

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้
คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

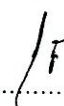
ศิวพร ศรีจรรย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ศิวพร ศรีจรัญ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

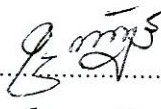
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ตันติวรานุรักษ์)

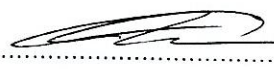

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

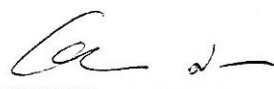

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ตันติวรานุรักษ์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)


.....กรรมการ
(ดร.ชัชวิน เพชรเลิศ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่ 15 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559

ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สควค.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัฒน์ ต้นติวรานุกฤษ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมซึ่งกรุณาแนะนำแนวทางในการศึกษาหาความรู้ ให้แนวคิด ให้คำปรึกษาให้ความช่วยเหลือตลอดเวลา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจมาโดยตลอด ระยะเวลาในการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สาลินี ขจรพิสิฐศักดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิน กิ่งทอง อาจารย์จารึก อาจารย์วรินทร์ อาจารย์จำเนียร ต้นไพบูลย์ และอาจารย์แสงจันทร์ พลอยสมบูรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนชลกันยานุกูล คณะครู และนักเรียนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประสพท เนิองเฉลิม และ ดร.ชัชวรินทร์ เพชรเลิศ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาวิจารณ์ผลงานและให้คำปรึกษาเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง นางสาวปรียาพร เทือกสุบรรณ และเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา ที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูทเวทิตาแด่ บพกาวิ บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

ศิวพร ศรีจรัญ

56920153: สาขาวิชา: ชีววิทยาศึกษา; วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา)

คำสำคัญ: การคิดอย่างมีเหตุผล/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา/

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น/ คำถามระดับสูง

ศิวพร ศรีจรรย์: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)

ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

ชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (THE EFFECT OF

INSTRUCTION USING THE INQUIRY CYCLE LEARNING (7E) WITH HIGHER ORDER

QUESTION ON RATIONAL THINKING AND ACHIEVEMENT IN BIOLOGY TOPIC

“DIGESTIVE SYSTEM” OF GRADE - 10 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์:

ชนวัฒน์ ตันติวรานุกฤษ, Ph.D., เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์, Ed.D. 176 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และเพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติการทดสอบที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 36.47 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 32.28 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง

56920153 : MAJOR: BIOLOGY EDUCATION; M.Sc. (BIOLOGY EDUCATION)

KEYWORDS : RATIONAL THINKING/ ACHIEVEMENT IN BIOLOGY/ THE INQUIRY
CYCLE LEARNING (7E)/ HIGHER ORDER QUESTION

SIWAPORN SRICHARUN: THE EFFECT OF INSTRUCTION USING THE
INQUIRY CYCLE LEARNING (7E) WITH HIGHER ORDER QUESTION ON RATIONAL
THINKING AND ACHIEVEMENT IN BIOLOGY TOPIC "DIGESTIVE SYSTEM" OF
GRADE - 10 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: CHANAWAT TUNTIWARANURUK,
Ph.D., CHADE SIRISAWAD, Ed.D. 176 P. 2016.

The purpose of this research was to compare and develop the rational thinking and learning achievement in biology in topic of "Digestive system" of grade - 10 students between before and after teaching through the inquiry cycle learning (7E) with higher order questions. The target group in this research was grade - 10 students class 4/1 at Chonkanyanukool school, Mueng district, Chon Buri province, in the first semester of the 2015 academic year. The research tools comprised of lesson plans based on the inquiry cycle learning (7E) with higher order questions, rational thinking test, and achievement test, which the data were analyzed by t-test.

The research findings were as following.

1. The rational thinking of grade - 10 students after class with the inquiry cycle learning (7E) with higher order questions are significantly higher than before teaching, at level of .05.

2. The rational thinking of grade - 10 students between before and after the inquiry cycle learning (7E) were taken in class with higher order questions. The development score was 36.47 percent which refers to a mid-level development.

3. Learning achievement in biology in topic of "Digestive system" of grade 10 students after class with the inquiry cycle learning (7E) with higher order questions is significantly higher than before teaching, at level of .05.

4. Learning achievement in biology in topic of “Digestive system” of grade - 10 students between before and after the inquiry cycle learning (7E) were taken in class with higher order questions. The development score was 32.28 percent which refers to a mid-level development.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิด.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล.....	11
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้.....	14
การคิดอย่างมีเหตุผล.....	19
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	29
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E).....	35
การใช้คำถาม.....	46
คะแนนพัฒนาการ.....	64
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	72

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	78
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	78
รูปแบบการวิจัย.....	79
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	79
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	80
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	97
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
4 ผลการวิจัย.....	104
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
5 สรุปและอภิปรายผล.....	113
สรุปผลการวิจัย.....	113
อภิปรายผลการวิจัย.....	114
ข้อเสนอแนะ.....	120
บรรณานุกรม	122
ภาคผนวก.....	128
ภาคผนวก ก.....	129
ภาคผนวก ข.....	131
ภาคผนวก ค.....	152
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	176

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบการย่อยอาหาร.....	13
2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ชั้น.....	42
2-3 บทบาทของครูและนักเรียนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในชั้นที่ 4 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป และ ชั้นที่ 5 ชั้นขยายความรู้.....	60
2-4 ผลการวัดคะแนนพัฒนาการด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน ที่พึงประสงค์ของผู้เรียน.....	71
3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Control Group Design.....	79
3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ระบบการย่อยอาหาร.....	82
3-3 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด.....	87
3-4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล.....	89
3-5 แสดงการกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	93
4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัยของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง.....	105
4-2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง.....	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง.....	106
4-4 คะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง.....	107
4-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลัง เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับใช้ คำถามระดับสูง.....	110
4-6 คะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง.....	111
ค-1 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง แผนที่ 1 เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์.....	153
ค-2 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง แผนที่ 2 เรื่อง การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว.....	155
ค-3 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง แผนที่ 3 เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง.....	157

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-4 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงแผนที่ 4 เรื่องการย่อยอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง.....	159
ค-5 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงแผนที่ 5 เรื่อง การย่อยอาหารของคน.....	161
ค-6 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงแผนที่ 6 เรื่อง สาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน.....	163
ค-7 การวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล(ก่อนเรียน) ระหว่างจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน.....	165
ค-8 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล (ก่อนเรียน).....	166
ค-9 การวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล(หลังเรียน) ระหว่างจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน	167
ค-10 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล (หลังเรียน).....	168
ค-11 การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และข้อสอบ.....	169
ค-12 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบการย่อยอาหาร.....	171

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-13	172
ค-13 คะแนนการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงก่อนเรียน และหลังเรียน (คะแนนเต็ม 18 คะแนน).....	
ค-14	173
ค-14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ที่ได้รับการจัด การเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ก่อนเรียน และหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	
ค-15	174
ค-15 คะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง.....	
ค-16	175
ค-16 คะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับ การใช้คำถามระดับสูง.....	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิด.....	7
2-1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E).....	39
2-2 ปัญหาของอิทธิพลเพดาน (Ceiling effect) ในการคำนวณคะแนนพัฒนาการ.....	70
2-3 ตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์หลักการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์.....	70
2-4 แผนภูมิแท่งแสดงพัฒนาการของ ก.	72
3-1 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ระบบย่อยอาหาร.....	81
4-1 แผนภูมิแสดงระดับพัฒนาการของการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้ คำถามระดับสูง.....	108

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและนับวันจะมีบทบาทมากยิ่งขึ้นในอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge based society) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ดังนั้น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นรากฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาสังคมและประเทศ ให้มีความสามารถในการแข่งขันกับอารยประเทศ (ประเวศ วะสี, 2544) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และสามารถทำให้ทุกคนดำรงชีวิตประจำวันในสังคมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอย่างมีความสุขและมีประสิทธิภาพ จึงเป็นบทบาทสำคัญของการให้การศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบเป็นการศึกษาต่อเนื่องตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้ทุกคนได้รับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เชื่อในการมีเหตุผล สอดคล้องกับ อานาจ เจริญศิลป์ (2537) กล่าวถึง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่มีแบบแผนเต็มไปด้วยเหตุและผลซึ่งเป็นแนวปฏิบัติที่ผู้คนในสังคมควรยึดเป็นหลักและนำไปใช้ได้ ในทุกกรณีจึงอาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเชื่อมโยงเหตุและผล เพราะฉะนั้น การคิดอย่างมีเหตุผลจึงถือเป็นความสามารถอย่างหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์

จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการทดลอง หรือการค้นคว้า นักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ หรือลงข้อสรุปได้ไม่ดีเท่าที่ควร นักเรียนจะนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาเขียนลงเป็นข้อสรุป ไม่สามารถสรุปให้เหลือเพียงหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีได้ และในขณะเดียวกันเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีแล้ว นักเรียนมักมีข้อสงสัยว่า หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมานั้นจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรต่อไป และต้องเรียนเรื่องที่ยากแบบนี้ไปเพื่ออะไร สามารถใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร นั้นแสดงให้นักเรียนยังขาดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งการขาดทักษะดังกล่าวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในบทเรียนเรื่อง ระบบย่อยอาหาร ที่พบว่าคะแนนการสอบ

วัตถุประสงค์ และคะแนนสอบปลายภาค ในเรื่องดังกล่าวมักมีคะแนนต่ำกว่าเรื่องอื่น ๆ
 ดังจะเห็นได้จากผลคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2557 นักเรียน
 มีคะแนนสอบ เรื่องระบบย่อยอาหาร คิดเป็นร้อยละได้เพียงร้อยละ 58.00 เท่านั้น ทั้งนี้ นักเรียน
 ไม่ให้สนใจในเรียนเนื้อหาดังกล่าวเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเรื่องนี้เคยเรียน
 มาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เนื้อหาจึงไม่มีส่วนที่สำคัญและเปลี่ยนแปลงมากนัก
 แต่ในความเป็นจริงการเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 มีรายละเอียดที่เพิ่มขึ้น และเนื้อหาในส่วนนี้ยังต้องนำไปใช้ต่อในการเรียน เรื่อง
 การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากต่อไป ดังนั้นนักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนา
 ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้บทเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผล
 จะสามารถทำให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล
 และนำเสนอผลในรูปต่าง ๆ ได้ และนอกจากนี้การคิดอย่างมีเหตุผลยังทำให้นักเรียนสามารถ
 นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม และเชื่อมโยงกับ
 เรื่องราวต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น การที่นักเรียนได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล
 จะทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจที่มาของหลักการ แนวคิด และทฤษฎีต่าง ๆ ได้อย่างถ่องแท้และส่งผลให้
 นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชานั้นได้ดียิ่งขึ้น และน่าจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
 สูงขึ้นด้วยเช่นกัน การพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลมีความสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอน
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ซึ่งกล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรพัฒนานักเรียน
 ทั้งด้านความรู้ กระบวนการและเจตคติ นักเรียนทุกคนควรได้รับการส่งเสริมให้สนใจและ
 กระตือรือร้นที่จะรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ
 รอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล
 วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล
 เช่นเดียวกับ หลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้
 วิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ให้เกิด
 ผลดังนี้ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้
 และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์
 และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการที่จะลง
 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุ
 หรือข้อสมมติฐานได้ (Good, 1973) โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล

เป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลทั้งที่เป็นอุปนัย และนิรนัย (Inductive and deductive thinking) (จำนง วิบูลย์ศรี, 2536) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1. การเกิดปัญหา อาจเกิดในลักษณะต่าง ๆ กันทำให้คนเราต้องจัดการกับปัญหานั้น ๆ 2. การพิจารณาปัญหา ศึกษาปัญหาให้ทราบชัด 3. การตั้งสมมุติฐาน คิดหาวิธีแก้หลาย ๆ อย่างในรูปสมมุติฐาน 4. พิจารณาและคัดเลือกสมมุติฐาน 5. การทดลองและพิสูจน์สมมุติฐาน ดำเนินการสู่เป้าหมาย 6. การประเมินและสรุปผลสรุปความคิดของเรา (จำนง วิบูลย์ศรี, 2536) จากขั้นตอนดังกล่าวครูจะต้องจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการการคิดอย่างมีเหตุผล

รูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจะทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ อธิบาย ค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผล และคิดแก้ปัญหา สามารถช่วยพัฒนาการคิดระดับสูงได้รูปแบบหนึ่งคือการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7-E Learning cycle model) เป็นการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาเพิ่มเติมมาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้ขยายรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ มาเป็น 7 ขั้น ดังนี้ 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นสร้างความสนใจ 3. ขั้นสำรวจค้นหา 4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5. ขั้นขยายความรู้ 6. ขั้นประเมินผล และ 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (ประสาธต เนืองเฉลิม, 2550) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น สอดคล้องกับจิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ 1. ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นต่อเมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้ นั้น ๆ โดยตรงมากกว่าครูบอกให้ผู้เรียนรู้ 2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยผู้เรียนอยากเรียนไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน และครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง 3. วิธีการนำเสนอของครูจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

การใช้คำถามเป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหา และสรุปแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง และไม่ว่าครูผู้สอนจะใช้วิธีสอนแบบใด การใช้คำถามก็ยังมีบทบาทสำคัญเสมอในกระบวนการเรียนการสอนนั้นๆ สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นต้อง ใช้คำถามเป็นสื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) คำถามมีความสำคัญมากในการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางความคิด คำถามจะทำให้ผู้เรียนมีแง่มุมความคิดที่แปลกใหม่

เกิดการอภิปรายอย่างกว้างขวางนำไปสู่ความเข้าใจ และเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553) ซึ่ง Jay McTilghe. (1991 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553) ได้กล่าวว่า ผู้สอนที่ใช้คำถามที่ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงช่วยยกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ การที่จะทำให้การเรียนรู้โดยมุ่งพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียนโดยการใช้คำถามนั้นจะต้องมีการระบุถึงประเภทและระดับของคำถามที่ใช้ในการเรียนการสอนอย่างชัดเจน (ศิริัญญา ทาคำถา, 2551) สุภัททา พิณทะแพทย์ (2548) กล่าวว่า คำถามระดับสูงคือคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้สมองจัดการกับข้อมูลที่ได้รับจากการเรียนรู้มาสร้างคำตอบให้เป็นเหตุผลที่แสดงตรรกะอย่างเด่นชัด ซึ่งมีนักการศึกษาจำแนกประเภทคำถามระดับสูงไว้ดังนี้ คำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom (1956) ประกอบด้วย คำถามการนำไปใช้ คำถามวิเคราะห์คำถามสังเคราะห์ และคำถามประเมินค่า สอดคล้องกับคำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Brown (1975) ซึ่งประกอบด้วย คำถามให้วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์ และคำถามให้ประเมินความรู้ จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามระดับสูงนั้นมีความสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผล เนื่องจากการใช้คำถามระดับสูงผู้ตอบจะต้องใช้ความคิดระดับนำความรู้ไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า เพื่อไปสู่การสรุปหาความสัมพันธ์ หรือเพื่อเสริมคำตอบให้เป็นเหตุเป็นผล (ศิริัญญา ทาคำถา, 2551)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

4. เพื่อศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

สมมติฐานการวิจัย

1. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เพิ่มขึ้นได้
2. นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้นโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
3. นักเรียนมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร สูงขึ้นโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
4. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบตามการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในรายวิชาอื่น ๆ
5. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 7 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 248 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 รวมนักเรียนทั้งหมด 20 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

3.2 ตัวแปรตาม คือ การคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

4.2 การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

4.3 การย่อยอาหารของสัตว์

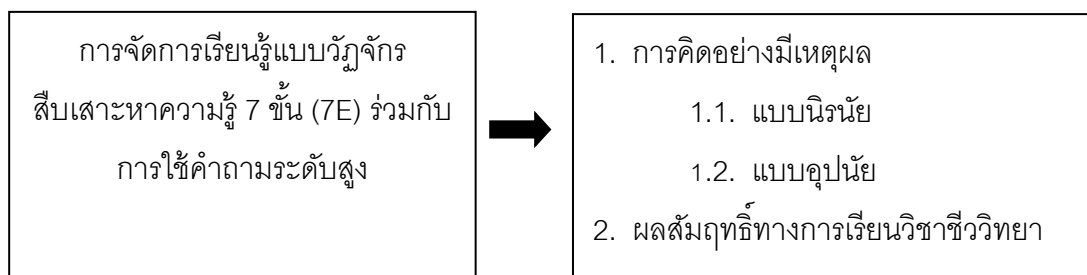
4.4 การย่อยอาหารของคน

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 16 คาบ คาบละ 50 นาทีโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูล

6. กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอกกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้
ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการคิดของสมองที่สามารถดึง
ข้อสรุป หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงกับปรากฏการณ์ หรือหาความสัมพันธ์ของเหตุผล
และผลที่เกิดขึ้นได้ จากการสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง เป็นความสามารถในการคิดอย่างมี
เหตุผลทั้งที่แบบนิรนัย และแบบอุปนัย

1.1 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย คือ การตัดสินใจและต้องลงข้อสรุป
โดยนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ หรือข้อสรุปที่ได้นำไปใช้ในสถานการณ์นั้น

1.2 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย คือ การนำข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์มา
ศึกษาวิเคราะห์จนสามารถถึงหลักการหรือแนวคิดมาสรุปเป็นหลักการได้

2. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง แบบทดสอบเพื่อใช้วัดการคิด
อย่างมีเหตุผลของนักเรียน เป็นข้อสอบแบบคูขนานแบบอัตโนมัติก่อนเรียนและหลังเรียน
ฉบับละ 6 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทความที่เกี่ยวข้อง
กับการดำเนินชีวิตประจำวันและบทความที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งครอบคลุม
การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย และแบบอุปนัย

