ อภิปรายและแนะแนวทางให้นักเรียนสรุปแนวคิดที่เรียน</li> </ul>                                                                                             |
| 6. สรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอน | <p>ครูเน้นการสอนแบบดั้งเดิม และมีการสอนตามแบบที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เพียงเล็กน้อย</p>                                                                                                                                                                                                            | <p>ครูสอนโดยยึดตามการสอนแบบดั้งเดิมและการสอนตามแบบที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้</p>                                                                                                                                                                           | <p>ครูเน้นการสอนตามแบบที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ แต่มีการสอนแบบดั้งเดิมบ้าง</p>                                                                                                                                                                                                   |

ยังคงยึดการสอนแบบดั้งเดิมอยู่ แต่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับภูมิหลังของครู ซึ่งครูมีการปฏิบัติการสอนที่มีลักษณะร่วมกัน 5 หัวข้อ มีรายละเอียด ดังนี้

### 1. ครูทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียน

ครูทั้งสามคนให้ความสำคัญกับความรู้ที่นักเรียนมีมาก่อนเรียนโดยการถามความเข้าใจที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในเรื่องที่เรียนผ่านมา และมีการทบทวนให้นักเรียนเข้าใจอย่างถูกต้องก่อนเรียนเรื่องใหม่

ครูดาราเริ่มสอนโดยบอกเรื่องที่ต้องเรียนแล้วบรรยายตามใบความรู้ที่แจก เช่น ในการสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมครูดารากล่าวถึงการปฏิบัติการสอนของตนเองว่า “จะสอนถามตอบบ้าง บรรยายบ้าง...ทดลองครูจะสาธิต เพราะอุปกรณ์ไม่ครบ ไม่พร้อม เช่นเรื่องโครงสร้างอะตอมก็จะสรุปเป็นชิตออกมา สรุปเป็นเรื่องๆให้ แล้วก็บรรยายตาม” (สัมภาษณ์ครูดารา: 1/08/51) อย่างไรก็ตามพบว่า การสอนบางเรื่องครูดารามีการทบทวนความรู้เรื่องที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว ได้แก่ ทบทวนเรื่องสูตรสารประกอบไอออนิกก่อนสอนเรื่องการเกิดสารประกอบไอออนิก ทบทวนเรื่องการเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีก่อนสอนเรื่องการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

ครูอารีกล่าวถึงการถามหาความรู้ของนักเรียนที่มีก่อนเรียนว่า “ส่วนใหญ่ก็จะถามความรู้เดิมก่อนนะ อันที่จะเป็นพื้นฐานของเรื่องนี้ อย่างเช่นพันธะไอออนิก เราก็จะถามเกี่ยวกับ พลังงานไอออนในเซชัน ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี...เราก็จะถามเค้าว่าเค้าเข้าใจเรื่องนี้อย่างไร จึงจะนำเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนต่อ...คนที่ลืมไปแล้ว ... ในตอนท้ายเราก็บอกเค้า” (สัมภาษณ์ครูอารี: 05/08/51) จากการสังเกตการปฏิบัติการสอนของครูอารีพบว่า ครูอารีถามนักเรียนเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนสอนเรื่องใหม่ทุกครั้งครูอารีทบทวนเรื่องพลังงานไอออนในเซชัน ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี กฎออกเตต ก่อนสอนเรื่องพันธะไอออนิก ทบทวนเรื่องการสร้าง

พันธะไอออนิกก่อนสอนเรื่องการเขียนสูตร การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก และสมบัติของสารประกอบไอออนิก และทบทวนเรื่องแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลก่อนสอนเรื่องโครงผลึกแร่ธาตุและพันธะโลหะและครูดาราถามความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนหนึ่งครั้งคือการถามเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวในโมเลกุลก่อนสอนเรื่องพันธะไอออนิก

ครูเบญจถามนักเรียนเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนสอนเรื่องใหม่เช่นกัน จากการสังเกตการปฏิบัติการสอน พบว่า ครูเบญจาทบทวนเรื่องสูตรของสารประกอบก่อนสอนเรื่องการคำนวณสูตรโมเลกุลและสูตรเอมพิริคัล ทบทวนเรื่องสมการเคมีก่อนสอนเรื่องอัตราส่วนจำนวนโมลในสมการเคมี และทบทวนเรื่องกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ก่อนสอนเรื่องปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี และครูเบญจถามหาความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเรียนทุกเรื่องว่ามีความเข้าใจอย่างไร เช่น ในการสอนเรื่องปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีครูถามนักเรียนว่า “ถ้าเธอทราบปริมาตรของไนโตรเจนกับปริมาตรของไฮโดรเจน ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน เธอจะบอกปริมาตรของแอมโมเนียที่เกิดขึ้นได้มั้ย” (สังเกตการสอนครูเบญจา: 13/08/51)

