

วัฏจักรการเรียนรู้

ความหมาย

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยาย หรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่างๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

ความเป็นมาและแนวคิดสำคัญ

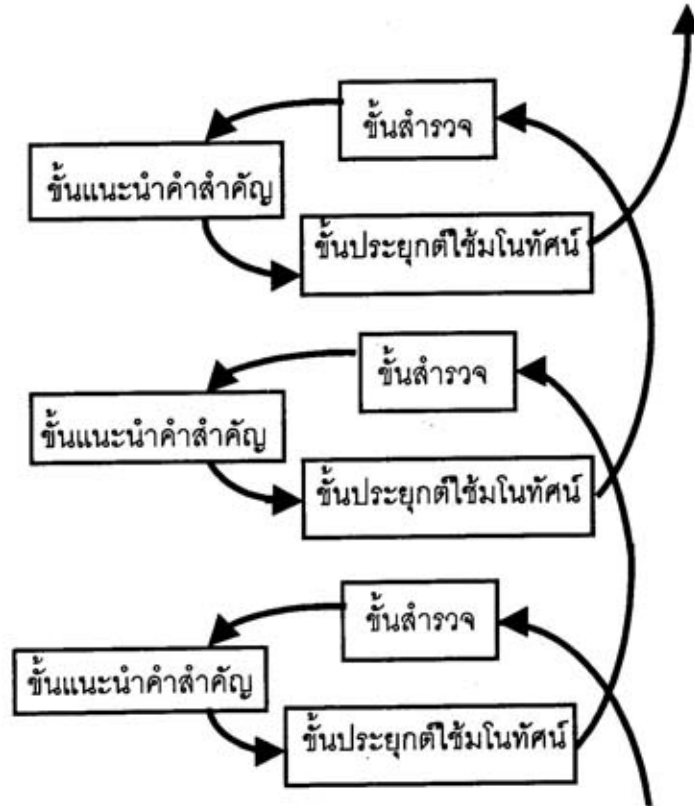
วัฏจักรการเรียนรู้พัฒนาขึ้นโดยคาร์ปลัส และเทียร์ (Lawson. 1995 : citing Karplus and Thier. 1967) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นสำรวจ (exploration) ชั้นสร้าง (invention) และชั้นค้นพบ (discovery) แต่มีครูเป็นจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ชั้นตอนหลังคือ ชั้นสร้าง และชั้นค้นพบ ดังนั้นบาร์แมนและโกตาร์ (Barman and Kotar. 1989) ได้ปรับปรุงเป็น ชั้นสำรวจ (exploration) ชั้นแนะนำมโนทัศน์ (concept introduction) และชั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (concept application) ต่อมา นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงชั้นแนะนำมโนทัศน์เป็นชั้นแนะนำคำสำคัญ (term introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำ หรืออธิบายคำสำคัญ

หรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้แก่แก่นักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง (Lawson. 1995) แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น คาริน (Carin. 1993) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ (concept formation) ส่วนอะบรูสคาโต (Abruscato. 1996) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (concept acquisition) จะสังเกตเห็นว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอนมีขั้นตอนที่สองเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน วัฏจักรการเรียนรู้นี้มีลักษณะเหมือนเกลียวสว่าน ดังภาพประกอบ 1 แต่ละชั้นมีสาระสำคัญดังนี้

1. **ขั้นสำรวจ (exploration phase)** เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกตตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. **ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างมโนทัศน์/ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (term introduction/concept formation/concept acquisition phase)** เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบและอธิบายมโนทัศน์นั้นๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหามโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