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่เกิด
จากการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้
คำถามระดับสูง ซึ่งสามารถวัดได้โดยอาศัยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนรู้วิชา

ชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของบลูมในด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ดังนี้ ความรู้ความจำ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หมายถึงรูปแบบในการจัดการ การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลด้วยตนเอง มี 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิม เท่าไรจะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียน เนื้อหานั้น ๆ

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง คำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือ คำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีการศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมา อย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นขยายความรู้ (Expansion phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

6. คำถามระดับสูง หมายถึง เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดระดับสูงในการตอบ คำถาม คำตอบที่ถูกต้องมีหลายคำตอบ เป็นคำถามที่สามารถพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียนได้ โดยผู้วิจัยได้ใช้คำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom ประกอบด้วย

6.1 คำถามการนำไปใช้ คือคำถามที่ผู้สอนใช้เมื่อต้องการประเมินว่าผู้เรียนสามารถนำเอาสาระสำคัญที่ได้เรียนไปแล้วใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้หรือไม่

6.2 คำถามการวิเคราะห์ คือ คำถามที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบย่อย

6.3 คำถามการสังเคราะห์ คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนประมวลเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้วเป็นเรื่องใหม่

6.4 คำถามการประเมินค่า คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการตัดสินคุณค่าเนื้อหา โดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและอาศัยเกณฑ์ภายนอกให้เป็นเหตุผลในการตัดสิน

7. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง หมายถึงรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลด้วยตนเอง มี 7 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นสร้างความสนใจ 3. ขั้นสำรวจค้นหา 4. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป 5. ขั้นขยายความรู้ 6. ขั้นประเมินผล และ 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ โดยผู้วิจัย

ใช้คำถามระดับสูงในขั้นที่ 4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และ 5. ขั้นขยายความรู้ ซึ่งใช้คำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom ประกอบด้วย คำถามการนำไปใช้ คำถามการวิเคราะห์ คำถามการสังเคราะห์ และคำถามการประเมินค่า

8. คะแนนพัฒนาการ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบคะแนนตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป โดยผู้สอนดำเนินการตั้งแต่ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยคะแนนดังกล่าวเป็นความสามารถที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) มีสูตรในการคำนวณดังนี้ $DS (\%) = [(Y-X) / (F-X)] \times 100$

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. การคิดอย่างมีเหตุผล
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)
6. การใช้คำถาม
7. คะแนนพัฒนาการ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล

1.1 หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา 1 คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 1 รหัสวิชา 31241

ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตคืออะไร ชีววิทยา คือ อะไร ชีววิทยากับการดำรงชีวิต ชีวิตริยธรรม การศึกษาชีววิทยา ศึกษาเกี่ยวกับเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ก่อกองจุลทรรศน์ เซลล์และทฤษฎีของเซลล์ โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์ศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ศึกษาเกี่ยวกับการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

1.2 ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต กระบวนการทางชีววิทยา สาขาชีววิทยาและชีวจริยธรรม
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย โครงสร้างหน้าที่ของส่วนประกอบภายในเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีภายในเซลล์
4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปกระบวนการย่อยอาหารของจุลินทรีย์ เปรียบเทียบแบบแผนของทางเดินอาหารของสัตว์บางชนิด
5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในร่างกายของคน รวมถึงกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร
6. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปถึงกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
7. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปถึงกระบวนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
8. อภิปราย และเปรียบเทียบกระบวนการสลายสารอาหารในกระบวนการหมัก แอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลคติกและกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
9. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปความสำคัญของการสืบพันธุ์ การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด
10. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสรุปการสืบพันธุ์ของคน
11. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย การใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาภาวะมีบุตรยาก
12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวสัตว์บางชนิด และกระบวนการเจริญเติบโตของคน

13. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างความผิดปกติของการตั้งครรภ์ และสภาวะบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์

ตารางที่ 2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

ผลการเรียนรู้	ระบบย่อยอาหาร
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุป กระบวนการย่อยอาหารของจุลินทรีย์ เปรียบเทียบแบบแผนของทางเดินอาหารของสัตว์บางชนิด	1. การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ 2. การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว 3. การย่อยอาหารของสัตว์ 4. การย่อยอาหารของคน
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุป ถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหาร แต่ละส่วนในร่างกายของคน รวมถึง กระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึม สารอาหาร	

1.3 สารสำคัญ

การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยพลังงานจากการสลายสารอาหาร สารอาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปจะถูกย่อยให้มีโมเลกุลขนาดเล็กจนถึงขั้นที่เซลล์นำไปใช้ได้ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีโครงสร้างและกระบวนการในการย่อยอาหารแตกต่างกัน เช่น รมีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารภายนอกเซลล์ ส่วนอะมีบา พารามีเซียม มีการย่อยอาหารภายในเซลล์ ไฮดรา พลานาเรีย ไล่เดือนดิน แมลง รวมทั้ง สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น วัว ควาย จะมีระบบทางเดินอาหารที่สัมพันธ์กับการกินอาหารของสัตว์แต่ละประเภท การย่อยอาหารของคนเริ่มต้นตั้งแต่ปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สารอาหารที่ย่อยแล้วจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กและมีการลำเลียงไปยัง เซลล์จะนำไปใช้ในการสลายสารอาหารมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน (โรงเรียนชลกัยานุกูล, 2554)

จากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมวิชาชีววิทยา 1 พบว่าบทเรียนเรื่อง ระบบย่อยอาหาร น่าสนใจ ในการสืบค้น ค้นคว้าหาความรู้เพราะเป็นบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน และใกล้ตัวผู้เรียน ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาหลักสูตรดังกล่าว เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีเนื้อหาที่ ครอบคลุม สอดคล้องกับหลักสูตร และออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถ คิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลได้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยาต่อไป

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

Piaget (1972) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอน หรือกระบวนการอย่างไร ทฤษฎีของเพียเจตตั้งอยู่บนรากฐานของทั้งองค์ประกอบที่เป็นพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมี พัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่ง เด็กให้ข้ามจากพัฒนาการจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัด ประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม เพียเจตเน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและ พัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น เพียเจตสรุปว่าพัฒนาการของเด็ก สามารถอธิบายได้โดยลำดับระยะพัฒนาทางชีววิทยาที่คงที่แสดงให้เห็นปรากฏโดยปฏิสัมพันธ์ของเด็ก กับสิ่งแวดล้อม

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต มีสาระสรุปได้ดังนี้ (Lall and Lall, 1983, pp. 45 - 55 อ้างถึงใน นุชลี อุภักย์, 2555) พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัย ต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensorimotor stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิด จนถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การดู ในวัยนี้เด็กแสดงออกทางด้านร่างกายให้เห็นว่ามีสติปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าจะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาส ที่จะปะทะกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพัฒนาการด้านสติปัญญาและ ความคิดในขั้นนี้มีความคิดความเข้าใจของเด็กจะก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานงาน

ระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา เด็กในวัยนี้มักจะทำอะไรซ้ำบ่อย ๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เมื่อสิ้นสุดระยะนี้เด็กจะมีการแสดงออกของพฤติกรรมอย่างมีจุดมุ่งหมายและสามารถแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการแต่กิจกรรมการคิดของเด็กวัยนี้ส่วนใหญ่ยังคงอยู่เฉพาะสิ่งที่สามารถสัมผัสได้เท่านั้น

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 2 - 7 ปี แบ่งออกเป็นขั้นย่อยอีก 2 ขั้น คือ

- ขั้นก่อนเกิดสังกัป (Preconceptual thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2 - 4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเบื้องต้น สามารถจะโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ หรือมากกว่ามาเป็นเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ยังมีขอบเขตจำกัดอยู่ เพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือถือความคิดตนเองเป็นใหญ่ และมองไม่เห็นเหตุผลของผู้อื่น ความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้ จึงไม่ค่อยถูกต้องตามความเป็นจริงนักนอกจากนี้ความเข้าใจต่อสิ่งต่าง ๆ ยังคงอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่าเด็กหญิง 2 คนชื่อเหมือนกัน จะมีทุกอย่างเหมือนกันหมด แสดงว่าความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ยังไม่พัฒนาเต็มที่ แต่พัฒนาการทางภาษาของเด็กเจริญรวดเร็วมาก

- ขั้นการคิดแบบญาณหยั่งรู้ นึกออกเองโดยไม่ใช้เหตุผล (Intuitive thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็ก อายุ 4 - 7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รวมตัวดีขึ้น รู้จักแยกประเภทและแยกชิ้นส่วนของวัตถุ เข้าใจความหมายของจำนวนเลข เริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์แต่ไม่แจ่มชัดนัก สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้โดยไม่คิดเตรียมล่วงหน้าไว้ก่อน รู้จักนำความรู้ในสิ่งหนึ่งไปอธิบายหรือแก้ปัญหาอื่นและสามารถนำเหตุผลทั่ว ๆ ไปมาสรุปแก้ปัญหา โดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อนการคิดหาเหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนรับรู้หรือสัมผัสจากภายนอก

3. ขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete operation stage) ขั้นนี้จะเริ่มจากอายุ 7 - 11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากนั้นความสามารถในการจำของเด็ก

ในช่วงนี้มีประสิทธิภาพขึ้นสามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี

4. ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal operational stage) นี้จะเริ่มจากอายุ 12 ปี วัยผู้ใหญ่ ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสุดยอด คือ เด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กจะสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะตั้งสมมุติฐานและทฤษฎี และเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วยการรับรู้ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจจะเป็นไปได้ เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมพัฒนาการทางการรู้คิดของเด็กในช่วงอายุ 6 ปี แรกของชีวิตซึ่ง Piaget ได้ศึกษาไว้เป็นประสบการณ์ สำคัญที่เด็กควรได้รับการส่งเสริม มี 6 ขั้น ได้แก่

4.1 ขั้นความรู้แตกต่าง (Absolute differences) เด็กเริ่มรับรู้ในความแตกต่างของสิ่งที่มองเห็น

4.2 ขั้นรู้สิ่งตรงกันข้าม (Opposition) ขั้นนี้เด็กรู้ว่าของต่าง ๆ มีลักษณะตรงกันข้ามเป็น 2 ด้าน เช่น มี-ไม่มี หรือ เล็ก-ใหญ่

4.3 ขั้นรู้หลายระดับ (Discrete degree) เด็กเริ่มรู้จักคิดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่อยู่ตรงกลางระหว่างปลายสุดสองปลาย เช่น ปานกลาง น้อย

4.4 ขั้นความเปลี่ยนแปลงต่อเนื่อง (Variation) เด็กสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ เช่น บอกถึงความเจริญเติบโตของต้นไม้

4.5 ขั้นรู้ผลของการกระทำ (Function) ในขั้นนี้เด็กจะเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลง

4.6 ขั้นการทดแทนอย่างลงตัว (Exact compensation) เด็กจะรู้ว่าการกระทำให้ของสิ่งหนึ่งเปลี่ยนแปลงย่อมมีผลต่ออีกสิ่งหนึ่งอย่างหักเหยกัน

กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะ ดังนี้

1. การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

2. การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3. การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจาก
 ขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุล
 ขึ้นหากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็เกิดภาวะ
 ความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นในตัวบุคคล

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ข้างต้น จะเห็นได้ว่ามนุษย์
 มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามช่วงอายุ และเริ่มมีพัฒนาการการคิดตั้งแต่ช่วงอายุ 2 ขวบ
 เป็นต้นไป ดังนั้นผู้เรียนจึงควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการการคิดอย่างสูงสุด
 และจากการศึกษาทฤษฎีนี้ ผู้วิจัยได้เข้าใจถึงกระบวนการสร้างความรู้ของผู้เรียนซึ่งทฤษฎี
 พัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กล่าวไว้ว่า ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
 โดยกระบวนการสร้างความรู้ที่ผู้เรียนได้สัมผัสหรือดูซึมประสบการณ์ใหม่
 และปรับโครงสร้างทางสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่โดยเฉพาะนักเรียนที่ศึกษาอยู่
 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีช่วงอายุของการคิดด้วยนามธรรมกล่าวคือ สามารถ
 ที่จะคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะตั้งสมมติฐานได้ทำให้นักวิจัยนี้จึงเน้นการจัด
 ประสบการณ์ หรือกิจกรรมที่ฝึกและพัฒนาความคิด โดยจะจัดให้สอดคล้องกับระดับ
 การพัฒนาการคิด เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism

วีณา ประชากุล และ ประสาท เนืองเฉลิม (2554) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้
 Constructivism ไว้ว่า เป็นความเชื่อพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่เป็นทฤษฎี
 ทางด้านปรัชญาและจิตวิทยาเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ที่เชื่อว่าความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้
 เพียงอย่างเดียวแต่เป็นการสร้างความเข้าใจในความรู้จากประสบการณ์โดยกระบวนการเรียนรู้
 ที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองของแต่ละบุคคลการเรียนรู้เป็นทั้ง Personal และ Social process
 ที่บุคคลต้องเรียนรู้เพื่อปรับความรู้ความเข้าใจโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เชื่อมโยงกับ
 ความรู้ใหม่อย่างมีความหมายทำให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive
 structure) ที่ใช้ทั้งกระบวนการดูดกลืน (Assimilation) และกระบวนการปรับให้เหมาะสม
 (Accommodation) ช่วยทำให้เกิดสภาวะสมดุล

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเชื่อว่าการได้มาซึ่งความรู้ของแต่ละคน ถ่ายทอดกันไม่ได้แต่ใช้กระบวนการทางสังคมทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันได้ทำให้ความรู้ จากความรู้ส่วนบุคคล (Personal knowledge) ไปสู่ความรู้สาธารณะ (Public knowledge) และพัฒนาไปเป็นความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ (Expertise knowledge) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในแวดวง ของความรู้ในเฉพาะสาขาแต่ความรู้เป็นสิ่งไม่ตายตัวเปลี่ยนแปลงได้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) อาจสรุปได้ว่า Constructivism เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ด้วยตนเองโดยกระบวนการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นนั้น มาจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับ ประสบการณ์ใหม่ ดังนั้น ผู้วิจัยคิดว่าความมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ภายใต้การจัด ประสบการณ์หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยให้มีกระบวนการโครงสร้างทางปัญญาทำงานร่วมกับ กระบวนการทางสังคม เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner

Bruner เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลข่าวสารจาก การที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสำรวจสิ่งแวดล้อม Bruner เชื่อว่า การรับรู้ของมนุษย์เป็น สิ่งที่เลือกหรือรับรู้ขึ้นกับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบ เนื่องจากผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดพฤติกรรมสำรวจสิ่งแวดล้อม และเกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบขึ้น แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบ คือ

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตนเองการ เปลี่ยนแปลงที่เป็นผลของการปฏิสัมพันธ์ นอกจากจะเกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนแล้ว ยังจะเป็นผล ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมด้วย
2. ผู้เรียนแต่ละคนมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน การเรียนรู้ จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับประสบการณ์และมีความหมายใหม่
3. พัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาจะเห็นได้ชัดเจนโดยที่ผู้เรียนสามารถจับสิ่งเร้า ที่ให้เลือกได้หลายอย่างพร้อม ๆ กัน (สุรางค์ ใควตระกูล, 2552)

จากการศึกษาเอกสารทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยเข้าใจพฤติกรรมของผู้เรียนที่อยู่ในวัยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งใช้ความรู้ดังกล่าวเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมที่เหมาะสมต่อการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน และแนวทางของทฤษฎีการเรียนรู้ดังกล่าว ครูจะเป็นผู้จัดประสบการณ์ สถานการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทั้งนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอีกด้วย

3. การคิดอย่างมีเหตุผล

3.1 ความหมายของการคิด

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

Dewey (1933, อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556) สรุปไว้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นภายในตน ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของสมองมนุษย์ เป็นความสามารถเฉพาะบุคคล การคิดเริ่มต้นเมื่อมีการกระตุ้นประสาทการรับรู้จากสิ่งแวดล้อม และสมองมีการเลือกรับรู้การกระตุ้นนั้น สมองของมนุษย์สามารถคิดได้ตั้งแต่นั้นต่ำ คือ การคิดสิ่งที่ยังไม่ซับซ้อน จนถึงการคิดขั้นสูงซึ่งเป็นการคิดที่ซับซ้อน ทั้งนี้ความสามารถในการคิดจะมีการพัฒนาเป็นลำดับจากง่ายไปยาก

Piaget (1964, อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556) กล่าวว่า ความคิดคือ ความสามารถในการวางแผนและปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพราะฉะนั้นความคิดจะเกิดจากการที่บุคคลได้รับประสบการณ์จากการปะทะสังสรรค์กับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาความคิด ได้แก่ กระบวนการดูดซับ (Assimilate) โดยค่อย ๆ ซึมซับความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ และกระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) โดยพยายามปรับความรู้ความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ตลอดเวลา

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2544) กล่าวว่า การคิดเป็นการจัดการข้อมูลที่สมองได้รับให้อยู่ในรูปแบบเหมาะสม โดยการแปรข้อมูลข่าวสารที่ได้รับสู่รูปแบบใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมซึ่งในขณะใช้ความคิด สมองจะนำเอาข้อมูล ความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มาคิดร่วมกันโดยใช้เหตุผล ผสมผสานกับอารมณ์และความต้องการ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่ได้วางไว้ในสิ่งที่ปรารถนาจะได้รับ เช่น ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการตอบคำถามหรือการแก้ปัญหา หรือช่วยนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้