โดยสรุปการสอนของครูซึ่งสอดคล้องตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ คือ ครูทั้งสามคนมีการถามและทบทวนความรู้พื้นฐานที่นักเรียนเรียนผ่านมาทุกเรื่องก่อนสอนเรื่องใหม่ ครูแต่ละคนมีการถามหาความรู้เดิมของเรื่องที่จะเรียนก่อนสอน ซึ่งสอดคล้องกับการสอนตามแนวการสร้างองค์ความรู้ที่ให้ความสำคัญกับความรู้เดิมของนักเรียน (Yager, 1991, Brooks and Brooks, 1993; Windschitl, 2002; Baviskar, et al., 2009) ซึ่งมีความแตกต่างกันคือครูเบญจถามหาความรู้เดิมทุกครั้งก่อนสอนเรื่องใหม่ ครูอารีถามหาความรู้เดิมเป็นบางเรื่องส่วนครูดารามีการถามความรู้พื้นฐานแต่ไม่มีการถามหาความรู้เดิมของเรื่องที่จะเรียนก่อนสอนเลย สำหรับการปฏิบัติการสอนของครูที่สอดคล้องกับการสอนแบบดั้งเดิมคือการไม่ถามหาความรู้

เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนแต่เน้นการให้ความรู้แก่นักเรียนโดยเท่าเทียมกันโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างและความสนใจของนักเรียนต่อเรื่องที่เรียนและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน (Ruddell, 1992) โดยครูคราเน้นการบรรยายเนื้อหาที่เรียนโดยไม่มีการถามความรู้เดิมของนักเรียนทุกครั้ง ครูอารีมีการบอกชื่อเรื่องและเนื้อหาเรื่องที่เรียนโดยไม่มีการถามความรู้เดิมเป็นบางครั้งสำหรับครูเบญจาถึงแม้ว่ามีการถามความรู้เดิมของนักเรียนทุกครั้งแต่ครูเลือกถามความรู้เดิมกับนักเรียนบางคนเท่านั้นแต่ไม่ถามนักเรียนคนอื่นๆในห้องเรียน

## 2. ครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจของตนเอง

ครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเอง จากการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้และสังเกตการปฏิบัติการสอนของครู พบว่าครูเน้นการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นของตนเองและครูให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน

ครูครามีการใช้คำถามในการสอนซึ่งเน้นคำถามที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น และเน้นการถามความจำ ไม่เน้นการถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานครูคราเน้นการสาธิตโดยให้ตัวแทนนักเรียนบางคนทำการทดลองหน้าชั้นเรียน การทำกิจกรรมเน้นตามขั้นตอนที่ครูกำหนด นอกจากการทดลองครูคราให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานซึ่งเป็นการค้นคว้าจากหนังสือหรือใบความรู้แล้วทำแบบฝึกหัดในใบงานทุกเรื่องที่เรียน

ครูอารีถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและถามเกี่ยวกับความรู้ความจำบ้าง ครูอารีให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานโดยนักเรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองในกลุ่มเดียวกัน โดยครูเป็นผู้กำหนดจุดประสงค์และอธิบายวิธีการทดลองให้นักเรียนทราบก่อน ครูอารีกล่าวเกี่ยวกับการให้นักเรียนได้ลงมือทำงานโดยการทดลองว่า

“การทดลองก็เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น เช่น

สมบัติการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก แล้วมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร ... การที่เด็กได้ศึกษามาแล้ว และได้มาเรียนรู้จากการทดลอง...เค้าได้เอามาสรุป... นักเรียนเค้าก็สรุปได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานว่าถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นก็เป็นการคายถ้าต่ำลงก็เป็นการดูด ได้ทดลองเค้าก็เกิดความรู้จากประสบการณ์ที่เค้าได้มา” (สัมภาษณ์ครูอารี: 26/08/51)

นอกจากปฏิบัติการทดลองครูอารีได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานคือ การศึกษาค้นคว้าจากหนังสือหรือใบความรู้แล้วทำแบบฝึกหัดในใบงานทุกเรื่องที่เรียน