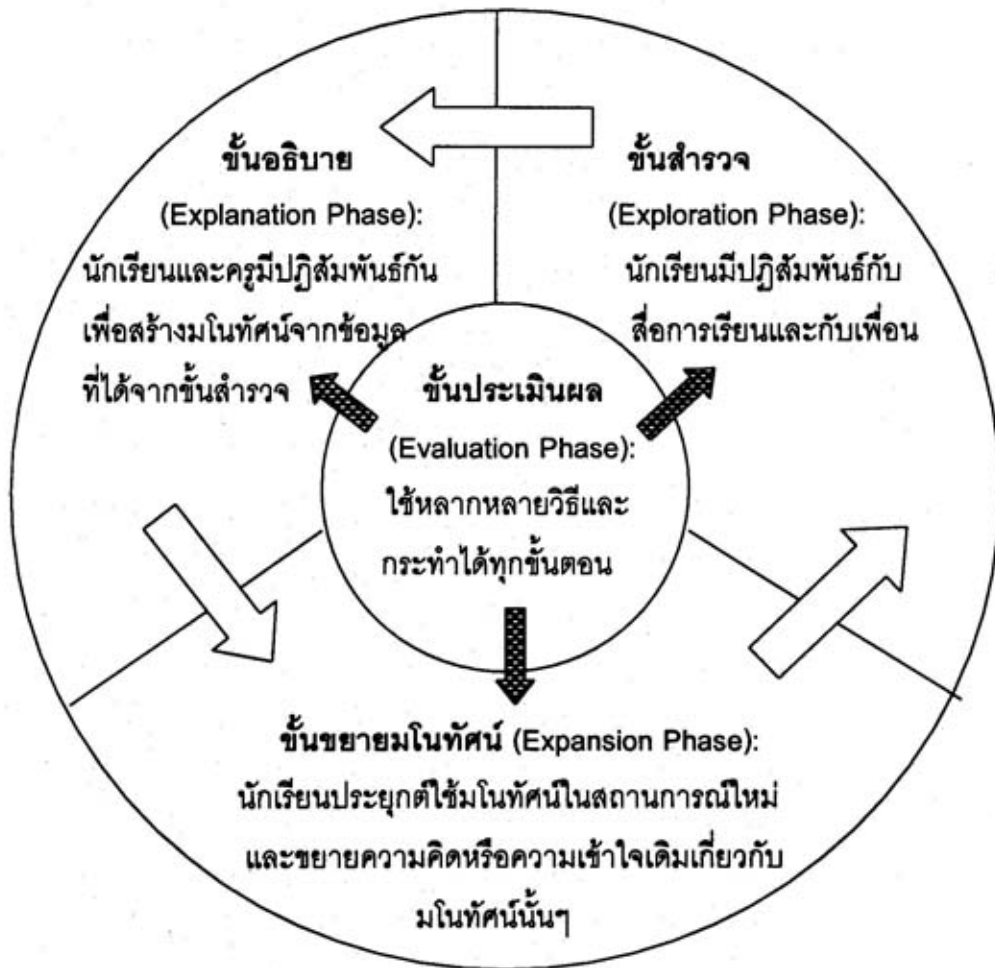
3. **ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (concept application phase)** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้ว (ในขั้นที่ 1 และ 2) มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูง เช่นเดียวกับขั้นสำรวจ



ภาพประกอบ 1 วัฏจักรการเรียนรู้
(แหล่งที่มา : Lawson, 1995)

ในปี ค.ศ.1990 บาร์แมน (Carin. 1993 ; citing Barman. 1990) ได้ดัดแปลงและพัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจ (exploration phase) (2) ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (concept introduction phase) (3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (concept application phase) และ (4) ขั้น

ประเมินผลและอภิปราย (evaluation and discussion phase) ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางคนได้ดัดแปลงชื่อเป็น 4E ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจ (exploration phase) (2) ขั้นอธิบาย (explanation phase) (3) ขั้นขยายมโนทัศน์ (expansion phase) และ (4) ขั้นประเมินผล (evaluation phase) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4E
(แหล่งที่มา : Martin and others. 1994)

ต่อมาในปี ค.ศ.1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน หรือเรียกย่อว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย 5

ขั้นนี้ได้แก่ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (engagement phase)(2) ขั้นสำรวจ (exploration phase) (3) ขั้นอธิบาย (explanation phase) (4) ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (elaboration phase) และ (5) ขั้นประเมินผล (evaluation phase) ซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแสดงในตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 รูปแบบการสอนของโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรสาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (BSCS)
: บทบาทครู

ขั้นตอนของ รูปแบบการสอน	บทบาทครู	
	สิ่งที่ควรกระทำ	สิ่งที่ไม่ควรกระทำ
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)	<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างความสนใจ ● กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ● ตั้งคำถาม 	<ul style="list-style-type: none"> ● อธิบายมโนทัศน์ ● ให้นิยามหรือคำตอบ ● พุดสรุป
2. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)	<ul style="list-style-type: none"> ● ทบทวนมโนทัศน์หรือเรื่องที่นักเรียนมีความรู้และความคิดมาก่อน ● กระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดยครูไม่สอนโดยตรง ● ฟังและสังเกตปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน ● ถามคำถามเท่าที่จำเป็นเพื่อให้ นักเรียนได้สืบเสาะอย่างมีทิศทางหรือเข้าร่องเข้ารอย ● ให้เวลาแก่นักเรียนในการเข้าถึงปัญหา ● ปฏิบัติตนเป็นเสมือนที่ปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> ● พุดตัดบท ● บรรยาย ● บอกคำตอบ ● บอกหรืออธิบายวิธีดำเนินการแก้ปัญหา ● บอกนักเรียนว่าปฏิบัติผิด ● ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้แก้ปัญหา ● ชี้นำนักเรียนที่ละชั้นเพื่อแก้ปัญหา
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)	<ul style="list-style-type: none"> ● กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์และให้คำนิยามด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ● ถามหาหลักฐานเพื่อให้นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์ ● เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมเป็นฐานของการอธิบายมโนทัศน์ที่ค้นพบ ● ให้คำนิยามที่เป็นแบบแผน หรืออธิบายและแสดงแผนผังเพื่อให้ นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์นั้น ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> ● ละเลยหรือไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน ● แนะนำมโนทัศน์หรือทักษะที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน

ขั้นตอนของ รูปแบบการสอน	บทบาทครู	
	สิ่งที่ควรกระทำ	สิ่งที่ไม่ควรกระทำ
4. ขั้นขยายหรือ ประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Elaboration Phase)	<ul style="list-style-type: none"> ● คาดหวังให้นักเรียนใช้นิยามศัพท์ แผนผังและคำอธิบายในขั้นที่ 3 ● กระตุ้นให้นักเรียนใช้หรือขยาย มโนทัศน์และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ● ตั้งคำถามให้นักเรียนทบทวนความ เข้าใจของตน (เปรียบเทียบ สำรวจอีกครั้ง)เช่น นักเรียนรู้อะไร ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น 	<ul style="list-style-type: none"> ● ให้คำตอบเกี่ยวกับนิยาม ● บอกว่านักเรียนผิด ● บรรยาย ● ชี้นำนักเรียนทีละขั้นเพื่อแก้ปัญหา ● อธิบายวิธีดำเนินการแก้ปัญหา
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)	<ul style="list-style-type: none"> ● อนุญาตให้นักเรียนประเมินผล การเรียนรู้ของตนและกลุ่ม ● ตั้งคำถามปลายเปิด เช่น <ul style="list-style-type: none"> - ทำไมนักเรียนจึงคิดว่า ... - นักเรียนมีหลักฐานอะไรบ้าง - นักเรียนรู้เกี่ยวกับ...อะไรบ้าง - นักเรียนจะอธิบาย...ได้อย่างไร ● ค้นหาหลักฐานที่นักเรียนเปลี่ยน ความคิดและพฤติกรรม ● สังเกตว่านักเรียนเกิดการประยุกต์ ใช้มโนทัศน์และทักษะใหม่หรือไม่ ● ประเมินความรู้และทักษะของ นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> ● ทดสอบคำศัพท์และข้อเท็จจริง ● ชี้นำความคิดหรือมโนทัศน์ใหม่ ● สร้างความสับสนหรือวาทน ● ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่สัมพันธ์ กับมโนทัศน์หรือทักษะนั้นๆ

(แหล่งที่มา : Lawson. 1995)

จากวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 3 แบบสามารถเปรียบเทียบกันได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 3 แบบ

แบบที่ 1	แบบที่ 2 (4 E)	แบบที่ 3 (5 E)
1. ชั้นสำรวจ	1. ชั้นสำรวจ	1. ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ชั้นสำรวจ
2. ชั้นแนะนำมโนทัศน์ ชั้นแนะนำคำสำคัญ ชั้นสร้างมโนทัศน์ ชั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์	2. ชั้นอธิบาย	3. ชั้นอธิบาย
3. ชั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์	3. ชั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ชั้นขยายมโนทัศน์	4. ชั้นขยายหรือประยุกต์ใช้ มโนทัศน์
	4. ชั้นประเมินผล	5. ชั้นประเมินผล

ผลการวิจัยและประโยชน์ของวัฏจักรการเรียนรู้

ในต่างประเทศได้ทำวิจัยเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้นและยังสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ได้เป็นอย่างดี (Carin, 1993) สำหรับประเทศไทย สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540) ได้นำวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E มาปรับใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยร่วมกับนิสิตปริญญาโทวิชาเอกการประถมศึกษาชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จัดทำแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เพื่อฝึกอบรมครูผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครจำนวน 48 โรงเรียนในโครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์

ที่มีลักษณะบูรณาการทางการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้ฟัง ดู วาด อ่าน ทำ/ผลิตชิ้นงาน และพูด ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน 5 ชั้น ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2540)

1) ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement phase) : เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นหรือเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียนและความอยากรู้อยากเห็น โดยการสนทนาตั้งคำถามและ/หรือใช้เทคนิควิธีและสื่อประกอบ เช่น รูปภาพ นิทาน เพลง บทกลอน หรือบททวนมโนทัศน์และประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนมโนทัศน์ใหม่

2) ชั้นสำรวจ (Exploration phase) : เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติ กิจกรรมซึ่งมีลักษณะผสมผสานระหว่างการฟัง การอ่าน การพูด

การดูแล และการกระทำร่วมกันเพื่อให้นักเรียนค้นพบ ข้อความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการ ทำงานเป็นทีม ฝึกทักษะทางสังคม และฝึกกิจนิสัยใน การทำงานด้วยความกระตือรือร้นรอบคอบ รับผิดชอบ ซื่อสัตย์ รักษาเวลา และใช้เหตุผล ครูทำหน้าที่เป็นผู้ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้คือเป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมและชี้แนะแนวทางให้แก่นักเรียน