สุวิทย์ มูลคำ (2547) การคิด หมายถึง การค้นหาความหมาย ผู้ที่คิดคือผู้ที่กำลังค้นหา ความหมายของอะไรบางอย่าง นั่นคือกำลังใช้สติปัญญาของตนทำความเข้าใจกับการนำความรู้ใหม่ที่ได้เข้ารวมกับความรู้เดิม หรือประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อหาคำตอบว่า คืออะไรหรือกล่าวอีกแบบหนึ่งว่าเป็นการเอาข้อมูลเก่าที่ระลึกได้ เพื่อสร้างเป็นความคิดอ่านเหตุผลหรือข้อตัดสินใจ

ลักขณา สิริวัฒน์ (2549) กล่าวว่า การคิด คือ พฤติกรรมภายในสมองที่อยู่ ในลักษณะหรือรูปแบบของการปฏิบัติการทางสมองที่เป็นกระบวนการแห่งการคิด โดยเริ่มจากสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความรู้สึกอึดอัด วิตกกังวล อารมณ์ตึงเครียด ไม่สบายใจจึงต้องมีการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้คลายความรู้สึกไม่สบาย หรือเพื่อแก้ไขปัญหานั้น ๆ สำเร็จลุล่วงไปและเกิดความสุขสบายใจได้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) กล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทำงานของสมอง ที่เป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์แต่ละคน อันเป็นผลมาจากประสบการณ์เดิมสิ่งเร้า และสภาพแวดล้อมที่เข้ามากระทบส่งผลให้เกิดความคิดในการสามารถแก้ไขปัญหา หรือปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้นได้ การคิดเป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรมเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องและเป็นขั้นตอน การคิดมีหลายลักษณะซึ่งมีจะหมายและกระบวนการในการคิดที่แตกต่างกัน ซึ่งคนทุกคนสามารถฝึกฝนเรียนรู้และพัฒนาได้ ดังนั้นมนุษย์สามารถเรียนรู้ในการพัฒนาการคิดได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ทักษะและกระบวนการคิดจึงมีหลากหลาย สามารถแยกเป็นทักษะย่อย ๆ ได้อีกเป็นจำนวนมาก

จากการศึกษาความหมายของการคิด สรุปได้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่ต้องมีสิ่งมากระตุ้นในรูปของปัญหา ทำให้สมองต้องมีการจัดข้อมูลที่ได้รับมาพร้อมกับประสบการณ์โดยใช้เหตุผล ในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมาย โดยการคิดของสมองสามารถคิดได้ตั้งแต่ขั้นต่ำที่ง่ายไม่ซับซ้อน จึงถึงการคิดขั้นสูงยุ่งยาก ซับซ้อน จนทำให้เกิดความสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องจัดการเรียนรู้ให้สามารถพัฒนาความคิดให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

3.2 การคิดอย่างมีเหตุผล

3.2.1 การคิดอย่างมีเหตุผล

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ ดังนี้
 Good (1973) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติฐานได้

Karplus (1977) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมไว้ ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete reasoning patterns : C)

C1 (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้นและมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัข

C2 (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์โดยปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่ม หรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวง ปริมาตรของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกตวง

C3 (Serial ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากการสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ระหว่างสิ่งของสองกลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กมีจังหวะการเดินของหัวใจเร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ซึ่งการเดินของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal reasoning pattern : F)

F1 (Theoretical reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักตรรกศาสตร์ช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผลไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า

F2 (Combination reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะของความคิดจากปัญหาต่าง ๆ

F3 (Functionally and proportional reasoning) อธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์

F4 (Control of variables reasoning) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบทดลองโดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น

F5 (Probability and correlation reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่ตีความเฉพาะตัวแรกที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

จำนง วิบูลย์ศรี (2536) อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Thinking) ว่าเป็นการคิดโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล เป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลทั้งที่เป็นอุปนัย และนิรนัย (Inductive and deductive thinking)

การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย เป็นการคิดโดยอาศัยสิ่งเร้าหลาย ๆ ประการมาเป็นข้อมูลที่จะสรุปเป็นกฎหรือหลักการ เช่น ให้นำตัวเลขต่อไปเป็นเลขชุด 2 4 8 10 ...

การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย เป็นการคิดโดยมีหลักเกณฑ์ หรือสิ่งที่กำหนดไว้แล้วมาเป็นข้อสรุป

การคิดโดยการใช้เหตุผล การคิดชนิดนี้หมายถึง การคิดเมื่อเกิดปัญหาขึ้นเท่านั้น มนุษย์ใช้ประสบการณ์ ความรู้ สัญลักษณ์ ภาษาอื่น ๆ เข้าประกอบกันเพื่อขบปัญหา การคิดนี้ใกล้ความเป็นจริง เช่น ถ้าเราขาดเงินแล้วคิดขุดสมบัติได้ หรือได้รับมรดกจากเศรษฐี ซึ่งเราไม่เคยรู้จัก เรียกว่าไกลความจริงแต่ถ้าคิดทำงานพิเศษเพื่อหารายได้ได้มากขึ้น หรือมีที่ดินมากขึ้นก็ขายเสียบ้างเรียกว่าใกล้ความเป็นจริง หรือคือการคิดโดยใช้เหตุผล

ขั้นตอนของกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล

1. การเกิดปัญหา อาจเกิดในลักษณะต่าง ๆ กันทำให้คนเราต้องจัดการกับปัญหานั้น ๆ

2. การพิจารณาปัญหา ศึกษาปัญหาให้ทราบชัด

3. การตั้งสมมุติฐาน คิดหาวิธีแก้หลาย ๆ อย่างในรูปสมมุติฐาน

4. พิจารณาและคัดเลือกสมมุติฐาน

5. การทดลองและพิสูจน์สมมุติฐาน ดำเนินการสู่เป้าหมาย

6. การประเมินและสรุปผล สรุปความคิดของเรา

ลักษณะของการคิดอย่างมีเหตุผล

1. จุดมุ่งหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อให้ได้ความคิดที่สามารถอธิบาย

ได้ด้วยหลักการของเหตุผล

2. วิธีคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอนการคิดดังนี้

- 2.1 จำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นออกจากกัน
- 2.2 พิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผล

ประกอบ คือ

- 2.2.1 แบบอุปนัย คือ คิดจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ ไปสู่หลักการทั่วไป
- 2.2.2 แบบนิรนัย คือ การคิดจากหลักการทั่วไป ไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย ๆ

3. เกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

- 3.1 สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
- 3.2 สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัย หรืออุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง
- 3.3 สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การคิดวิเคราะห์ วิจัยเป็นกระบวนการทางสมอง เป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ ในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสถานการณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใด

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวถึงการคิดอย่างมีเหตุผลพอสรุปได้ว่า คือ การยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุผลและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้อง สมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอ เสมอก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

สมันท์ ธาตุทอง (2554) กล่าวว่า คิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการจำแนกข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น อย่างเป็นระบบ และเชื่อมโยงกันระหว่างสาเหตุ และผลที่เกิดขึ้น

จันเพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้อธิบายไว้ว่า การคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อาจได้เป็น 3 แบบ ตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษา ดังนี้

1. การใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิด เชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป สู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง หรือความรู้เฉพาะหน่วย โดยใช้หลักการ

ทางตรรกะ นั่นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วยคำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือความรู้ใหม่

2. การใช้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงหาข้อสรุป ที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นคือ การสรุป อ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วย เพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3. การใช้เหตุผลแบบอุปนัย นิรนัย (Inductive deductive reasoning) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุป ที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นคือ การคิดหรือใช้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูล เพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้อาจสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือ ถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไป ไปสู่เรื่องเฉพาะ ตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐาน คือ ข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

จากการศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ เป็นกระบวนการคิดของสมองที่สามารถลงข้อสรุปหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงกับปรากฏการณ์ หรือหาความสัมพันธ์ของเหตุผลและผลที่เกิดขึ้นได้ จากการสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทั้งที่แบบนิรนัย และแบบอุปนัย

3.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผล

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542)

กล่าวว่าการคิดวิจารณ์ญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา คือ การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเป็นทักษะสำคัญของการแก้ปัญหาและแก้ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้ การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ การคิดอย่างมีเหตุผลจึงมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และเป็นทักษะสำคัญของการแก้ปัญหาด้วยเช่นกัน ซึ่งมีองค์ประกอบ 8 ประการ คือ

1. จุดหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือ คิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคิดเพื่อหาความรู้
2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้ ผู้คิดสามารถระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไขหรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้
3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล ข้อความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด

4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มา ต้องเชื่อถือได้มีความชัดเจนถูกต้อง และมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผลและแนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบและต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้อง

6. ข้อเสนอพื้นฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสมมติฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจได้ เพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล

7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ ต้องมีความสามารถคิดไกล คือ มองถึงผลที่ตามมา รวมถึงการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

8. การสรุปอ้างอิง

รุจิริ ภูสาระ (2546) องค์ประกอบของการคิดประกอบด้วยการให้เหตุผล แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือการให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) และการให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning)

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning)

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย เป็นการให้การสังเกตขั้นพื้นฐานเพื่อค้นหารูปแบบ หรือสร้างข้อคาดเดา แล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไป อย่างไรก็ตามการให้เหตุผลเชิงอุปนัย อาจนำไปสู่การค้นพบแนวคิดใหม่ ๆ จากการสร้างเป็นข้อคาดเดา หรือการทำนาย แต่จุดอ่อน คือ ข้อสรุปที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเป็นหลักฐาน ถ้าการรวบรวมข้อมูลไม่ได้ทำทุกกรณีที่เป็นไปได้กรณีทีละเว้นไม่ได้ นำข้อมูลมาพิจารณาอาจเป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าข้อสรุปนี้ผิด

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning)

การให้เหตุผลเชิงนิรนัย เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้ว หรือที่เรียกว่าเหตุลักษณะการให้เหตุผลในชั้นเรียนระดับประถมศึกษา ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลอย่างหลากหลายในการพัฒนาศักยภาพด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การจำแนก
2. การเปรียบเทียบ
3. การเชื่อมโยง

4. การวิเคราะห์
5. การสร้างค่าข้อคาดเดา การทำนาย การตั้งสมมติฐาน
6. การประเมิน
7. การสร้างกรณีทั่วไป
8. การอนุมาน
9. การอ้างเหตุผลสนับสนุนหรือการพิสูจน์

10. การแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

หลักการในการพัฒนาการให้เหตุผลมีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
3. ระดับการให้เหตุผล ควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน
4. การให้เหตุผล ควรจัดให้ได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้เป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ แบบนิรนัยและแบบอุปนัย ซึ่งเริ่มจากการคิดถึงจุดหมาย ปัญหาที่ต้องการแก้ไข แล้วใช้ทักษะต่าง ๆ มาแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลให้เพียงพอโดยต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มานั้นมีความถูกต้องเชื่อถือได้ ก่อนนำข้อมูลมาใช้ในการคิด และตัดสินใจ

3.4 แนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช (2532) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดและการคิดเชิงเหตุผลว่ามีหลากหลายวิธี เช่น การฝึกการรับรู้ทางประสาทสัมผัส การใช้คำถาม การสังเกต การเปรียบเทียบและใช้ความคิด เป็นต้น หลักสำคัญในการจัดกิจกรรมนั้นจะต้องคำนึงถึงสื่อและสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับพัฒนาการและความสนใจของเด็ก ซึ่งกิจกรรมอาจจัดในรูปแบบของกิจกรรมกลุ่มใหญ่และกลุ่มเล็ก ถ้าเป็นกลุ่มใหญ่ครูและเด็กจะสนทนาซักถามกัน หรือถ้าเป็นกลุ่มเล็กอาจใช้กิจกรรมในรูปแบบของการเล่นเกม เป็นต้น ดังนั้น พ่อ แม่ ครู และผู้เกี่ยวข้องจึงมีบทบาทในการส่งเสริมการคิด และการคิดเชิงเหตุผล

สรุปได้ว่า แนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีได้หลากหลายวิธี แต่สิ่งที่สำคัญที่จะสามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลได้นั้นต้องพิจารณาว่าวิธีที่

เลือกนั้นเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและช่วงวัยของผู้เรียนหรือไม่ เพราะฉะนั้นผู้วิจัยต้องศึกษาว่าผู้เรียนอยู่ในช่วงวัยใด และลักษณะธรรมชาติของผู้เรียน จำนวนนักเรียน สภาพห้องเรียนโรงเรียนเป็นเช่นไร เพื่อที่ผู้วิจัยจะเลือกใช้รูปแบบการสอนและกิจกรรมที่เหมาะสม

3.5 การวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541) กล่าวถึง การวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลไว้สรุปได้ว่า ในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลจำแนกตามความสามารถทางด้านต่าง ๆ ได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. การจำแนกประเภท เป็นความสามารถด้านแยกแยะหรือวิเคราะห์คุณลักษณะสิ่งต่าง ๆ การสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านจำแนกประเภท นิยมสร้างทั้งด้านภาษาเป็นสื่อและรูปภาพเป็นสื่อ เช่น แบบกำหนดตัวเร้าให้เป็นชุดให้หาที่ต่างพวก แบบให้หาตัวเหมือนตัวเร้าที่กำหนดภาพเหมือนไม่เข้าพวก ภาพเหมือนเข้าพวก เป็นต้น

2. การอุปมาอุปไมย เป็นความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้ที่จะมีความสามารถด้านอุปมาอุปไมยจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการมองความหมายเหมือนหรือต่างของคำต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว และยังสามารถจัดกลุ่มพวกของคำหรือมโนภาพนั้น ๆ ได้อย่างดีด้วยจึงจะสามารถนำเอามาเปรียบเทียบกับอุปมาอุปไมยได้แก่ การอุปมาอุปไมยมีทั้งแบบภาษาและแบบภาพตามสภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ความหมายเหมือนกัน ความหมายตรงข้ามเป็นเหตุเป็นผลกัน เป้าหมายหรือหน้าที่ของคู่สัมพันธ์กัน เป็นต้น

3. แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ ข้อสอบลักษณะนี้เป็นอนุกรมที่เป็นแบบภาพซึ่งคล้าย ๆ กับอนุกรมคณิตศาสตร์แบบสัมพันธ์กัน อนุกรมแบบภาพธรรมดาจะเป็นไปในทิศเดียวแต่ก็ถือว่าการวัดเหตุผลเหมือนกัน อนุกรมภาพอีกแบบหนึ่งเป็นประเภทหาความสัมพันธ์ของอนุกรมภาพทั้งแนวตั้งและแนวนอน เมื่อสามารถจับแนวโน้มได้แล้วการหาคำตอบจะง่ายขึ้นเนื่องจากต้องคิดหลายมิติแบบนี้จึง เรียกว่า อนุกรมมิติ

4. ความสามารถในการสรุปความ การออกข้อสอบแบบนี้เป็นข้อสอบมุ่งวัดเหตุผลเป็นประการสำคัญและเป็นแบบข้อสอบเหตุผลชนิดหนึ่งที่อาศัยข้ออ้างยาก ถึงแม้ว่าข้อสอบแบบนี้จะใช้ภาษาเป็นส่วนใหญ่แต่เป็นการใช้ภาษาเพื่อไล่เลียงหาเหตุผล เรียกตามแบบทดสอบว่า Verbal reasoning โครงสร้างของตัวคำถามเป็นแบบคณิตศาสตร์แนวหนึ่งที่เรียกว่า ตรรกวิทยานั้นคือการเขียนข้อสอบแบบนี้จะประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อยเมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

5. ตัวร่วมหรือตัวต่าง ข้อสอบขอประเภทนี้จะยกสิ่งต่าง ๆ มาให้พิจารณา

ส่วนใหญ่เป็นคำหรือจะใช้ภาพแทนก็ได้ เมื่อยกมาแล้วให้ผู้สอบพิจารณาดูตัวร่วมของมันว่าน่าจะเป็นอย่างไร ก่อนจะสามารถหาตัวร่วมหรือมโนภาพนี้จำเป็นจะต้องวิเคราะห์ทุก ๆ คำให้ดีอาจจะใช้จินตนาการโยงความสัมพันธ์แต่ละสิ่งอย่างดีแล้วนำมาผสมกลมกลืนเป็นสิ่งใหม่ที่สามารถเอ่ยขึ้นแล้วรับรู้และเข้าใจได้ตรงกัน วิธีการเขียนจึงแยกออกได้ 2 วิธี คือ อาจหาตัวร่วมโดยตรงกับหาตัวที่ทำให้สิ่งนี้นั้นแตกต่างกัน

6. ความสามารถด้านวิเคราะห์ ความจริงการวิเคราะห์ก็คือเหตุผลนั่นเอง แต่การออกข้อสอบที่ให้ข้อเฉพาะลงไปอย่างนี้มีจุดประสงค์จะเป็นข้อสอบให้ผู้ตอบคิดหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับตัวแปร จากสถานการณ์ที่สมมติขึ้นมา การสร้างสถานการณ์จึงต้องเขียนให้มีความเกี่ยวพันกันซับซ้อนมากหน่อยมิฉะนั้นผู้อ่านก็ไม่ได้ใช้ความสามารถด้านการวิเคราะห์ การถามจะใช้ความรู้พื้นฐานหรือเป็นทักษะพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่