ครูเบญจาใช้คำถามเป็นเทคนิคหลักในการสอนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดจนกระทั่งนักเรียนสามารถตอบคำถาม เข้าใจในสิ่งที่ต้องทำและสรุปสิ่งที่เรียนได้อย่างถูกต้อง ครูเบญจาให้เหตุผลว่า การถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลองในเรื่องที่กำลังเรียน นอกจากนั้นครูเบญจากล่าวเกี่ยวกับการใช้คำถามของตนเองในการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนได้ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์หลังสอนเรื่องสมการเคมีว่า “ในการสอนครูใช้คำถามเยอะมากเพื่อให้เด็กสรุปได้ว่าที่เป็นจริง (ผลการทดลอง) มีแนวโน้ม...จะเป็นอย่างไร แต่ว่าถ้าสมมติเราทดลองมาแล้ว แนวโน้มมันไม่ใกล้เคียง...ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เราก็ต้องพยายามใช้คำถามเพื่อให้เด็กบอกเหตุผลให้ได้” (สัมภาษณ์ครูเบญจา: 01/08/51)

ครูเบญจาให้นักเรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองในกลุ่มเดียวกันหรือในกรณีสารเคมีและอุปกรณ์ไม่เพียงพอครูเบญจาให้นักเรียนที่อาสาป็นตัวแทนของชั้นเรียนออกมาสาธิตการทดลองร่วมกับครูให้เพื่อนดู ครูเบญจาอธิบายและอธิบายวิธีการทดลองให้นักเรียนทราบก่อน แต่ไม่มีการกำหนดจุดประสงค์การทดลอง สมมติฐาน และ ตัวแปรที่ต้องการศึกษาก่อนทำการทดลอง แต่ครูเบญจาอธิบายเกี่ยวกับจุดประสงค์ สมมติฐาน และตัวแปร

ที่ศึกษาภายหลังการทดลองก่อนสรุปผลการทดลอง นอกจากการทดลองครูเบญจาให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือแล้วทำแบบฝึกหัด

โดยสรุปการปฏิบัติการสอนของครูที่สอดคล้องตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ คือ ครูทั้งสามคนมีการถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเสนอความคิดเห็นของตนเอง (Tytler, 2002; Windschitl, 2002) ครูแต่ละคนมีการถามซึ่งมีความแตกต่างกันคือ ครูเบญจาเน้นการถามคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้นแต่เน้นให้นักเรียนแสดงผลเพื่อนำไปสู่การสรุปเรื่องที่เรียน และการถามเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปสิ่งที่เรียนได้อย่างถูกต้อง ส่วนครูอริมีการถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงผลบ้างบางครั้ง และยังเน้นการถามคำถามความรู้ความจำ สำหรับครูดารามีการถามเพื่อให้นักเรียนคิดหรือแสดงความคิดเห็นเพียงเล็กน้อย โดยเน้นเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น นักเรียนไม่ต้องแสดงผลของคำตอบนั้น คำถามที่ใช้บางคำถามเน้นความรู้ความจำ สำหรับการปฏิบัติการสอนของครูที่สอดคล้องกับการสอนแบบดั้งเดิมคือการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ครูกำหนดโดยนักเรียนไม่ได้คิดวางแผนหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องทำด้วยตนเอง ครูเป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอนเน้นเนื้อหาตามหนังสือเรียน (Huck and Kuhn, 1968; Miller and Sellar, 1985) ครูดาราให้นักเรียนบางคนสาธิตการทดลองตามขั้นตอนที่ครูกำหนดโดยไม่มีการอภิปรายสมมติฐานการทดลองที่ครูกำหนดให้และตัวแปรของการทดลองไม่ชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องสังเกต ครูอริอธิบายจุดประสงค์การทดลองและวิธีทดลองตามหนังสือเรียนโดยไม่มีการอภิปรายเกี่ยวกับตัวแปรการทดลอง ส่วนครูเบญจามีการอภิปรายวิธีการทดลอง แล้วอธิบายวิธีการทดลองตามหนังสือเรียน และเน้นให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองก่อนแล้วจึงมีการอภิปรายจุดประสงค์การทดลอง สมมติฐานการทดลอง ตัวแปรการทดลองภายหลังก่อนการสรุปผลการทดลอง

### 3. ครูจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม

ครูทั้งสามคนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันโดยจัดให้นักเรียนได้ทำงานและทำการทดลองเป็นกลุ่ม