3) **ขั้นอธิบาย (Explanation phase) :** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ด้วย ตนเองโดยครูตั้งคำถามชักจูง เพื่อให้นักเรียนอ้างอิง สิ่งที่เป็นพยานหลักฐานความคิดและความเชื่อเกี่ยวกับ มโนทัศน์นั้นๆ หรือกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นฐานของการอธิบายมโน ทัศน์ใหม่ นอกจากนี้ครูสามารถช่วยอธิบายขยาย ความเข้าใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

4) **ขั้นขยายมโนทัศน์ (Elaboration phase) :** เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบว่า นักเรียนสามารถประยุกต์ ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ได้หรือไม่ โดยการตั้ง คำถามใหม่หรือให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมใหม่หรือ อาจให้นักเรียน แสดงความคิดของตนเพื่อยืนยัน ความคิดและความเชื่อของตนโดยการตั้งคำถาม เช่น *“อะไรที่นักเรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรม”* หรือ *“ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น”*

5) **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) :** เป็นขั้นที่ครูใช้เทคนิคการสังเกตหรือตั้งคำถาม ปลายเปิดหรือใช้แบบวัดหรือแบบฝึกเพื่อหาหลักฐาน การเรียนรู้ว่า นักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือให้นักเรียน ประเมินการเรียนรู้และทักษะการทำงานกลุ่มของตนเอง เป็นการตรวจสอบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้ง ศักยภาพทางวิชาการและนอกวิชาการหรือไม่ และ อย่างไร

จากการติดตามสอบถามครูผู้ใช้แผนการสอน ดังกล่าวพบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ นักเรียนสนใจและ มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ กิตติชัย สุทธาสีโนบล (2541) ได้ทำวิจัย เรื่อง “ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” โดยเขียนแผนการสอนที่ใช้ ขั้นตอนการสอน 5E เช่นเดียวกับแผนการสอนที่ใช้ ฝึกอบรมครูในโครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียน ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามวิธีวิจัยออกแบบมี ผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ พฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มที่พึงประสงค์สูงกว่า กลุ่มควบคุม และวัฒนา จิรชนสมบัติ (2542) ทำ วิจัยเรื่อง *“การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3”* โดยใช้แผนการสอนแบบ 5E ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80) และนักเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80) ยกเว้น ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และนักเรียนยังมีพฤติกรรมการปฏิบัติงานทางด้านวิชาการและทาง ด้านทักษะทางสังคมสูงกว่าร้อยละ 80 นอกจากนี้ ทิฐิพันธ์ เฟื่องฟูง (2542) ได้ออกแบบลำดับขั้นของ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 5E ในการทำ วิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน แบบรวมชั้นในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สสารและความร้อนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนสุเหร่าคลองสิบ สำนักงานเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัม ฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังจากได้รับการสอนจากผู้วิจัยไม่

แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนปกติ และนักเรียนยังมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแบบรวมชั้น และมีทักษะทางสังคมดีขึ้น

สรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้เหมาะที่จะใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น และเหมาะที่จะใช้กับการสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Tolman and Hardy, 1995) เพราะเน้นทักษะการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การคิดแก้ปัญหา การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะ และคำนิยามศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น วัฏจักรการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการสอน และพัฒนาหลักสูตร อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนถึงลำดับขั้นของการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์

บรรณานุกรม

- Abruscato, Joseph. **Teaching Children Science : A Discovery Approach.** Boston : Allyn and Bacon, 1996.
- Barman, Charles R. and Michael Kotar. "The Learning Cycle" **Science and Children.** 26(7) : 30-32. ; April 1989.
- Carin, Arthur A. **Teaching Science Through Discovery.** 7 th ed. New York : Merrill, 1993.
- Lawson, Anton E. **Science Teaching and Development of Thinking.** California : Wadsworth, 1995.
- Martin and others. **Teaching Science for All Children.** Boston : Allyn and Bacon, 1994.
- Tolman, Marvin N. and Garry R. Hardy. **Discovering Elementary Science.** Boston : Allyn and Bacon, 1995.
- กิตติชัย สุทธาสินี. ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541. อัดสำเนา.
- ทิวินันท์ เฟื่องฟูง. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ : การจัดการเรียนการสอนแบบรวมชั้นในกลุ่มสร้างเสริม ประสบการณ์ชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนสุเหร่า คลองสิบ สำนักงาน เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542. อัดสำเนา.
- วัฒนา จิรชนสมบัติ. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนา ศักยภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, 2542. อัดสำเนา.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์. กรุงเทพฯ : 5R printing, 2540.