Facion (2000, อ้างถึงใน ศรีบุญญา ทาคำถา, 2551) กล่าวถึงการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลไว้พอสรุปได้ว่าเป็นการประเมินความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม รูปแบบของแบบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลของ The Test of Everyday Reasoning (TER) เป็นการกำหนดข้อมูลในรูปแบบของแผนภูมิหรือเป็นสถานการณ์ที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์และทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล โดยผู้ทำแบบทดสอบต้องลงข้อคิดเห็นสร้างสมมติฐาน และประเมินค่าอย่างสมเหตุผลในการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย คือ การตัดสินใจและต้องลงข้อสรุป โดยนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ หรือข้อสรุปที่ได้นำไปใช้ในสถานการณ์นั้น
2. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย คือ การนำข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์มาศึกษาวิเคราะห์จนสามารถดึงหลักการหรือแนวคิดมาสรุปเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้
3. การวิเคราะห์ เป็นการใช้ความคิดในการวิเคราะห์ในแต่ละสถานการณ์ เพื่อหาข้อสรุปว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
4. การลงความคิดเห็น เป็นการแสดงความคิดอย่างสมเหตุผลจากข้อมูลที่ได้จากการคิดแบบนิรนัยและอุปนัย แหล่งข้อมูลอาจมาจากความเชื่อ ความคิดเห็น ข้อเท็จจริง การคาดเดา หลักการ และสมมติฐาน
5. การประเมิน เป็นการพิจารณาความน่าเชื่อถือจากข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า

เป็นการวัดหรือการประเมินความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลในด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการสรุปความ การจำแนกประเภท การอุปมาอุปไมย แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ การลงความคิดเห็น การสร้างสมมติฐาน การวิเคราะห์ การคิดแบบนินัยและอุปนัย และการประเมินค่า เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทความที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้เรียนได้แสดงออกถึงพฤติกรรมการคิดอย่างมีเหตุผลที่ครอบคลุมการคิดอย่างมีเหตุผล 2 แบบคือ

1. แบบนินัย (Deductive reasoning) หมายถึง เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป สู่เรื่องทีเฉพาะเจาะจง โดยใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วยคำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือความรู้ใหม่
2. แบบอุปนัย (Inductive reasoning) หมายถึง เป็นกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงหาข้อสรุป อ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วย เพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

Good (1959 อ้างถึงใน อัสณี ศรีสุแล, 2541) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้หรือพัฒนาทักษะทางการเรียนซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบหรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ไพศาล หวังพานิช (2536) ที่ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือการสอบ จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าใด สามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบต่าง ๆ เช่น ใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ข้อสอบวัดภาคปฏิบัติ สามารถวัดได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติโดยทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปของการกระทำจริงให้ ออกเป็นผลงานการวัดต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหา

ซึ่งเป็นประสบการณ์เรียนรู้ รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือ มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความรู้ความสามารถของผู้เรียนเป็นผลมาจากการเรียนการสอน วัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

Eysenck, Arnold & Meili (อ้างถึงใน ปรียทิพย์ บุญคง, 2546) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยทั้งความสามารถทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวบุคคลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปของเกรดจากโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อน และระยะเวลาอันพอสมควร หรืออาจได้จากการวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับ

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดได้โดยอาศัยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Bloom (1956) ได้ลำดับขั้นของความรู้ไปใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ ความจำ จึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหา นักเรียนได้เรียนไป หรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้อง เข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก ๆ การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมสร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิด หรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

เยาวตี วิบูลย์ศรี (2548) ได้แบ่งการออกแบบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระ ที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของการสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กะทัดรัดและมีความชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อสอบที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตาราง

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ต้องมีการออกแบบการวัดหรือการประเมินอย่างมีระบบมีขั้นตอน โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดซึ่งต้องสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาและสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

4.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) ให้ความหมายแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างและมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก-ผิด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ลักษณะทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่

กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548) ให้ความหมายแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า แบบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

4.4 ชนิดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Hughes (1994; อ้างถึงใน จีรวรรณ ธาณี, 2542) กล่าวว่า เนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์จะสัมพันธ์โดยตรงกับเนื้อหารายวิชาที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วโดยมีจุดประสงค์ที่จะวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มที่เรียนรายวิชานั้นบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนหรือไม่แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบปลายภาค (Final achievement test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้เมื่อผู้เรียนได้เรียนรายวิชานั้น ๆ แล้ว เนื้อหาของแบบทดสอบจะสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน ดังนั้น จึงให้ผลสะท้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินผลสรุปของการเรียนการสอน

2. แบบทดสอบวัดความก้าวหน้า (Progress achievement test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามจุดประสงค์รายวิชาเช่นกัน วิธีหนึ่งในการวัดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้แก่การทดสอบหลาย ๆ ครั้ง คะแนนที่เพิ่มขึ้นในการทดสอบแต่ละครั้งจะแสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน และเป็นแนวทางให้ครูใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ในการสอน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน เป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบนพร่องในส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนมีคุณภาพดีจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้หลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอดถึงวิธีการและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วยทั้งแบบทดสอบของครูและแบบทดสอบมาตรฐานจะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน คือ 1. วัดด้านการนำไปใช้ 2. วัดด้านการวิเคราะห์ 3. วัดด้านการสังเคราะห์ และ 4. วัดด้านการประเมินค่า

พิชิต ฤทธิจรรยา (2545) กล่าวว่าโดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึงแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบสอบถามที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษามีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิดคือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or assay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบสอบอัตนัย แบบสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือแบบทดสอบถูก - ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษารูปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อให้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความเหมาะสมกับเนื้อหา และสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้ทดสอบ โดยผู้วิจัยเลือกใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของ Bloom ในด้านพุทธิพิสัย คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เพราะฉะนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหาร เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกโดยใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของบลูมในด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ดังนี้ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

5. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)

5.1 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะ ในการสอนแบบสืบเสาะมีรูปแบบหรือลักษณะการจัดกิจกรรมที่หลากหลายแตกต่างกันไป เช่น ใช้รูปแบบการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) รูปแบบการสืบเสาะของ สสวท. เป็นต้น อย่างไรก็ตามมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (National Research Council) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนในการทำกระบวนการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556)

1. การสังเกต บรรยายวัตถุและเหตุการณ์
2. การตั้งคำถาม การซักถาม
3. การสร้างคำอธิบายของคำถามหรือปัญหา
4. การทดสอบคำอธิบายหรือคำตอบโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ก่อน
5. การถ่ายทอด รายงานแนวความคิด ความรู้ คำอธิบายที่ได้ให้ผู้อื่นทราบ
6. รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (The essential features of inquiry) ดังนี้

1. การตั้งใจจดจ่อกับการถามคำถามวิทยาศาสตร์ คำถามวิทยาศาสตร์เป็นคำถามที่นำมาสู่การสำรวจตรวจสอบได้ เป็นคำถามเกี่ยวกับวัตถุสิ่งของ สิ่งมีชีวิต เหตุการณ์ ในธรรมชาติที่เชื่อมโยงกับแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คำถามดังกล่าวนำไปสู่การสังเกต

การสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วมาสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ นั้น คำถามที่ถามจึงเป็นประเภทที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า “ทำไม” เช่นทำไมวัตถุทุกชนิดจึงตกสู่พื้นและคำถาม “อย่างไร” เช่น แสง น้ำ และอากาศเป็นปัจจัยที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร

การเริ่มต้นคำถามของนักเรียนมักจะเป็นคำถาม “ทำไม” ที่ครูต้องช่วยให้นักเรียนปรับปรุงเป็นคำถาม “อย่างไร” เพื่อนำไปสืบเสาะหาความรู้ในลำดับต่อไป สิ่งที่จะกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามอาจเกิดจากการถามคำถามของครูในหนังสือเรียน สื่อ และสิ่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในเว็บไซต์ ฯลฯ ครูที่มีประสบการณ์สูงจะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามที่มีคุณค่านำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

2. การให้ความสำคัญกับประจักษ์พยานที่สอดคล้องกับคำถาม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้จากประจักษ์พยานในธรรมชาติ และหาคำอธิบายธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้อย่างไร จึงต้องเน้นข้อมูลที่แม่นยำที่ได้จากการสังเกตอย่างถี่ถ้วนด้วยประสาทสัมผัส การวัด การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่ได้มาตรฐานช่วยขยายความสามารถของประสาทสัมผัส เช่นแว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ มาตรวัดต่าง ๆ ทางไฟฟ้า ปรากฏการณ์ธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้เหมือนการทดลองในห้องปฏิบัติการจึงต้องใช้เวลาในการสังเกต สักรวจเป็นเวลานาน แล้วมาลงความเห็น (Infer) เกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ การรวบรวมข้อมูลจากประจักษ์พยานในธรรมชาติต้องทำหลายอย่างทำซ้ำหลายครั้ง รวบรวมข้อมูลที่แตกต่างแต่อาจมีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์อย่างเดียวกันการปฏิบัติดังกล่าวทำให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์

ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องอาศัยประจักษ์พยานเพื่อสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ เช่นเดียวกัน นักเรียนจะสังเกตพืช สัตว์ สิ่งของ หรือปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ และอธิบายรายละเอียดจากการสังเกต การวัด การจัดจำแนก การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง รวบรวมข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่แม่นยำและครบถ้วนเพื่อสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ส่วนตัว ความสัมพันธ์ทางสังคม ค่านิยมทางศาสนา

3. การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยาน การอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัยจะอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์เหตุและผล คือ ประจักษ์พยานที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบด้วยการใช้ความคิด วิเคราะห์ญาณในการสร้างคำอธิบายที่เป็นการแสดงถึงการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ยังไม่เคยรู้ ไม่คุ้นเคย เชื่อมโยงกับสิ่งที่สังเกต หรือที่เคยเรียนรู้มาก่อน แล้วโดยการสร้างคำอธิบายที่อาจจะสนับสนุนหรือโต้แย้งอย่างมีเหตุผล การอธิบายจากประจักษ์พยานที่รวบรวมได้ เป็นการสร้างแนวความคิดใหม่จากความเข้าใจที่มีอยู่แล้ว และถือเป็นการสร้าง

ความรู้ใหม่สำหรับนักเรียน ครูควรแนะนำให้เห็นว่าคำอธิบายดังกล่าวของนักเรียนยังไม่ใช่ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. การเชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้วิทยาศาสตร์กับความรู้อื่น ๆ คำอธิบายที่สร้างขึ้นจากประจักษ์พยาน จะต้องมีการประเมินคำอธิบายปรับปรุงแก้ไข มีการเพิ่มเติมหรือตัดทอน ตรวจสอบว่าคำอธิบายนั้นได้รับการสนับสนุนอย่างจริงจังจากประจักษ์พยานและแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ การอธิบายนั้นตอบคำถามหรือไม่ มีอะไรที่แสดงถึงความไม่เที่ยงตรง ไม่แม่นยำในการเชื่อมโยงประจักษ์พยานมาสู่คำอธิบาย หรือมีคำอธิบายอื่นที่เป็นเหตุผลมากกว่าหรือไม่

นักเรียนจะต้องได้รับการชี้แนะให้อ่าน พิจารณา ทบทวน เปรียบเทียบ ตรวจสอบ คำอธิบายของตนกับของครู เพื่อนคนอื่น ๆ จากหลักการวิทยาศาสตร์ในหนังสือตำรา เพื่อให้ คำอธิบายนั้นเชื่อถือได้ว่าถูกต้อง สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ยอมรับแล้ว

5. การสื่อสารนำเสนอการอธิบายของตนเอง การเสนอคำอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจจะต้องมีความชัดเจนตั้งแต่คำถาม วิธีการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ ประจักษ์พยานที่รวบรวมได้จากข้อมูล คำอธิบายที่มีการทบทวน ตรวจสอบกับคำอธิบายอื่น ๆ การนำเสนอคำอธิบายดังกล่าว ควรเปิดโอกาสให้มีการซักถาม ตรวจสอบประจักษ์พยาน วิพากษ์วิจารณ์ สนับสนุนหรือโต้แย้งอย่างมีเหตุผล หรือคำอธิบายนั้นเกินกว่าประจักษ์พยานที่มีอยู่หรืออาจมีการนำเสนอคำอธิบายอีกแนวหนึ่งได้จากประจักษ์พยานเดียวกันนั้น การนำเสนอ คำอธิบายนี้อาจนำไปสู่คำถามในการเชื่อมโยงประจักษ์พยานอื่นๆ และความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถทำให้ตอบข้อซักถาม สนองตอบต่อข้อโต้แย้งได้อย่างมั่นใจ

สรุปวิทยาศาสตร์ คือ การสืบเสาะหาความรู้ โดยการสังเกตและตั้งคำถาม แล้วทำการรวบรวมประจักษ์พยาน จากการใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การคิด การสำรวจตรวจสอบ การทดลองการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ การแปลความ รวมทั้งการนำเสนอ เพื่อสร้างคำอธิบายของคำถามเหล่านั้น การสืบเสาะหาความรู้จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนใน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

5.2 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

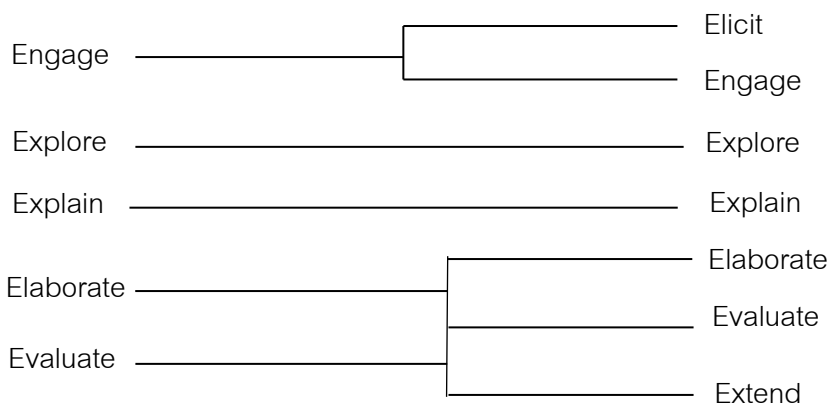
Eisenkraft (2003) กล่าวว่ารูปแบบการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นรูปแบบการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญ

กับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบ
 พื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา
 นั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
 และไม่คิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนา
 แนวความคิดของเด็กซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียน
 สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

Renner and Stafford (Renner and Stafford 1973, อ้างถึงใน รติพร ศรีลาดเลา)
 กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบการทำงานที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับ
 วิทยาศาสตร์ซึ่งบุคคลจะใช้กระบวนการสังเกต การวัด ตีความหมายของข้อมูล ทดลอง ทำนายผล
 และสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำงานดังกล่าว

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบของ
 กระบวนการเรียนรู้ที่เป็นการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้ความ
 ช่วยเหลือ แนะนำ และจัดกิจกรรมและสถานการณ์ต่าง ๆ ร่วมทั้งคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด
 การเรียนรู้ เพื่อผู้เรียนสามารถค้นหาคำอธิบายของคำถามต่าง ๆ จากกิจกรรม สถานการณ์ต่าง ๆ
 ที่พบเจอ อย่างมีกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

5.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ธรรมชาติของ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยที่ผู้เรียนค้นพบความรู้
 และตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่ง Eisenkraft (2003) ได้เสนอรูปแบบวัฏจักร
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จาก 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กมีความ
 สนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์
 ของตนเอง (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550) ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) (Eisenkraft, 2003)

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้อง เรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิด Eisenkraft มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ครูจะต้องทำหน้าที่การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน หรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น

หรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ทำให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แผลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุปสร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวกรอบความคิดของตนเอง และต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน

ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียน
ถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับ
ประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่ง
เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความสุข
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ
เอื้อเพื่อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือ
ตรวจสอบนอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐาน
ของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุ
สู่จุดหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ตารางที่ 2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น
(ประสาท เนื่องเฉลิม, 2550)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้/ประสบการณ์เดิม - เต็มเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเองแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ครูกับนักเรียนอภิปรายร่วมกันและนักเรียนกับนักเรียน
2. ได้รับความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - กระหายอยากกู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ
3. สำรวจค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - อภิปรายประเด็นที่ต้องการรู้ - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดความเข้าใจของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนสังเกต - ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการ 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหา - รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นอธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบการอธิบาย

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	อธิบายความคิดรวบยอด - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบทเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลายพร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถาม	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อ - ค้นพบกับเพื่อน
6. ประเมินผล (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปปรับใช้ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้แสดงความรู้ความเข้าใจจากกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม - ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่าการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เป็นการสอนที่ครูมีหน้าที่คอยช่วยเหลือแนะนำ และจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและมีการใช้กระบวนการคิดเพื่อนำไปสู่ตั้งคำถามและลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าหาคำตอบเท่านั้น นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ บนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ใช้กำลังความสามารถของตนได้อย่างภาคภูมิใจ

ในการนี้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่าส่งเสริมการเรียนรู้ทางชีววิทยาให้มีประสิทธิภาพและเกิดทักษะทางความคิดขั้นสูงนั้น การเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมีความสำคัญยิ่ง ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ของ Eisenkraft มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื่องด้วยรูปแบบดังกล่าวเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองมีการสืบเสาะแสวงหาองค์ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าวยังมีการขยายความจากรูปแบบการจัด

การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ซึ่งทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน

6. การใช้คำถาม

6.1 ความหมายของการใช้คำถาม

บุญชม ศรีสะอาด (2537) กล่าวว่า การใช้คำถามเป็นการสอนที่ผู้สอนป้อนคำถามให้ผู้เรียนตอบ อาจตอบเป็นรายบุคคลหรือตอบเป็นกลุ่มย่อย หรือตอบทั้งชั้นการตอบใช้วิธีการพูดตอบ ผู้สอนจะพิจารณาคำตอบแล้วให้ข้อมูลสะท้อนกลับ หรือถามคนอื่นหรือกลุ่มอื่นจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542) กล่าวว่า เป็นเทคนิคการสอนที่ประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้แก้ปัญหา และสรุปแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง และไม่ว่าครูผู้สอนจะใช้วิธีสอนแบบใด การใช้คำถามก็ยังมีบทบาทสำคัญเสมอในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จำเป็นต้องใช้คำถามเป็นสื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ อาจเป็นการถามตอบด้วยวาจา ระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน บทบาทของคำถามในการสอนให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 3 แบบ คือ แบบที่ครูเป็นผู้ตั้งคำถาม (Passive inquiry) แบบที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Active inquiry) และแบบที่ครูและนักเรียนร่วมกันถามคำถาม (Combined inquiry)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาร์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า การใช้ประเภทคำถามเป็นและรู้จักลักษณะคำถามที่ดี การใช้ประเภทคำถามทั้งคำถามง่ายและคำถามยาก หรือทั้งถามแคบและคำถามกว้างหรือทั้งคำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูง การถามในห้องเรียนอาจมีความเป็นไปได้ดังนี้ 1. ครูเป็นผู้ถามคำถามให้นักเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันถามคำถาม 3. นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม ส่วนลักษณะคำถามที่ดีนั้น เป็นศิลปะในการถามคำถามที่ทำให้สามารถกระตุ้นความคิดของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าตอบสนองและกล้าถามย้อนกลับ

แจ็ก แฮสซาร์ด (2550, อ้างถึงใน วิไลวรรณ แสนพาน, 2553) กล่าวว่า กลวิธีการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ เป็นกลวิธีที่ให้นักเรียนทั้งชั้นมีส่วนร่วมในการอภิปรายคำถามที่ครูถามไป ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะมีหลักฐานว่า ยิ่งนักเรียนมีโอกาสได้พูดหรือตอบคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากเท่าไร นักเรียนก็จะได้เรียนรู้มากขึ้น

จากการศึกษาความหมายของการใช้คำถามสรุปว่า การใช้คำถามเป็น เทคนิคที่ใช้ถามโต้ตอบในชั้นเรียนระหว่างผู้เรียนและผู้สอน โดยคำถามจะเป็นแนวทางในการค้นหาคำตอบ ซึ่งเทคนิคนี้ช่วยตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน อีกทั้งยังสามารถพัฒนาความคิดของผู้เรียนได้หลายระดับ

6.2 ความสำคัญของการใช้คำถาม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การตั้งคำถามมีความสำคัญและมีคุณค่ามากในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คำถามทำให้เกิดพลังในการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดระดับสูง ในการตอบคำถาม แก้ปัญหา เสนอทางออกของปัญหา การถามคำถามยังเป็นการกำหนดวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ในโลกที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีซึ่งมีข้อมูลข่าวสารจำนวนมาก ครูจึงต้องมีทักษะในการตั้งคำถามที่ท้าทายให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการสืบเสาะหาความรู้ ใช้ความคิดวิเคราะห์ ใช้ความคิดวิจารณ์ญาณว่าข้อมูลใดต้องมีการสำรวจตรวจสอบ จะสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีใด หรือประจักษ์พยานใดอีกบ้างที่ต้องนำมาใช้ประกอบการอธิบายตัดสินใจเลือกข้อมูลที่ถูกต้อง เชื่อถือ ครูที่มีความสามารถในการตั้งคำถามจะตั้งคำถามที่มีคุณค่าต่อการเรียนรู้หรือคำถามที่สร้างสรรค์ (Productive Question)

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) สรุปได้ว่า คำถามนั้นมีความสำคัญมาในการพัฒนาผู้เรียน โดยคำถามจะช่วยให้ครูได้สำรวจความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแง่มุมการคิดมากขึ้น และเมื่อมีการอภิปรายจะนำไปสู่ความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ รวมทั้งคำถามจะช่วยให้การประเมินผล การเรียนของผู้เรียนและการสอนของครูอีกด้วย

สรุปได้ว่า การใช้คำถามเป็นเทคนิคหนึ่งที่สำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนไม่ว่าจะใช้รูปแบบการสอนใด เพราะ คำถามเป็นตัวการกำหนดวิธีการเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบด้วยการใช้ทักษะต่าง ๆ คำถามที่สร้างสรรค์ ท้าทาย จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการสืบเสาะหาความรู้ ใช้ความคิดวิเคราะห์ใช้ความคิดวิจารณ์ญาณในการหาคำตอบ การใช้คำถามจึงเป็นการช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียน

6.3 ประเภทของคำถาม

Bloom (1956) กล่าวถึงคำถามระดับสูงไว้โดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องใช้ความคิดระดับสูงในการตอบ ได้แก่

1. คำถามการนำไปใช้ คือคำถามที่ผู้สอนใช้เมื่อต้องการประเมินว่าผู้เรียนสามารถนำเอาสาระสำคัญที่ได้เรียนไปแล้วใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้หรือไม่

2. คำถามการวิเคราะห์ คือ คำถามที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบย่อย

3. คำถามการสังเคราะห์ คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนประมวลเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้วเป็นเรื่องใหม่

4. คำถามประเมินค่า คือ คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการตัดสินคุณค่าเนื้อหา โดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและอาศัยเกณฑ์ภายนอกให้เป็นเหตุผลในการตัดสิน

Cunningham (1971, อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) ได้จำแนกประเภทของคำถามเป็น 2 ประเภท ใหญ่ ๆ ดังนี้

1. คำถามแบบแคบ (Narrow questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดระดับพื้นฐาน หรือความคิดระดับต่ำ คำตอบของคำถามประเภทนี้เป็นข้อเท็จจริงสั้น ๆ ซึ่งได้จากการจำการสังเกต คำตอบของคำถามแบบนี้สามารถทำนายได้ล่วงหน้า เพราะเป็นคำที่จำเพราะเจาะจง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ (Cognitive-memory questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกข้อเท็จจริง คำนิยามหรือข้อมูลที่จำเป็นได้ คำตอบมักจะเป็นคำตอบเดียวหรือเป็นการบอกชื่อสิ่งของ แบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

1.1.1 คำถามให้สังเกต เป็นคำถามที่ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้ เช่น เมื่อทำการทดลองแยกน้ำด้วยไฟฟ้ามีอะไรเกิดขึ้น

1.1.2 คำถามให้ทบทวนความจำ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์การเดิมมาตอบโดยตรง เช่น พืชใช้แก๊สอะไรในการหายใจ

1.1.3 คำถามให้บอกความหมายหรือนิยามของสิ่งต่าง ๆ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม แต่ใช้ความคิดในระดับที่สูงกว่า เช่น ให้บอกนิยามของแก๊สออกซิเจน

1.1.5 คำถามชี้บ่ง เป็นคำถามที่กำหนดข้อมูลให้หลายอย่างแล้วให้นักเรียนเลือกว่าข้อมูลใดถูกต้อง เช่น จากสารที่กำหนดให้นี้ให้บอกว่าสารใดเป็นโลหะ สารใดเป็นอโลหะ

1.2 คำถามสรุปแคบ (Convergent questions) เป็นคำถามที่กว้างกว่าคำถาม ความรู้ความจำ เพราะผู้ตอบต้องนำข้อเท็จจริงต่าง ๆ มารวมกันและสร้างคำตอบขึ้น คำถามสรุป แคบแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1.2.1 คำถามที่อธิบายเป็นคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายข้อความหรือ ปรัชญาการณ์ต่าง ๆ เช่น ทำไมเราจึงมักเห็นรุ้งกินน้ำหลังฝนตก

1.2.2 คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนบอกความแตกต่าง หรือความเหมือนกันของสิ่งต่าง ๆ หรือให้บอกความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ เช่น ให้เปรียบเทียบพีชไม เลียงเดียวกับพีชไมเลี้ยงคู่

1.2.3 คำถามให้จำแนกประเภท เป็นคำถามที่ให้นักเรียนจำแนกประเภท สิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ได้ เช่น ให้แบ่งสิ่งของที่กำหนดให้ออกเป็นหมวดหมู่

1.2.4 คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ให้นักเรียนยกตัวอย่างจากความรู เดิมหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน เช่น ให้ยกตัวอย่างสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

2. คำถามแบบกว้าง (Broad questions) เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิด ระดับสูงกว่าความคิดขั้นพื้นฐาน เป็นคำถามระดับสูง คำถามแบบกว้างเป็นคำถามที่มีคำตอบ ถูกต้องได้หลายแนวทาง ซึ่งทำให้ไม่สามารถทำนายคำตอบล่วงหน้าได้ คำถามประเภทนี้ช่วย ฝึกฝนนักเรียนให้ใช้ความคิด นักเรียนต้องคิดอย่างลึกซึ้ง ต้องศึกษาค้นคว้าหรือทำการทดลอง ซึ่งจะนำไปสู่การพบความรู้ใหม่ เกิดแนวคิดใหม่ คำตอบแบบกว้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ คำถามเปิดกว้าง (Divergent questions) และคำถามประเมิน (Evaluative questions) ดังนี้

2.1 คำถามเปิดกว้าง เป็นคำถามที่ให้นักเรียนนำข้อมูลต่างๆ มาศึกษา และจัดรูปแบบใหม่ คำถามเปิดกว้างแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.1.1 คำถามให้ทำนาย หรือตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่กระตุ้นนักเรียน ให้ใช้ความคิดเพื่อทำนายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ต่างจากข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ เช่น ให้นักเรียนทำนายว่าถ้าปลูกต้นไม้ในที่ไม่มีแสงแดดจะมีอะไรเกิดขึ้น

2.1.2 คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบโดยวิเคราะห์หาสาเหตุและผลของปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น ให้นักเรียนวิเคราะห์ หาสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษในแม่น้ำลำคลอง

2.1.3 คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ ของข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการหรือแนวคิด เช่น จากการทดลองพบว่าเหล็กและทองแดงเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ให้นักเรียนสรุปหลักการ

2.2 คำถามประเมิน เป็นคำถามที่ให้นักเรียนฝึกคิด ใช้ดุลยพินิจเพื่อตัดสินสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้คุณค่าหรือให้เหตุผลยืนยันสิ่งต่าง ๆ ตามหลักเกณฑ์ที่มีอยู่ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา ได้แก่ ความรู้และแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับนับถือ ค่านิยม เป็นต้น เช่น นักเรียนคิดว่าข้อสรุปผลการทดลองของเพื่อนกลุ่มนี้ถูกต้องหรือไม่

Carin and Sund (1975) ได้จำแนกประเภทของคำถามโดยใช้วัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมด้านพิสัย (Bloom's taxonomy of education objective: Cognitive domain) เป็นเกณฑ์ได้ประเภทของคำถาม 6 ประเภท ดังนี้

1. คำถามขั้นความรู้ (Knowledge) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนใช้ความสามารถในการระลึกหรือจำเรื่องราวที่รู้มาแล้ว
2. คำถามขั้นความเข้าใจ (Comprehension) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ โดยนักเรียนจะต้องเรียบเรียงเป็นควรรมาคิดหรือคำพูดของตนเองเพื่อตอบคำถาม
3. คำถามขั้นการนำไปใช้ (Application) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ ความจำ และความเข้าใจของเรื่องราวที่ได้เรียนรู้มาใช้แก้ไขปัญหาเรื่องใหม่หรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน
4. คำถามขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบ และหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อยขององค์ประกอบนั้น ๆ
5. คำถามขั้นสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนสามารถในการรวบรวมส่วนย่อยทั้งหลายให้เป็นส่วนที่มีรูปแบบหรือโครงสร้างใหม่ และมีคุณภาพหรือมีความหมายมากกว่าเดิม
6. คำถามขั้นประเมินค่า (Evaluation) เป็นคำถามที่ให้นักเรียนนำความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์มาใช้ในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ ผลงานอย่างมีหลักเกณฑ์

Blosser (1975) ได้จำแนกประเภทของคำถามที่แตกต่างจากคนอื่น เป็นระบบการจัดประเภทของคำถามวิทยาศาสตร์ (Question category system for science) แบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. คำถามการจัดการ (Managerial questions) เป็นคำถามระดับต่ำ เป็นคำถามเพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชั้นเรียนได้ดำเนินไปด้วยดี เช่น นักเรียนเก็บกล่องจุลทรรศน์ไว้เรียบร้อยดีหรือยัง

2. คำถามการอธิบาย (Rhetorical questions) เป็นคำถามที่เน้นบางจุด หรือเพื่อที่จะเสริมแนวความคิดหรือคำพูดของนักเรียน โดยครูไม่คาดหวังคำตอบจากนักเรียน เช่น นักเรียนเห็นด้วยไหมว่า แก๊สออกซิเจนช่วยให้ติดไฟ

3. คำถามปิด (Closed question) เป็นคำถามที่จัดอยู่ในพวกสรุปแคบมีคำตอบ ถูกต้องเพียงแนวเดียว เป็นการตรวจสอบความรู้ในเนื้อหาวิชาที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว เช่น จงอธิบายหลักการสำคัญของทฤษฎีวิวัฒนาการ

4. คำถามเปิด (Open question) เป็นคำถามที่จัดอยู่ในพวกคำถามเปิดกว้าง มีคำตอบถูกต้องหลายคำตอบ เป็นคำถามระดับสูง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็น หรือตั้งสมมติฐาน เช่น สมมติฐานว่ามีโลหะอันหนึ่งถูกนำมาแขวนไว้เหนือ พื้นห้องเป็นระยะ 2.00 เมตร แล้วถูกปล่อย แต่แทนที่โลหะนั้นจะตกลงพื้น โลหะนั้นกลับเคลื่อนที่ ขึ้นข้างบน นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้อย่างไร

Brown (1975) ได้จำแนกประเภทคำถามเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. คำถามระดับต่ำ ประกอบด้วย
 - 1.1 คำสั่งซึ่งใช้แทนคำถาม
 - 1.2 คำถามลอย
 - 1.3 คำถามให้ระลึก
 - 1.4 คำถามเกี่ยวกับความเข้าใจ
 - 1.5 คำถามเกี่ยวกับการนำไปใช้
2. คำถามระดับสูง ประกอบด้วย
 - 2.1 คำถามให้วิเคราะห์
 - 2.2 คำถามให้สังเคราะห์
 - 2.3 คำถามให้ประเมินผล

โรจณี จะโนภาษ และคณะ (2522) จำแนกประเภทคำถามเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. คำถามระดับต่ำ เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ซึ่งได้จากความจำ

และการสังเกต แบ่ง 4 ชนิด คือ

1.1 คำถามสังเกต ครูให้นักเรียนสังเกตสิ่งต่าง ๆ แล้วตอบว่า สิ่งนี้นักเรียน กำลังสังเกตอยู่นั้นมีลักษณะอย่างไร

1.2 คำถามทวนความจำ นักเรียนสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมา ตอบครูได้

- 1.3 คำถามให้บอกความหมายหรือคำจำกัดความ เป็นคำถามที่ครูใช้เพื่อต้องการให้นักเรียนบอกความหมายหรือคำจำกัดความ
- 1.4 คำถามชี้บ่ง ครูกำหนดข้อมูลหลาย ๆ อย่าง แล้วให้นักเรียนพิจารณาแล้วเลือกว่าข้อมูลใดเป็นคำตอบที่ต้องการ
2. คำถามระดับสูง เป็นคำถามซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ แบ่งเป็น
- 2.1 คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ครูใช้เมื่อต้องการให้นักเรียนอธิบายข้อความหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ คำถามให้อธิบายมักมีคำว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด
- 2.2 คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามที่ครูให้นักเรียนใช้ความคิดเปรียบเทียบสิ่ง 2 สิ่ง ว่ามีคุณลักษณะคล้ายคลึงหรือต่างกันอย่างไร
- 2.3 คำถามให้จำแนกประเภท เป็นคำถามที่ครูใช้เมื่อต้องการให้นักเรียนจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่
- 2.4 คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมมาคิดและตอบคำถาม
- 2.5 คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนใช้ความคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ โดยใช้วิเคราะห์สาเหตุและผลของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น
- 2.6 คำถามสังเคราะห์ เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยเป็นหลักการหรือแนวความคิด
- 2.7 คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่มีอยู่แล้วหรือเกณฑ์ที่นักเรียนตั้งขึ้นเอง
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2534) ได้เสนอแนวคิดในการใช้คำถามเป็นเครื่องมือที่สำคัญยิ่ง เพราะคำถามจะเป็นเครื่องกระตุ้นให้เกิดการคิดและสนใจต่อสื่อและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว ซึ่งคำถามแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ คำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูง ดังนี้
1. คำถามระดับต่ำ เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ซึ่งได้จากความจำและการสังเกต คำถามประเภทนี้มักมีคำตอบเดียว คำถามระดับต่ำ แบ่งได้เป็น 6 ชนิด คือ

1.1 คำถามให้สังเกต

เป็นคำถามที่ต้องการใช้ประสาทสัมผัส คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพียงส่วนใดส่วนหนึ่งหรือหลายส่วน รวบรวมข้อมูลในการตอบคำถาม แต่ผู้ตอบต้องไม่เพิ่มความรู้เดิมหรือความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

1.2 คำถามให้ทบทวนความจำ

เป็นคำถามที่ผู้ตอบสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาตอบคำถาม

1.3 คำถามให้บอกความหมายหรือคำจำกัดความ

เป็นคำถามที่ใช้ตรวจสอบประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องคำศัพท์และความหมายของคำ ก่อนการจัดประสบการณ์ใหม่แก่ผู้เรียน

1.4 คำถามชี้บ่ง

เป็นคำถามที่กำหนดข้อมูลไว้หลายอย่าง แล้วให้เลือกข้อมูลอย่างหนึ่งที่เด็กต้องการนำมาเป็นคำตอบ

1.5 คำถามถามนำ

เป็นคำถามที่ใช้เน้นเรื่องให้ผู้สอนพูด และดึงความสนใจของเด็ก คำถามประเภทนี้มักนำไปสู่คำตอบ ใช่ จริง ถูก เป็นส่วนใหญ่