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ครูดาราออกแบบกิจกรรมโดยเน้นการเรียนรู้และทำงานร่วมกันแบบ Number head together แต่จากการสัมภาษณ์ครูดาราให้เหตุผลในการจัดนักเรียนให้เรียนเป็นกลุ่มเนื่องจากสภาพห้องเรียนวิทยาศาสตร์จัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่มโดยไม่มีการกล่าวถึงเทคนิค Number head together เลย จากการสังเกตการปฏิบัติการสอนของครูดาราพบว่า ครูเป็นผู้สอนแล้วนักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล มีเพียงแนวคิดเรื่องการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกเรื่องเดียวเท่านั้นที่ครูดาราได้เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มภายในศูนย์การเรียนรู้ที่ครูจัดใบความรู้และสื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศึกษาร่วมกัน อย่างไรก็ตามนักเรียนยังคงรับผิดชอบงานเป็นรายบุคคล

ครูอริเน้นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มโดยการออกแบบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ทำงานเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน อย่างไรก็ตามเนื่องจากความจำกัดของโต๊ะเรียนจึงต้องจัดให้นักเรียนกลุ่มละ 7-8 คน การสอนเกือบทุกแนวคิดเมื่อสอนเสร็จแล้ว ครูอริให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดซึ่งเป็นงานรายบุคคล แต่ครูอริเปิดโอกาสให้ปรึกษากันภายในกลุ่มได้ เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วตัวแทนของแต่ละกลุ่มมีหน้าที่ออกมาเฉลยคำตอบ อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนบางคนทำงานเองโดยไม่มีการปรึกษาสมาชิกคนอื่นภายในกลุ่ม และบางคนมีการปรึกษานักเรียนกลุ่มอื่นๆ สำหรับการสอนบางแนวคิดที่เป็นปฏิบัติการทดลองครูอริให้นักเรียนลงมือทดลองเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 7 - 8 คน ซึ่งนักเรียนมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกันตามความตกลงของกลุ่ม เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ครูอริให้ตัวแทนกลุ่ม อย่างน้อยกลุ่มละ 2 คน มานำเสนอ

ผลและสรุปผลหน้าชั้นเรียน เมื่อถามสิ่งที่ครูอริสังเกตเห็นเกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์เมื่อนักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่น การเรียนเรื่องโครงผลึกร่างตาข่ายและพันธะโลหะ ครูอริกล่าวว่า “จากการเดินดูเด็ก...ก็พบว่าเด็กมีการพูดคุยกันช่วยกันคิดได้ตอบกัน...คือเค้าจะช่วยกันคิดมีการถกเถียงกัน โดยที่กลุ่มข้างหลังก็มีการถามและปรึกษากัน หรือเป็นเพราะทำไม่ได้ก็เลยต้องถามกัน (หัวเราะ) มีการปรึกษากัน...แต่ก็มีบางกลุ่มที่นิ่งทำเองไม่ได้ปรึกษากัน” (สัมภาษณ์ครูอริ: 05/09/51)

ครูเบญจจากล่าวเกี่ยวกับการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มดังนี้ “ครูพยายามที่จะให้เด็กสร้างองค์ความรู้ที่ไม่โดดเดี่ยวเดียวดาย มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ถ้าเป็นการคำนวณหรือเนื้อหาไม่ได้ทดลอง ครูก็จะให้เค้าจับคู่กันภายในกลุ่ม ครูว่าดีนะ เค้าได้ช่วยกัน สักคนหาค้น จับคู่กันสองคนทำ แล้วก็เอามาเฉลยร่วมกัน” (สัมภาษณ์ครูเบญจา: 30/07/51)

ครูเบญจาได้นำความคิดเกี่ยวกับการให้นักเรียนทำงานร่วมกันมาจัดกิจกรรมโดยการให้นักเรียนทำการทดลองเรื่องสมการเคมีเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ซึ่งนักเรียนมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกันตามความตกลงของกลุ่ม และการให้นักเรียนศึกษาเอกสารและทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่มเรื่องปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 2 - 3 คน โดยนักเรียนเป็นผู้จัดกลุ่มเอง

โดยสรุป ครูทั้งสามคนจัดให้นักเรียนทำงานร่วมกันซึ่งสอดคล้องกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น (Yager, 1991; Tyler, 2002) อย่างไรก็ตามครูทั้งสามคนยังมีการปฏิบัติการสอนที่สอดคล้องกับการสอนแบบดั้งเดิมคือ ครูทั้งสามคนไม่มีการชี้แจงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมกลุ่ม ไม่มีการกำหนดรูปแบบของการทำงานภายในกลุ่มที่ชัดเจน การรับผิดชอบงานของนักเรียนเป็นงานรายบุคคล ซึ่งไม่จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่ม (Johnson et al., 1991)

ครูไม่มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นการเรียนแบบกลุ่ม มีเพียงครูเท่านั้นที่สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและไม่มีการประเมินประสิทธิภาพงานของกลุ่ม นอกจากนี้ครูดาราซึ่งมีประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือไม่มาก จึงนำการเรียนแบบร่วมมือมาใช้ในห้องเรียนบางครั้ง และยังคงเน้นการให้นักเรียนทำงานรายบุคคล

#### 4. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ครูทั้งสามคนใช้วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ครูดาราประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ทำแบบฝึกหัดซึ่งเป็นแบบตอบคำถามสั้นๆ เน้นความจำ นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบจากในหนังสือเรียนหรือใบความรู้ ครูเป็นผู้เฉลยแบบฝึกหัดเองทั้งหมด นอกจากนี้ยังเน้นการประเมินการเรียนรู้จากการทดสอบกลางภาคและปลายภาค โดยการประเมินการเรียนรู้ทั้งหมดครูเป็นผู้ประเมินเพียงคนเดียว

ครูอริเน้นการประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัดและการทดสอบหลังเรียนทุกเรื่อง และประเมินการทำงานของนักเรียนจากการสังเกต แบบฝึกหัดมีลักษณะเป็นแบบตอบคำถามสั้นๆ เมื่อทำงานเสร็จครูสุ่มตัวแทน กลุ่มละ 1-2 คนในการเฉลยแบบฝึกหัด นักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้องสามารถแก้ไขงานของตนเองได้ ส่วนแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบแบบสี่ตัวเลือกจำนวน 5 ข้อ เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ครูจะเฉลยและแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบทันที และจากการสังเกตการปฏิบัติการสอนของครูอริพบว่า ครูอริได้มีการประเมินความเข้าใจของนักเรียนแบบไม่เป็นทางการด้วย เช่น การมีปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือทำการทดลองและเมื่อพบว่านักเรียนไม่เข้าใจครูอธิบายเพิ่มเติม โดยการประเมินการเรียนรู้ทั้งหมดครูเป็นผู้

ประเมินเพียงคนเดียว

ครูเบญจาประเมินการเรียนรู้โดยให้นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกหัดที่ละข้อ แบบฝึกหัดส่วนใหญ่อยู่ในหนังสือเรียน เป็นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ เริ่มจากการวิเคราะห์คำถาม นักเรียนอธิบายวิธีการหาคำตอบ ลงมือทำแบบฝึกหัดแล้วเฉลยคำตอบร่วมกัน ส่วนการปฏิบัติการทดลองครูใช้วิธีการสังเกตและให้นักเรียนเขียนรายงานการทดลองซึ่งครูมีการบอกเนื้อหาที่นักเรียนต้องเขียนลงในรายงานก่อนเพื่อให้นักเรียนนำไปเขียนรายงานที่ถูกต้องเท่านั้น ครูเบญจาให้เหตุผลว่าถ้าไม่บอกสิ่งที่ต้องเขียนก่อนนักเรียนอาจเขียนรายงานไม่ถูกต้องและครูไม่สามารถตรวจรายงานทั้งหมดได้ โดยการประเมินการเรียนรู้ทั้งหมดครูเป็นผู้ประเมินเพียงคนเดียว ครูเบญจาได้กล่าวเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนดังนี้

“การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก็จะวัดความรู้ความเข้าใจ ส่วนการวัดทักษะหรือเจตคติครูก็จะวัดในภาพรวม ...ครูก็จะมองในกลุ่มว่าแต่ละกลุ่มทำงานมัย ให้ความร่วมมือมัย ... โดยตัวครูก็ใช้การสังเกตส่วนการทดลองก็จะดูว่าทำการทดลองถูกต้องมัย ...จะมีคะแนนการทดลองและรายงานการทดลอง...หลังจากประเมินมีการแจ้งผลการประเมินบางโอกาสบางทีก็ตรวจแล้วแจ้งคะแนนเลย ...ถ้าเด็กตก... ถ้าเป็นเนื้อหาที่สำคัญแล้วก็ต้องมีอธิบายกันใหม่ ...ถ้ามีเด็กเข้ามาขอแก้คะแนน ครูก็ให้เค้าทำแต่โดยส่วนใหญ่ครูจะใช้วิธีการเฉลยร่วมกับนักเรียน” (สัมภาษณ์ครูเบญจา: 30/07/51)