1.6 คำถามเร้าความสนใจ

เป็นคำถามที่ไม่ต้องการคำตอบอย่างจริงจัง แต่ใช้เพื่อดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนให้เป็นไปตามที่ได้วางแผนไว้

คำถามระดับต่ำทั้ง 6 ชนิด ดังกล่าว ยังมีความจำเป็นในการสอนในห้องเรียนอยู่เสมอ เพราะผู้สอนอาจเลือกใช้คำถามเพื่อทบทวนความจำ ใช้เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมไปสู่ประสบการณ์ใหม่ และเพื่อควบคุมกิจกรรมในห้องเรียนให้ดำเนินไปในทิศทางที่กำหนดเป้าหมายไว้

2. คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐาน แล้วสรุปหาคำตอบ เป็นการส่งเสริมให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ นอกจากนี้ยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง แบ่งได้เป็น 7 ชนิด ดังนี้

2.1 คำถามให้อธิบาย

เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐาน

สรุปหาคำตอบ

2.2 คำถามให้เปรียบเทียบ

เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็กใช้ความคิดเปรียบเทียบของสองสิ่งว่ามีคุณสมบัติหรือลักษณะคล้ายกันหรือต่างกันอย่างไร คุณสมบัติที่มาเปรียบเทียบนั้น ได้แก่ รูปร่าง ลักษณะ สี ขนาด น้ำหนัก จำนวน ปริมาตร ความสูง ความยาว ความหนา รสชาติ กลิ่น เป็นต้น

2.3 คำถามให้จำแนกประเภท

เป็นคำถามเพื่อส่งเสริมให้เด็กรู้จักจัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่โดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือของผู้อื่น หรือบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มที่ผู้อื่นทำได้ เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนี้อาจ ได้แก่ สี ขนาด รูปร่าง ประโยชน์ หรือวัสดุที่ใช้ เป็นต้น

2.4 คำถามให้ยกตัวอย่าง

เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกชื่อ หรือยกตัวอย่างของสิ่งที่กำหนดให้ โดยอาศัยทักษะการสังเกต และมีความรู้ความจำเรื่องต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบ

2.5 คำถามในการวิเคราะห์

เป็นคำถามที่ให้คิดค้นหาความจริงหรือแยกแยะเรื่องราวเพื่อหาสาเหตุ และผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น หรือให้ผู้เขียนได้คิดค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์

2.6 คำถามให้สังเคราะห์

เป็นการสรุปรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปให้เกิดเป็นของใหม่ขึ้นมา เป็นแนวคิดใหม่ หรือพัฒนาของเก่าให้ดีขึ้น ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็กใช้กระบวนการคิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ

2.7 คำถามให้ประเมินค่า

เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้พิจารณาคุณค่าของสิ่งของก่อนตัดสินใจ อย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์ที่เป็นจริง และเป็นที่ยอมรับของสังคม แล้วมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนก่อนตัดสินใจ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) สรุปได้ว่า การใช้คำถามนั้นสามารถใช้ได้ทั้ง 2 ระดับ คือ คำถามระดับต่ำ และคำถามระดับสูง ซึ่งคำถามระดับต่ำประกอบด้วย คำถามให้สังเกต คำถามให้ทบทวนความจำ คำถามให้บอกความหมาย คำถามชี้บ่ง คำถามถามนำ คำถามเฝ้าความสนใจ และคำถามระดับสูงประกอบด้วย คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้

วิเคราะห์ คำถามให้สังเคราะห์ และคำถามให้ประเมินค่า โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ผลการเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ประพันธ์ศิริ สุเราร์จ (2554) กล่าวว่า คำถามมีหลายระดับยากง่ายบ้างแตกต่างกัน ซึ่งครูควรใช้คำถามอย่างหลากหลายทุกระดับ เพราะแต่ละระดับต่างก็มีส่วนในการพัฒนาสติปัญญาและความคิดให้แก่เด็ก

1. คำถามพื้นฐาน ถามความรู้ ความจำ เป็นคำถามที่ใช้ความคิดทั่วไป ใช้พื้นฐานความรู้เดิมหรือสิ่งที่ประจักษ์แจ้งในการตอบ เนื่องจากเป็นคำถามที่ฝึกให้เกิดความคล่องตัวในการตอบคำถาม ได้แก่

1.1 คำถามให้สังเกต เช่น จากภาพนี้นักเรียนเห็นอะไร จากการทดลองนี้มีอะไรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมบ้าง ถ้าเอาขนมปังใส่ในตู้เสื้อผ้าจะเป็นอย่างไร

1.2 คำถามให้ทบทวนความจำ ตอบจากความรู้ที่ผ่านมาแล้ว จากประสบการณ์เดิม และข้อเท็จจริง

1.3 คำถามให้บอกความหมายหรือคำจำกัดความ เช่น ยาเสพติดคืออะไร คำว่าสิ่งแวดล้อมเป็นพิษหมายความว่าอย่างไร เป็นต้น

1.4 คำถามที่ให้บ่งชี้หรือระบุ เช่น สัตว์ที่ปรากฏชื่อบนกระดานชนวนใดบ้างที่เป็นสัตว์เลี้ยง คำใดต่อไปนี้เป็นคำควบกล้ำไม่แท้ เป็นต้น

2. คำถามระดับสูง หมายถึง คำถามที่ผู้ตอบต้องให้ความคิดซับซ้อนในการตอบ เป็นคำถามที่ให้เกิดค้น ได้แก่ การถามความเข้าใจ การนำไปใช้ การเปรียบเทียบ การถามเหตุผล และการสรุปหลักการ เพื่อขยายความคิด เป็นการส่งเสริมความคิดของผู้ตอบ ให้สามารถคาดคะเน วางแผน และประเมินค่าโดยอาจให้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการคิดและตอบคำถาม

2.1 คำถามให้อธิบาย เช่น ทำไมจึงควรหลีกเลี่ยงการดื่มน้ำชาหรือกาแฟ ลูกควรมีบทบาทหน้าที่ในครอบครัวอย่างไร เป็นต้น

2.2 คำถามให้เปรียบเทียบ เช่น พืชยืนต้นต่างจากพืชล้มลุกอย่างไร ศาสนาพุทธกับศาสนาอิสลามต่างกันหรือเหมือนกันอย่างไร เป็นต้น

2.3 คำถามให้วิเคราะห์ ให้จำแนกแยกแยะรายละเอียด และข้อเท็จจริงของสิ่งต่าง ๆ เช่น สัตว์มีกี่ประเภท อะไรบ้าง อะไรที่เป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย เป็นต้น

2.4 คำถามให้ยกตัวอย่าง เช่น พืชชนิดใดบ้างที่มีลำต้นอยู่ในดิน ยกตัวอย่างประเทศที่ตั้งอยู่ในทวีปเอเชีย เป็นต้น

2.5 คำถามให้สรุป เช่น จงสรุปเหตุผลในการย้ายเมืองหลวงของพระเจ้าตากสินเมื่ออ่านเรื่องนี้แล้วนักเรียนได้ข้อคิดอะไรบ้าง นิทานเรื่องนี้ให้คติสอนใจอะไร เป็นต้น

2.6 คำถามให้ประเมินและเลือกทางเลือก เป็นการถามให้ประเมินเพื่อตัดสินใจหรือตัดสินเหตุการณ์ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดเลว เช่น การว่ายน้ำกับการวิ่งเหยาะอย่างไหนเป็นการออกกำลังกายที่ดีกว่ากัน จะเลือกทานนม หรือน้ำเต้าหู้ อย่างไหนจึงจะเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่ากัน เป็นต้น

2.7 คำถามให้ประยุกต์ เป็นการถามที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือไปแก้ปัญหา เช่น คำว่าฉันชอบเธอ จะส่งข้อความเป็นภาษาโทรศัพท์มือถือได้อย่างไร ควรปฏิบัติตนอย่างไรเมื่อเป็นหวัด เป็นต้น

2.8 คำถามให้สร้างหรือคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ลักษณะการถาม เช่น จากวัสดุต่อไปนี้จะนำไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ได้อย่างไร

จากการศึกษาประเภทของคำถามสรุปได้ว่า นักการศึกษาได้ใช้เกณฑ์ในการจำแนกประเภทคำถามแตกต่างกัน แต่หากใช้เกณฑ์การใช้ระดับความคิดเป็นการตอบสามารถจำแนกประเภทของคำถามออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆได้ดังนี้ 1.คำถามระดับต่ำ เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดระดับต่ำหรือระดับพื้นฐานในการตอบ คำตอบมักเป็นคำตอบสั้นๆไม่ซับซ้อน มักมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว 2 คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดระดับสูงในการตอบคำถาม คำตอบที่ถูกต้องมีหลายคำตอบ เป็นคำถามที่สามารถพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียนได้

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำประเภทคำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom มาใช้ซึ่งประกอบด้วย คำถามการนำไปใช้ คำถามวิเคราะห์ คำถามสังเคราะห์ และคำถามประเมินค่า ซึ่งจากการศึกษาประเภทคำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom ประเภทคำถามของ Bloom มีความชัดเจนในการใช้พัฒนาความคิดระดับสูง และมีความสอดคล้องกับการจำแนกประเภทคำถามกับนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน

6.4 ลักษณะคำถามที่ดี

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า คำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ คำถามที่ดีมีลักษณะดังนี้ คือ

1. มีความหมายชัดเจน ไม่คลุมเครือ ใช้ภาษาง่าย ๆ ชัดเจน เจาะจง
2. เป็นข้อความที่กะทัดรัด และไม่ควรมีคำถามหลายประเด็นพร้อมกัน

3. เป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่ควรละข้อความบางส่วนของคำถาม
4. มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน มีระดับความยากง่ายพอเหมาะ
5. เป็นคำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) กล่าวว่า คำถามที่ดีจะส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมีลักษณะดังนี้

1. สั้น มีความหมายชัดเจน มีความสมบูรณ์ ภาษาง่าย เป็นที่เข้าใจ
2. น่าสนใจ เหมาะกับวัยเด็ก และเป็นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวหรืออยู่ในความสนใจใคร่รู้

3. มีคำตอบหลากหลาย เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนหลายคนหรือทุกคนได้ตอบ ลักษณะของคำถามมี ดังนี้

- 3.1 สิ่งนี้ใช้ทำอะไรได้บ้าง
- 3.2 จากของที่มืออยู่จัดวางได้กี่วิธี
- 3.3 ต้องการผลอย่างนี้จะทำอะไรได้บ้าง หรือจะทำได้กี่วิธี
- 3.4 จะทำอะไรได้บ้างเพื่อแก้ปัญหา
- 3.5 แทนที่จะถามว่า $5 + 5$ เป็นเท่าไร เปลี่ยนเป็น มีเลขอะไรบวกกันได้ 10 บ้าง
- 3.6 ให้นักเรียนบอกถึงประโยชน์ของต้นกล้วย แยกแยะตามหมวดหมู่ เช่น แบ่งตามส่วนต่าง ๆ

3.7 ระบุส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ

4. ตรงประเด็น เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ครูบางคนตั้งคำถามทั้ง ๆ ที่รู้คำตอบคืออยู่แล้ว เป็นข้อเท็จจริงแต่ไม่มีคุณค่าต่อการเรียนไม่ได้พัฒนาความคิดของนักเรียน

5. ชวนให้คิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดก่อนที่จะตอบ ครูควรระมัดระวังในการตั้งคำถาม 2 รูปแบบ คือ ทั้งปลายปิดและปลายเปิด ให้นักเรียนทั้งสองประเภทได้มีโอกาสใช้ความคิดรวดเร็วและความคิดไตร่ตรอง

6. ส่งเสริมการคิดระดับสูง ให้นักเรียนคิดเชิงนามธรรมโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือคำอธิบายเพื่อนำไปสู่รูปหาความสัมพันธ์ อ้างอิงเปรียบเทียบ เป็นต้น ครูจำเป็นต้องฝึกฝน เช่น

6.1 บอกสาเหตุ

6.2 บอกความเหมือนและความต่างของสิ่งต่าง ๆ

6.3 ให้ระบุข้อดีข้อเสียของสิ่งต่าง ๆ

6.4 จัดลำดับความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ

6.5 สรุปเรื่อง

7. เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วย การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และร่วมมือกันทำงานจะทำให้บรรยากาศการเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนาน

สรุปได้ว่าลักษณะคำถามที่ดีต้องเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิด ส่งผลดีต่อการเรียนการสอน ซึ่งควรมีลักษณะ ดังนี้ คำถามที่ชัดเจน สมบูรณ์ เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ส่งเสริมการคิดระดับสูง เป็นต้น

6.5 วิธีการถามที่ดี

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า การใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ครูจะต้องรู้จักลักษณะของคำถามที่ดี ครูต้องมีการวางแผนการใช้คำถามและวิธีการที่ดีในการถาม ดังนี้

1. เตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า และลองตอบคำถามนั้น ๆ เพื่อนำไปสู่ประเด็นที่ต้องการ และเตรียมคำถามสำหรับนักเรียนบางคนที่เก่งมากหรืออ่อนมาก

2. คำนึงถึงลักษณะของคำถามที่ดี และถามให้เป็นภาษาพูดง่าย ๆ เพื่อให้ นักเรียนเห็นเป็นเรื่องง่ายที่จะตอบ

3. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ ประเภท ทั้งคำถามแบบแคบและคำถามแบบ กว้าง คำถามแบบแคบช่วยให้นักเรียนสร้างมโนคติ ส่วนคำถามแบบกว้างช่วยส่งเสริมให้นักเรียน ใช้ความคิดในระดับสูงไปสู่การมโนคติในระดับที่สูงขึ้น

4. ให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม

5. ไม่ควรให้นักเรียนตอบพร้อมกันทั้งชั้น ให้นักเรียนตอบทีละคน การตอบพร้อมกันจะทำให้ นักเรียนบางคนไม่สนใจคำถาม ก่อให้เกิดความสับสน

6. ให้นักเรียนตอบคำถามด้วยความสมัครใจ การเรียกให้นักเรียนตอบคำถาม โดยที่นักเรียนยังไม่พร้อมจะทำให้ นักเรียนขาดความมั่นใจในการตอบ

7. ไม่เรียกชื่อนักเรียนก่อนถามคำถาม เพราะถ้าเรียกชื่อนักเรียนก่อนนักเรียน คนนั้นไม่พร้อมจะตอบจะตื่นเต้น ตกใจ ไม่สนใจคำถามและไม่สนใจคิดหาคำตอบ

8. เมื่อถามคำถามแล้ว ครูควรเว้นระยะ เพื่อให้ นักเรียนใช้ความคิด

9. ไม่ควรทวนคำถามหรือคำตอบ เพราะจะทำให้นักเรียนไม่สนใจฟัง
10. ถ้ามคำถามจากง่ายไปหายาก ซึ่งจะเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนอยากตอบ
11. เมื่อได้คำตอบที่ยังไม่ชัดเจนหรือยังไม่สมบูรณ์ ครูควรถามให้นักเรียนขยายคำตอบให้ชัดเจน
12. ควรใช้กิริยาท่าทางและน้ำเสียงเป็นส่วนประกอบในการถาม ช่วยให้บริการวิชาการในการใช้คำถามดีขึ้น เน้นเสียงในตอนที่เห็นว่าเป็นจุดสำคัญ
13. เมื่อถามคำถามแล้ว ครูไม่ควรชี้แนวทางหรือคำตอบให้นักเรียนทันทีจะทำให้เรียนไม่ได้คิด
14. เมื่อนักเรียนตอบถูก ครูควรกล่าวคำชมบ้าง เพื่อเป็นกำลังใจให้นักเรียนอยากตอบคำถามต่อไป เมื่อนักเรียนตอบผิดไม่ควรตำหนิ

ชนาธิป พรกุล (2554) กล่าวว่า เทคนิคการถามคำถาม แบ่งเป็น ดังนี้

1. การเว้นระยะเวลาที่ครูคอยภายหลังการถามคำถามก่อนเรียกผู้เรียนให้ตอบ จะทำให้ผู้เรียนตอบคำถามได้ยาว มีความถูกต้องมากกว่า
2. การเรียกให้ตอบ ควรถามคำถามก่อนเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบ เพราะทำให้ผู้เรียนคิดคำตอบหลายคน หรือทุกคน ไม่ควรเรียกชื่อให้ผู้เรียนรู้สึกอาย
3. การถามซ้ำ หรือถามเพิ่มเติม ถ้าผู้เรียนตอบไม่ถูก หรือไม่ครบถ้วน ครูไม่ควรเฉลยคำตอบ แต่ควรใช้คำถามเดิม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น
4. การให้รางวัล ทำได้ใน 2 ลักษณะ คือ การพูด และการใช้ท่าทาง การพูด ได้แก่ ดีทำได้ดี ถูกต้อง เยี่ยม และการใช้ท่าทาง ได้แก่ การยิ้ม พยักหน้ารับ มองตา หรือทำท่าทางการชมความค้ำอย่างจริงใจ

สรุปได้ว่าวิธีการถามที่ดีครูต้องรู้จักลักษณะของคำถามต้องใช้คำถามให้ถูกที่ถูกเวลาเหมาะสมกับเนื้อหา กับผู้เรียน มีการเว้นระยะเพื่อรอคอยคำตอบอย่างเหมาะสม และมีการเสริมแรงระหว่างการถามคำถามด้วย

ดังนั้น จากการศึกษาการใช้คำถาม ผู้วิจัยเลือกใช้คำถามระดับสูงตามแนวคิดของ Bloom ซึ่งประกอบด้วย คำถามการนำไปใช้ คำถามวิเคราะห์ คำถามสังเคราะห์ และคำถามประเมินค่า มาใช้พัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) โดยผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงในขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และ ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 บทบาทของครูและนักเรียนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
(7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
และ ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็น ปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนแสดง ความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ ประสบการณ์เดิม - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจ ตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ครูกับนักเรียนอภิปรายร่วมกัน และนักเรียนกับนักเรียน
2. ไร่้าความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือ เรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเอง จากความสงสัยหรืออาจเริ่ม จากความสนใจของตัวเอง นักเรียนเองหรือเกิดจากการ อภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่ น่าสนใจ อาจมาจาก เหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่อง ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้วครูเป็น คนกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง คำถามกำหนดประเด็นที่จะ ศึกษาในกรณีที่ยังไม่มี	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่ น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียน สนใจตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจน นักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและ นำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/ สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการรู้