โดยสรุปครูทั้งสามคนมีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยพบว่าครูสองคนมีการประเมินการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้คือมีการประเมินนักเรียนหลายวิธีควบคู่ไปกับการสอน (Brooks and Brooks, 1993; Windschitl, 2002) โดยครูเบญจาซึ่ง

มีความรู้เกี่ยวกับการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้มากที่สุดมีการประเมินนักเรียนหลายวิธีควบคู่ไปกับการสอน เช่น การถาม การทำแบบฝึกหัด การลงมือทดลอง การสังเกต รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนปรับปรุงผลการเรียนของตนเองได้ส่วนครูอรินั้นประเมินการเรียนรู้ด้วยวิธีการหลากหลายควบคู่ไปกับการสอน เช่น การทำแบบฝึกหัด การถาม การสังเกต ครูทั้งสามคนยังคงมีการประเมินการเรียนรู้แบบดั้งเดิม โดย ครูดาราคือครูที่มีความรู้เกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้น้อยที่สุดยังคงประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนตามวิธีการสอนแบบดั้งเดิม โดยการทำแบบฝึกหัดที่เน้นความจำและการทดสอบ ไม่เน้นการประเมินด้านกระบวนการ (Miller and Seller, 1985) ส่วนครูอรินั้น การประเมินด้านเนื้อหาโดยการทดสอบใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Miller and Seller, 1985) หลังเรียนทุกครั้ง สำหรับครูเบญจาเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินที่ไม่สามารถประเมินการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียน เช่น ครูประเมินจากการเขียนรายงานการทดลองแต่ครูมีการบอกเนื้อหาที่นักเรียนต้องเขียนลงในรายงานก่อนเพื่อให้นักเรียนนำไปเขียนรายงานที่ถูกต้องเท่านั้น และครูใช้เครื่องมือการประเมินความเข้าใจยึดตามหนังสือเรียนเท่านั้น (Miller and Seller, 1985) ครูทั้งสามคนมีลักษณะร่วมกันคือเป็นผู้ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนเองทั้งหมด โดยไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเองหรือประเมินกิจกรรมการเรียนรู้เลย (Ruddell, 1992)

## 5. ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ครูมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการสร้างสื่อการสอนที่หลากหลาย มีการใช้เกมและมีการแนะแนวทางให้นักเรียนสรุปแนวคิดที่เรียน

ครูดาราคือครูการสอนซึ่งประกอบด้วยใบความรู้และใบงานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน แต่เนื้อหาในใบความรู้เป็นเพียงเนื้อหาที่สรุปจาก

หนังสือเรียนเท่านั้นครูดรากรกล่าวเกี่ยวกับการนำชุดการสอนมาใช้ว่า “ในความรู้ที่เอาเนื้อหาจากหนังสือเรียนเด็กไม่อ่านหนังสือเรียน อ่านก็ไม่เข้าใจ ก็เลยใช้วิธีนี้ให้อ่านและดูตัวอย่าง ก็ให้ดูตัวอย่างแล้วทำตามเท่านั้น เด็กยังพัฒนาช้า” (สัมภาษณ์ครูดรา: 29/08/51) ครูดราใช้เกมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย คือเกมไพ่จับคู่สูตรเคมีกับชื่อสารประกอบไอออนิก และเกมไพ่จับคู่สัญลักษณ์ธาตุและชื่อธาตุ โดยให้เหตุผลว่า “เพื่อให้เด็กจำสัญลักษณ์ธาตุได้ อ่านชื่อธาตุได้ และสูตรเคมีเด็กก็จะอ่านได้” (สัมภาษณ์ครูดรา: 29/08/51) ในการสรุปสิ่งที่เรียน ครูดรามีการถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียน แต่เน้นคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น การสรุปสิ่งที่เรียนครูดราเป็นผู้สรุปเองและเขียนไว้บนกระดานดำ ส่วนนักเรียนคอยจดสิ่งที่ครูสรุปแล้ว

ครูอริมีการนำสื่อที่หลากหลายมาใช้นอกเหนือจากหนังสือเรียนของสสวท เช่น ใบความรู้ ใบงาน ซึ่งมีหลายแบบ ทั้งการให้นักเรียนตอบคำถามและการระบายสีเพื่อให้เด็กเรียนเข้าใจโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การใช้ฟาวเวอร์พอยต์เพื่อให้เห็นโครงสร้างวงตาข่ายและพันธะโลหะชัดเจนขึ้น ครูอริช่วยให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนโดยการถามและให้นักเรียนนำเสนอผลการศึกษา เช่น นักเรียนอธิบายการเขียนแผนภาพการเกิดพันธะไอออนิก นักเรียนนำเสนอและสรุปผลการทดลองเรื่องสมบัติของสารประกอบไอออนิกเมื่อละลายน้ำ หลังจากนั้นครูอริจะช่วยนักเรียนสรุปอีกครั้งหนึ่ง

ครูเบญจาสอนโดยการให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนเท่านั้น ครูช่วยแนะแนวทางให้นักเรียนสรุปแนวคิดที่เรียนโดยอภิปรายร่วมกับนักเรียน เน้นการถามคำถามทุกครั้งก่อนสรุปและบางครั้งยกตัวอย่างกราฟแล้วสรุปร่วมกับนักเรียน เช่น การสรุปผลการทดลองเรื่องการทำปฏิกิริยาระหว่างเลด(II) ไนเตรตและโพแทสเซียมไฮโอไดด์

โดยสรุปครูทั้งสามคนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียนที่

สอดคล้องกับบทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Brooks and Brooks, 1993) โดยการใช้สื่อที่หลากหลาย ใช้เกมร่วมในกิจกรรม และแนะแนวทางให้นักเรียนสรุปแนวคิดที่เรียน โดยการถามและสรุปร่วมกับนักเรียน แต่ครูสองคนยังคงมีการปฏิบัติการสอนสอดคล้องกับการสอนแบบดั้งเดิมคือ ครูเบญจายังคงยึดการสอนตามลำดับและขอบเขตของเนื้อหาตามหนังสือเรียนเท่านั้น (Huck and Kuhn, 1968; Miller and Seller, 1985) และครูดราเป็นผู้สรุปสิ่งที่สอนด้วยตนเอง และเน้นการถามที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น เน้นการสอนที่ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้องจากสิ่งที่ครูบรรยายหรือจากหนังสือเรียนเท่านั้น (Huck and Kuhn, 1968; Ruddell, 1992)

## สรุปและเสนอแนะ

ผลการศึกษาการปฏิบัติการสอนของครูเคมีสรุปว่าครูทั้งสามคนมีการปฏิบัติการสอนที่มีลักษณะร่วมกัน 5 หัวข้อเรื่อง คือ ครูทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เรียน ครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจของตนเอง ครูจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย และครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ครูมีการปฏิบัติการสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับภูมิหลังของครู ครูเบญจาเป็นครูที่มีความรู้เกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มากที่สุด มีการสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้คือการถามหาความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเรียนและทบทวนความรู้พื้นฐานให้นักเรียน เน้นการถามเพื่อให้นักเรียนเสนอแนวทางการศึกษาแล้วให้ลงมือปฏิบัติให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม มีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนหลายวิธีตามบริบทการเรียนและให้

นักเรียนแก้ไขผลการประเมิน และช่วยให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนโดยใช้คำถามส่วนครูหรือซึ่งเป็นครูที่มีความรู้เกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้บ้าง มีการสอนที่สอดคล้องตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ได้แก่ มีการถามและทบทวนความรู้พื้นฐาน ถามความรู้เดิมของนักเรียนบ้างบางเรื่อง ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มใช้การประเมินการเรียนรู้หลายวิธี มีการนำสื่อหลายอย่างมาใช้ ช่วยให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนโดยใช้การถามและการนำเสนอผลงานของนักเรียน สำหรับครูดาราซึ่งเป็นครูที่มีความรู้เกี่ยวกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้น้อยที่สุด มีการสอนสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้คือ ทบทวนความรู้พื้นฐาน ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน และให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มบางแนวคิด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดโดยการจัดทำใบความรู้และใช้เกมในการสอน

ครูทั้งสามคนยังคงยึดการสอนแบบดั้งเดิมอยู่แต่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับภูมิหลังของครู ครูดาราซึ่งมีประสบการณ์การสอนแบบอื่นน้อยที่สุดเน้นการสอนแบบดั้งเดิม คือ ไม่มีการถามความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเรียน เน้นให้นักเรียนทำงานตามที่ครูกำหนด ให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล วัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยแบบฝึกหัดที่เป็นแบบวัดความจำและเน้นการใช้แบบทดสอบและเป็นผู้สรุปสิ่งที่เรียนเอง ส่วนครูอารียังมีการสอนแบบดั้งเดิมได้แก่ ไม่มีการถามความรู้เดิมของนักเรียนบางเรื่อง ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางในการศึกษา ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มแต่ไม่มีการชี้แจงและกำหนดวัตถุประสงค์การทำงานกลุ่มที่ชัดเจน สำหรับครูเบญจายังคงยึดการสอนตามหนังสือเรียนเท่านั้นโดยไม่มีการใช้สื่อหรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับความแตกต่างของนักเรียน ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม แต่ไม่กำหนดวัตถุประสงค์การทำงานกลุ่มที่ชัดเจนวิธีการประเมินไม่สอดคล้องกับเครื่องมือการประเมินการเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการทดลองโดยไม่มีการอภิปราย