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา		
3. สำรวจค้นหา (Explore) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นไว้ความสนใจซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีการศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียนให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
บรรยายสรุป สร้างและจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาดสร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนหรือเกี่ยวกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนสังเกต - ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและบ่งชี้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด - ครูใช้คำถามระดับสูง เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถทางความคิดพิจารณาหาคำตอบ และสามารถลงข้อสรุป สร้างความรู้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลมาได้อย่างถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์มาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบการอธิบาย - คิดพิจารณาตอบคำถามระดับสูงที่ครูถามอย่างระมัดระวัง โดยใช้ข้อมูลจากที่สำรวจมาตอบคำถามแล้ว - พิจารณาลงข้อสรุป - สร้างองค์ความรู้ใหม่จากข้อมูลและแนวทางที่ใช้ตอบคำถาม
5. ขยายความรู้ (Elaborate) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่า	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบทเปิด 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ - ไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อ

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ข้อจำกัดน้อย ก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้อีกกว้างขวางขึ้น	โอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย ความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลายพร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถาม - ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้ข้อสรุปที่ตนเองสรุปไว้ขยายความรู้ได้ โดยครูใช้คำถามระดับสูง เพื่อให้ นักเรียนได้ใช้ความคิด	- ค้นพบกับเพื่อน - คิดพิจารณาตอบคำถามระดับสูงที่ครูถามอย่างระมัดระวัง โดยใช้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ที่สร้างได้มาขยายความรู้ ปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่คล้ายกัน
6. ประเมินผล (Evaluate) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปปรับใช้ประเมินความรู้ และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดใน	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้แสดงความรู้ความเข้าใจจากกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบ
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	- ประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

7. คะแนนพัฒนาการ

7.1 ความหมายของคะแนนพัฒนาการ

ณัชชา มหปฎญานนท์ (ม.ป.ป.) คะแนนพัฒนาการ เป็นค่าที่ได้จากผลการเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ซึ่งผู้สอนดำเนินการได้ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนของนักเรียน

คะแนนพัฒนาการ (Growth score) คือ ค่าที่เป็นตัวเลขจากการเปรียบเทียบผลการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป การวัดพัฒนาการของผู้เรียน เป็นกระบวนการผู้สอนดำเนินการได้ตั้งแต่ก่อนเรียน ในช่วงระหว่างเรียนและเมื่อสิ้นสุดการเรียน ผลจากการวัดบอกถึงความสามารถที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน ดังนั้น การวัดพัฒนาการของผู้เรียนรายบุคคลจึงต้องประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ เป็นการวัดพฤติกรรมเดียวกันของผู้เรียนคนเดิม และเป็นการวัดต่อเนื่องในแต่ละช่วงระยะเวลา เช่น วัดผลภาษาไทยก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นการวัดพัฒนาการ 2 ครั้ง หากวัดเดือนละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 4 เดือน เป็นการวัดพัฒนาการ 4 ครั้ง เป็นต้น

7.2 วิธีการวัดและการแปลผลคะแนนพัฒนาการ

ณัชชา มหปญญานนท์ (ม.ป.ป.) การวัดพัฒนาการ (Growth measurement) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การวัด การเปลี่ยนแปลง (Change measurement) เป็นศาสตร์การวัด ที่ได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องช่วงเวลาที่มีการพัฒนาความรู้ทางเทคโนโลยีมาใช้อย่างแพร่หลายมากตั้งแต่ ปี ค. ศ. 1990 เป็นต้นมาการวัดและวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการมีหลายวิธี การแปลผลคะแนนพัฒนาการ จึงขึ้นกับลักษณะการวัดและวิเคราะห์ ตั้งแต่การวิเคราะห์อย่างง่ายจนถึงการใช้สถิติขั้นสูงพจนานุกรมทางการศึกษาระหว่างประเทศ ปี ค.ศ. 1994 (The International Encyclopedia of Education) แบ่งประเภทของการวัดการเปลี่ยนแปลง เป็น 2 ประเภท คือ วิธีการวัดแนวเดิมและวิธีการวัดแนวใหม่ สำหรับวิธีการวัดแนวเดิม ส่วนใหญ่เป็นการวัด 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการเรียน ใช้การวิเคราะห์อย่างง่ายกับคะแนนจากการวัด (Observe score) ที่มีได้วัดความคลาดเคลื่อนออก ส่วนวิธีการวัดแนวใหม่ เป็นการวัดเป็นระยะ ๆ ต่อเนื่องมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไปและที่วิเคราะห์จากคะแนนที่แท้จริง (True score) คะแนนที่แท้จริงได้จากคะแนนการวัดที่สกัดคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด (Error score) ออก

การแปลผลคะแนนพัฒนาการ แปลความหมายได้หลายประการขึ้นกับวิธีการวัด และวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการ การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสามารถทำได้หลายวิธีทั้งรูปแบบการวิเคราะห์อย่างง่ายกับคะแนนการวัด (Observed score) จนถึงการวิเคราะห์ขั้นสูงกับคะแนนจริง (True score) คะแนนการวัดหรือคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ยังมิได้สกัดคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดออกแล้ว แต่ในที่นี้จะเสนอวิธีวัดที่ทำได้ง่ายและเข้าใจง่ายจากคะแนนการวัด ได้แก่ วิธีการวัดความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบ วิธีการวัดคะแนนการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์ วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้รายละเอียดของวิธีหาคะแนนพัฒนาการแต่ละวิธีมี ดังนี้

1. วิธีการวัดคะแนนความแตกต่าง (Difference Score)

วิธีนี้ได้จากคะแนนการวัด 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานทั่วไปในคะแนนพัฒนาการ โดยมีแนวคิดที่คะแนนพัฒนาการเป็นคะแนนครั้งหลัง (Post score) ที่เปลี่ยนไปจากครั้งแรก (Pre score) แนวคิดนี้เป็นแนวคิดที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถคำนวณได้ง่าย สะดวกและไม่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางสถิติมากนัก การหาคะแนนพัฒนาการคือคะแนนครั้งหลังลบด้วยคะแนนครั้งแรก ดังนี้

Difference Score = post score - pre score

เช่น ด.ช.สมรัก สอบก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียนได้ 8 คะแนน

(จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน) ดังนั้น คะแนนพัฒนาการของ ด.ช.สมรัก เท่ากับ $8 - 3 = 5$
การแปลผลคะแนนพัฒนาการ ประเภทคะแนนความแตกต่าง คือ คะแนนครั้งหลังของ
ด.ช.สมรัก ที่เปลี่ยนไปจากครั้งแรกจำนวน 5 คะแนน

วิธีนี้อาจไม่ยุติธรรมกับผู้ที่ได้คะแนนจากการสอบครั้งแรกสูง เพราะปริมาณ
คะแนนเพิ่มจะน้อยกว่าคนที่สอบครั้งแรกได้คะแนนต่ำ เช่น ด.ญ.สมจิต สอบก่อนเรียนได้ 7
คะแนน ดังนั้นแม้ ด.ญ.สมจิต จะได้คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนพัฒนาการของ ด.ญ.สมจิต
เท่ากับ $10 - 7 = 3$ ดังนั้น คะแนนพัฒนาการของ ด.ญ.สมจิต น้อยกว่า ด.ช.สมประสงค์ ทั้งนี้
เพราะ Difference score = Post score – Pre score ถูกจำกัดด้วยคะแนนเต็มที่มีเพียง 10
คะแนน ข้อจำกัดลักษณะนี้ เรียกว่า อิทธิพลคะแนนเพดาน

2. วิธีวัดคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (Relative Gain Score)

วิธีนี้ได้จากคะแนนการวัด 2 ครั้ง คือ คะแนนครั้งแรกและครั้งหลัง การหา
คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์จากสัดส่วนของผลต่างระหว่างคะแนนจากการวัดทั้ง 2 ครั้งกับผลต่างระหว่าง
คะแนนเต็มกับคะแนนการวัดครั้งแรก สำหรับการคูณอัตราส่วนด้วย 100 เพื่อให้ค่าที่ได้เป็น
ทศนิยม สมการคำนวณคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ คือ

$$S = 100 (Y - X) / F - X$$

เมื่อ	S	คือ	คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์
	F	คือ	คะแนนเต็มของการวัดทั้งครั้งแรกและครั้งหลัง
	X	คือ	คะแนนการวัดครั้งแรก
	Y	คือ	คะแนนการวัดครั้งหลัง

คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์มีจุดเด่น คือ

- 1) สามารถแก้ปัญหาอิทธิพลคะแนนเพดาน เป็นปัญหาผู้ที่ได้คะแนนการวัด
ครั้งแรกสูงแต่ปริมาณคะแนนเพิ่มจะน้อยกว่าคนที่ได้คะแนนครั้งแรกต่ำ
- 2) สามารถจำแนกผู้ที่ได้คะแนนความแตกต่างที่เท่ากัน แต่คะแนนครั้งแรก
ไม่เท่ากันผู้ที่ได้คะแนนครั้งแรกสูง จะได้คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ มากกว่าผู้ที่ได้คะแนนครั้งแรกต่ำ
ตัวอย่าง คะแนนการสอบสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของผู้เรียน 3 คน มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน
ด.ญ.สมจิต ก่อนเรียนได้ 6 คะแนน หลังเรียนได้ 10 คะแนน ดังนั้น คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ของ

ด.ญ.สมจิต เท่ากับ $S = 100 (10-7/10-7) = 100$ ด.ช.สมรักก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียนได้ 8 คะแนน ดังนั้น คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ของ ด.ช.สมรักเท่ากับ $S = 100 (8-3/10-3) = 71.4$
 ด.ช.สมประสงค์ใจ สอบก่อนเรียนได้ 6 คะแนน หลังเรียนได้ 8 คะแนน ดังนั้นคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ของ ด.ช.สมประสงค์ใจ เท่ากับ $S = 100 (8-3/10-6) = 50.0$

นางลักษณ วิรัชชัย (2542) ได้แบ่งวิธีวัดคะแนนพัฒนาการออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นการวัดคะแนนพัฒนาการที่มีการวัด 2 ครั้ง ใช้สถิติที่ไม่ยุ่งยาก ซึ่งเรียกว่าเป็นวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแบบดั้งเดิม กลุ่มที่ 2 เป็นการวัดคะแนนพัฒนาการที่มีการวัดมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไป และใช้โมเดลต่าง ๆ เช่น โมเดลลิสเรล โมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่นมาประมาณค่าคะแนนพัฒนาการ และเรียกว่าเป็นวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแนวใหม่ สำหรับวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการแบบดั้งเดิม มีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ

(Observed difference score) วิธีนี้คะแนนพัฒนาการหมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนสอบหลังเรียนและคะแนนสอบก่อนเรียน โดยมีข้อตกลงว่าการสอบทั้ง 2 ครั้ง ได้วัดคุณลักษณะเดียวกัน โดยใช้แบบสอบชุดเดิมหรือแบบสอบคู่ขนาน ซึ่งมีสมการ ดังนี้

$$DS = X_2 - X_1$$

เมื่อ DS คือ	วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ
X_2 คือ	คะแนนสอบหลังเรียน
X_1 คือ	คะแนนสอบก่อนเรียน

จุดเด่นวิธีนี้ คือ เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดของการวัดคะแนนพัฒนาการที่ใช้วัด 2 ครั้ง เป็นวิธีเริ่มแรกของการวัดคะแนนพัฒนาการที่ได้รับความนิยมสูง เพราะเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่ลำเอียงในการหาคะแนนพัฒนาการที่ไม่แท้จริง

จุดอ่อนของวิธีการวัดวิธีนี้คือมีค่าความเที่ยงต่ำ คะแนนพัฒนาการไม่เป็นอิสระจากคะแนนเริ่มต้น คะแนนพัฒนาการมีความสัมพันธ์ทางลบกับคะแนนเริ่มต้น ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เทียมและข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

2. **วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากคะแนนมาตรฐาน** (Standard score method) วิธีนี้ Labouvie เสนอขึ้นในปี 1982 โดยคะแนนพัฒนาการประมาณการจากผลต่างระหว่างคะแนนมาตรฐานก่อนเรียนเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$SC = Z_2 - Z_1$$

เมื่อ SC	คือ	วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากคะแนนมาตรฐาน
Z_2	คือ	คะแนนมาตรฐานหลังเรียน
Z_1	คือ	คะแนนมาตรฐานก่อนเรียน

จุดเด่นวิธีนี้คือแก้ปัญหาในด้านของคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนที่มีการแจกแจงแตกต่างกัน เมื่อแปลงคะแนนให้เป็นคะแนนมาตรฐานจะได้คะแนนอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน (Scale) ซึ่งทำให้คะแนนพัฒนาการสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ระหว่างคนหรือระหว่างวิชาที่ต่างกัน

3. **วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากลอการิทึมของคะแนนดิบ** (Logarithm of observed score method) วิธีนี้ Tornqvist, Vartia, and Vartia ได้เสนอขึ้นในปี 1985 โดยคะแนนพัฒนาการประมาณค่าจากผลต่างระหว่างลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนสอบหลังเรียนกับลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนสอบก่อนเรียนเขียนเป็นสมการ ดังนี้

$$NL = \ln X_2 - \ln X_1$$

เมื่อ NL	คือ	วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากลอการิทึมของคะแนนดิบ
$\ln X_2$	คือ	ลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนสอบหลังเรียน
$\ln X_1$	คือ	ลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนก่อนหลังเรียน

วิธีนี้มีจุดเด่นในการแก้ปัญหาในกรณีที่คะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนไม่เป็นฟังก์ชันแบบบวก จึงแปลงค่าคะแนนทั้ง 2 ตัวให้เป็นค่าลอการิทึมธรรมชาติ ซึ่งทำให้ คะแนนลอการิทึมธรรมชาติทั้ง 2 ตัว มีการแจกแจงแบบสมมาตร เป็นฟังก์ชันแบบบวก และมีคุณสมบัติเป็นการแจกแจงปกติ (Symmetric, additive and normalized properties)

4. วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

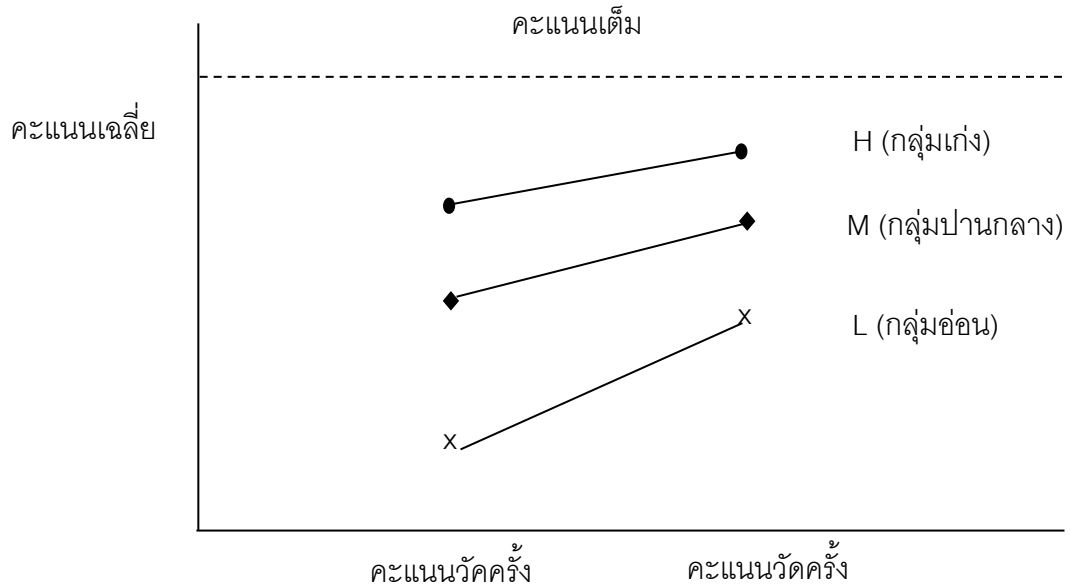
วิธีนี้เป็นวิธีที่ ศิริชัย กาญจนวาสี เสนอขึ้นมา โดยคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ประมาณค่าอัตราส่วนร้อยละระหว่างผลต่างของคะแนนสอบครั้งหลังกับคะแนนสอบครั้งแรกกับผลต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนสอบครั้งแรก เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$SR = 100 (Y - X) / (F - X)$$

เมื่อ SR	คือ	วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์
F	คือ	คะแนนเต็มในการวัด
Y	คือ	คะแนนสอบครั้งหลัง
X	คือ	คะแนนสอบครั้งแรก