วัตถุประสงค์ สมมติฐาน และตัวแปรก่อนการทดลอง นอกจากนี้แล้ว ครูทั้งสามคนยังมีลักษณะการสอนแบบดั้งเดิมร่วมกัน คือ ครูเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมดโดยไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง หรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง

จากผลการศึกษาข้างต้นเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าครูยังมีการสอนแบบดั้งเดิมอยู่ ดังนั้นครูที่มีวิธีสอนแบบนี้ควรได้รับการพัฒนาความเข้าใจและการปฏิบัติการสอนเพื่อเปลี่ยนจากการสอนแบบดั้งเดิมที่มีอยู่มาสู่การสอนเคมีที่เน้นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ โดยวิเคราะห์การปฏิบัติการสอนของตนเองมีการเรียนรู้และทำงานร่วมกับครูที่สอนวิชาเคมีและกับนักการศึกษาเพื่อทำให้ครูจัดการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับนักเรียน และทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กาญจนา คังคะประดิษฐ์. 2547. การสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมี ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประนอม จะปิ่น และ วรณทิพา รอดแรงคำ. 2552. “สภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของครูเคมี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุโขทัย เขต 2.” วารสารวิจัย มข. 14(4): 241 – 253.
- วรรณดี จันทรวงศ์. 2547. การใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ที่มีต่อแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักศึกษา

- พยาบาลชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยคริสเตียน.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์.
- สุวงศ์ จันทวานิช. 2548. *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ*. พิมพ์  
ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545. *พระ  
ราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่  
แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ:  
พริกหวานกราฟฟิค.
- Baviskar, S. N., R. T. Hartle and T. Whitney. 2009.  
“Essential Criteria to Characterize Constructivist  
Teaching: Derived from a Review of the  
Literature and Applied to Five Constructivist-  
Teaching Method Articles.” *International Journal  
of Science Education*, 31(4): 541-550.
- Brooks, J. G. and M. G. Brooks. 1993. *In Search of  
Understanding: The Case for Constructivist  
Classrooms*. Virginia: ASCD.
- Dahsah, C. and C. Faikhamta. 2008. “Science  
Education in Thailand: Science Curriculum  
Reform in Transition”, pp. 291-300. In R. K.  
Coll and N. Taylor (Eds.). *Science Education in  
Context: An International Examination of the  
Influence of Context on Science Curricula  
Development and Implication*. Taipei: Sense  
Publishers.
- Huck, C. S. and D. Y. Kuhn. 1968. *Children’s  
Literature in the Elementary School*. 2<sup>nd</sup> ed.  
New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Johnson, D. W., R. T. Johnson and K. A. Smith.  
1991. *Active Learning: Cooperation in the  
College Classroom*. Edina, MN: Interaction  
Book Company
- Merriam, S. B. 1998. *Qualitative Research and Case  
Study Applications in Education*. 2<sup>nd</sup> ed. San  
Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Miller, J. P. and W. Seller. 1985. *Curriculum  
Perspectives and Practice*. New York: Longman.
- Ruddell, R. B. 1992. “A Whole Language and  
Literature Perspective: Creating a Meaning-  
Making Instructional Environment,” *Language  
Arts*, 69(8): 612-620.
- Tytler, R. 2002. “Teaching for Understanding in  
Science: Constructivist/Conceptual Change  
Teaching Approaches.” *Australian Science  
Teachers Journal*, 48(4): 30-35.
- von Glasersfeld, E. 1993. “Questions and Answers  
About Radical Constructivism”, pp. 23-38. In  
K. Tobin. (Ed.). *The Practice of Constructivism  
in Science Education*, Washington D.C.: AAAS  
Press.
- Windschitl, M. 2002. “Framing Constructivism in  
Practice as the Negotiation of Dilemmas: An  
Analysis of the Conceptual, Pedagogical, Cultural,  
and Political Challenges Facing Teachers.”  
*Review of Educational Research*, 72(2): 131-175.
- Yager, R. E. 1991. “The Constructivist Learning  
Model: Toward Real Reform in Science  
Education.” *The Science Teacher*, 58: 52-57.