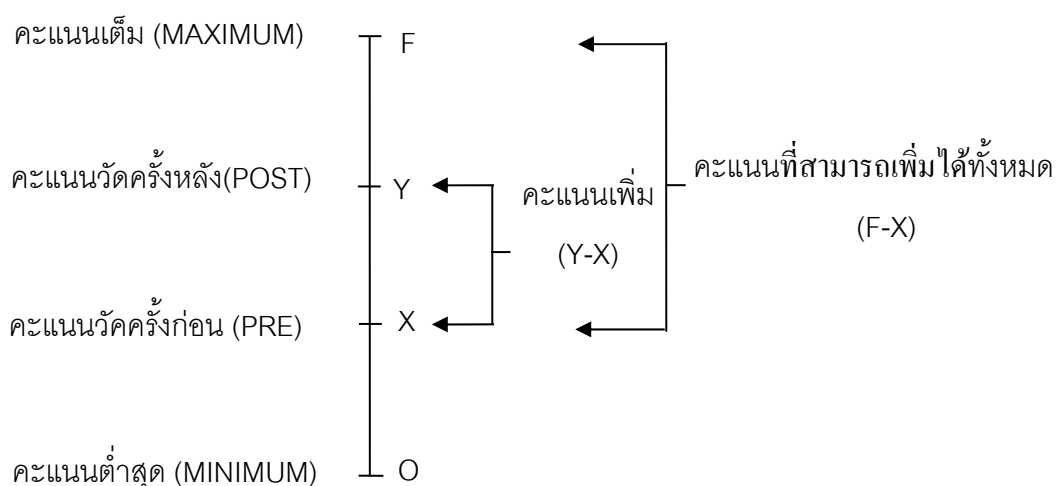
วิธีนี้ ศิริชัย กาญจนวาสี เสนอว่าเพื่อลดปัญหาการถดถอยเข้าสู่ส่วนกลางรวมทั้งคำนึงถึงอัตราความงอกงามเนื่องจากได้นำทั้งพัฒนาการสัมบูรณ์ และพัฒนาการที่น่าจะพัฒนาได้ของแต่ละคนมาคิด ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาเรื่องอิทธิพลเพดานได้อีกทางหนึ่ง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) กล่าวถึงการคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain scores) ดังนี้ การคำนวณคะแนนพัฒนาการของผู้เรียนที่พิจารณาจากคะแนนเพิ่มหรือคะแนนผลต่าง (Y-X) ที่ได้จากการวัดครั้งแรก (X) และการวัดครั้งหลัง (Y) มักประสบปัญหาจากอิทธิพลเพดาน (Ceiling Effect) เนื่องจากกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถสูง เช่น กลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางโดยเฉลี่ยแล้วจะมีคะแนนการวัดครั้งแรกที่สูงกว่ากลุ่มอ่อน เมื่อมีการวัดครั้งหลังโอกาสที่คะแนนครั้งหลังจะสูงขึ้นได้เพียงได้นั้นจะถูกกำหนดโดยเพดาน (คะแนนเต็ม) ทำให้คะแนนเพิ่มของกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีแนวโน้มที่จะต่ำกว่ากลุ่มอ่อน การคำนวณคะแนนเพิ่มขึ้นจะยังเป็นปัญหามากยิ่งขึ้น ถ้าแบบสอบที่ใช้วัดเป็นแบบสอบที่ค่อนข้างง่าย



ภาพที่ 2-2 ปัญหาของอิทธิพลเพดาน (Ceiling effect) ในการคำนวณคะแนนพัฒนาการ

ในการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่างๆ มีผู้เสนอสูตรคำนวณแตกต่างกันตามแนวคิดและการออกแบบวิธีการวัด สูตรการคำนวณที่ง่ายและน่าเชื่อถือ เป็นสูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative gain score) ที่เสนอโดยศิริชัย กาญจนวาสี สามารถแก้ปัญหาค่าอิทธิพลเพดานได้มีสูตรและวิธีการคำนวณ ดังนี้



ภาพที่ 2-3 หลักการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

$$DS (\%) = [(Y-X) / (F-X)] \times 100$$

DS (%) คือ คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน
(Development score)(คิดเป็นร้อยละ)

X คือ คะแนนการวัดครั้งก่อน

Y คือ คะแนนการวัดครั้งหลัง

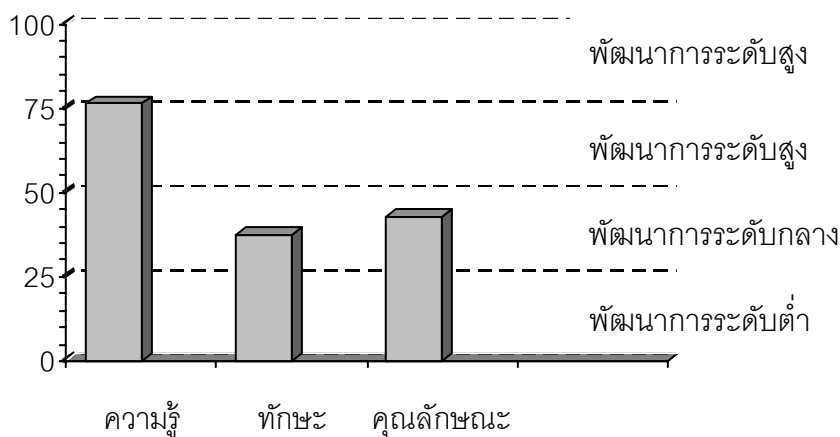
F คือ คะแนนเต็ม

ตัวอย่างการคำนวณคะแนนพัฒนาการด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ
ที่พึงประสงค์ของผู้เรียน ดังแสดงในตารางที่ 2-4 และตัวอย่างวิธีการประเมินและนำเสนอ
ดังภาพที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ผลการวัดคะแนนพัฒนาการด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของ
ผู้เรียน

เลข ที่	ชื่อ	การวัดครั้งที่ 1			การวัดครั้งที่ 2			คะแนนพัฒนาการ		
		ความรู้ (100)	ทักษะ (50)	คุณ ลักษณะ (80)	ความรู้ (100)	ทักษะ (50)	คุณ ลักษณะ (80)	ความรู้ (%)	ทักษะ (%)	คุณ ลักษณะ (%)
1	ก	15	10	10	80	25	40	76.47	37.50	42.86
2	ข	10	10	15	50	30	40	44.44	50.00	38.46
3	ค	30	15	20	70	35	50	57.14	57.14	50.00
4	ง	40	20	30	90	45	60	83.33	83.33	60.00
5	จ	25	15	20	35	20	30	13.33	14.29	16.67

คะแนนพัฒนาการ



ภาพที่ 2-4 แผนภูมิแท่งแสดงพัฒนาการของ ก.

สรุปคะแนนพัฒนาการ หมายถึง คะแนนพัฒนาการ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบ คะแนนตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป โดยผู้สอนดำเนินการตั้งแต่ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยคะแนนดังกล่าว เป็นความสามารถที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี มีสูตรในการคำนวณดังนี้ $DS (\%) = [(Y-X) / (F-X)] \times 100$ เนื่องจากวิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการเก็บคะแนนเพียง 2 ครั้ง คือก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนและมีข้อดีในการช่วยลดอิทธิพลเพดานของคะแนนเต็มได้อีกด้วย

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยภายในประเทศ

วิศรา ศิริมงคล (2549) ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและแก๊ส และการกำจัดของเสีย และความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. มีความคิดเชิงเหตุผลเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความคิดเชิงเหตุผลมากกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. และนักเรียนหญิงมีความคิดเชิงเหตุผลมากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตามไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและรูปแบบการเรียนต่อการมีความคิดเชิงเหตุผล สรุปการเรียนแบบ

วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นสามารถพัฒนาความคิดเชิงเหตุผลได้มากกว่าและทำให้มีแนวความคิดที่ถูกต้องมากกว่าการเรียนรู้สืบเสาะแบบ สสวท.

ศิริธญา ทาคำถา (2551) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอาหารและสารอาหารของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 43 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง แบบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิติกร อ่อนโยน (2551) ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้คำถามระดับสูง และเปรียบเทียบความสามารถความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้คำถามระดับสูงกับกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งอรุณ มะณีโรจน์ (2552) ได้ทำการคิดเชิงเหตุผล การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง ร่างกายของเรา มีการคิดเชิงเหตุผล การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพประสิทธิผลเหมาะสมนักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล การคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ดังนั้น จึงควรส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์นำรูปแบบการสอนทั้ง 2 รูปแบบนี้ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรายวิชาต่อไป

จิรนนท์ จันทยุทธ (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง พันธะเคมี และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อันสูง 7 ชั้น กับแบบปกติกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อันสูง 7 ชั้น เรื่อง พันธะเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียน และการคิดวิเคราะห์ โดยรวมและรายด้าน 3 ด้าน คือการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.017$) ดังนั้น จึงควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนนำการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้อันสูง 7 ชั้น ไปเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์และในวิชาอื่น ๆ ต่อไป

สำเนียง แสงศิลา (2555) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานแสง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงเหตุผล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้อันสูงแบบวัฏจักรการเรียนรู้อันสูง (7E) และ กิจกรรมการเรียนรู้อันสูงแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้อันสูงแบบวัฏจักรการเรียนรู้อันสูง 7 ชั้น และนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้อันสูงแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานแสง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงเหตุผลไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้อันสูงแบบวัฏจักรการเรียนรู้อันสูง 7 ชั้น และแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน มีกระบวนการที่หลากหลาย เน้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์นำวิธีการทั้งสองนี้ไปใช้จัดการเรียนการสอนทุกระดับชั้น

ธัญญวีรย์ สมองดี (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 ชีววิทยาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม
 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทาง
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข พบว่า ผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม
 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติ
 ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
 อยู่ในระดับมาก (ระดับ 4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ozlem (2006) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบ 7E Learning cycle model
 และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 จำนวน 46 คน จาก 2 ห้องเรียน ที่มีครูวิทยาศาสตร์คนเดียวกันสอน ซึ่งสุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม
 คือกลุ่มทดลองสอนโดย 7E Learning cycle model และกลุ่มควบคุมสอนแบบดั้งเดิม
 ทำการ Pre-test และ Post-test นักเรียนโดยใช้ Cornell conditionnal reasoning Test
 พร้อมทั้งตรวจสอบปัจจัย เพศ และรายได้ครอบครัวของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ วิเคราะห์
 ข้อมูลหาค่า Covariance โดยใช้ F-test พบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ดีกว่า
 กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ส่วนเพศและรายได้ของครอบครัวพบว่าไม่แตกต่างกัน

Kanli และ Yagbasan (2007, อ้างถึงใน จีรนนท์ จันทยุทธ, 2554) เปรียบเทียบ
 ผลกระทบของการสอนปฏิบัติการพื้นฐาน โดยใช้ 7E Learning cycle model กับการสอนแบบ
 ดั้งเดิมต่อความเข้าใจการทดลอง พัฒนาการทักษะทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ของนักศึกษามหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 วิชาฟิสิกส์ 1 (Physics laboratory-1) จำนวน 81 คนกลุ่ม
 ควบคุมเป็นนักศึกษาภาคพิเศษ จำนวน 43 คน และกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาภาคปกติ
 จำนวน 38 คน ทำการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยทดสอบ Pre-test และ Post-test กับนักศึกษาทั้ง
 สองกลุ่มโดยใช้ Science process skills Test-SPST เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของทักษะ
 ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา และใช้ Force concepe inventotory – FCI สำหรับทดสอบ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามลำดับ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ANOVA และ t-test พบว่า
 กลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการสอนโดย 7E Learning cycle model มีประสิทธิผลต่อพัฒนาการการเรียนรู้
 ของนักเรียนมากกว่าวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิม

Rowley (2007) ได้ศึกษาผลการใช้ความคิดและวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ บนความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อการหมุ่นอย่างอิสระในแนวราบ การศึกษานี้เป็นวิธีการที่ผสมกันระหว่างวิธีการกึ่งทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การหาคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพ การรวบรวมและการทดสอบ จากการรวบรวมข้อมูลด้านการศึกษาโดยใช้ไคสแควแมกเวลสจีวิต ในการประเมินสถิติการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในการหมุ่นในแนวราบ โดยใช้ความคิดและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการหมุ่นและกฎของนิวตันได้อย่างสมบูรณ์โดยใช้ความคิดและวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพและการประเมินโดยใช้ไคสแควแมกเวลสจีวิตพบว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในการหมุ่นและกฎของนิวตัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้ความคิดและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Khan & Iqbal (2011, อ้างถึงใน จีรนนท์ จันทยุทธ, 2554) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีการสอนแบบดั้งเดิม (Traditional lab method) ในวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลกระทบของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยทดสอบ Pre-test เพื่อวัดระดับทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม หลังจากนั้น นักเรียนกลุ่มตัวอย่างถูกสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ 7E Learning cycle model และกลุ่มควบคุมถูกสอนโดยวิธีการสอนแบบดั้งเดิม เป็นระยะเวลา 30 วัน แล้วทำการทดสอบ Post-test และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ t-test พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และยังพบว่าวิธีสอนการทดลอง (Lab) แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสิทธิผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มากกว่าการสอนทดลองแบบดั้งเดิม

Gurbuz และคณะ (2013) ทำการศึกษาในการสอนเรื่อง “Electricity in our life” โดยเปรียบเทียบนักเรียน 2 กลุ่ม แบ่งเป็น กลุ่มทดลองได้รับการเรียนรูปแบบ 7E และกลุ่มควบคุมได้รับการเรียนแบบเรียนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และโปรแกรมการสอนเทคโนโลยีตามที่ได้รับอนุมัติจากกระทรวงศึกษาธิการ ทั้ง 2 กลุ่มต้องทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนรูปแบบ 7E มีการเรียนรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบเรียนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ และโปรแกรมการสอนเทคโนโลยีตามที่ได้รับอนุมัติจากกระทรวงศึกษาธิการอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) และการใช้คำถามระดับสูงนั้น สามารถใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่าง มีเหตุผลได้ สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 7 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 248 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 20 คน ทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (ไพศาล วรรคํา, 2555) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มทดลอง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
O_1	แทน	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
O_2	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

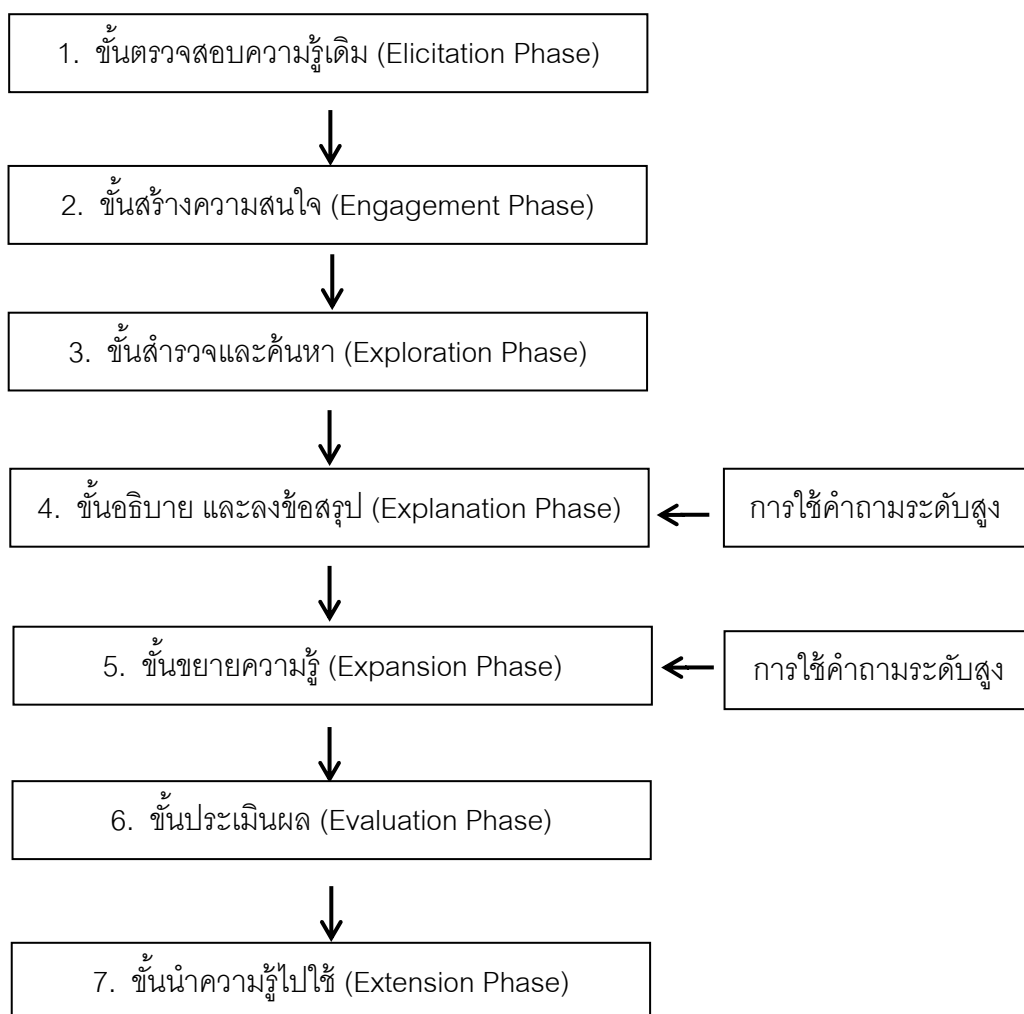
1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลภัฏยานุกูลตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 - 6)

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนต้องสรุปผล เพื่อให้ได้หลักการจากข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามา ซึ่งเป็นลักษณะของการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย ดังนั้นจึงใช้คำถามระดับสูงในขั้นดังกล่าว และในขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำหลักการที่ได้จากชั้นอธิบายและลงข้อสรุปมาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้จึงมีลักษณะของการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย ดังนั้นจึงใช้คำถามระดับสูงร่วมในขั้นตอนนี้ด้วยเช่นกัน ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนชลกันยานุกูล โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ซึ่งได้เนื้อหา 4 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 คาบ คาบละ 50 นาที ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้
เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (%)
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปกระบวนการย่อย อาหารของจุลินทรีย์ เปรียบเทียบแบบแผน ของทางเดินอาหาร ของสัตว์บางชนิด	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1 - การย่อยอาหารของ จุลินทรีย์	1. อธิบาย และสรุป กระบวนการย่อย อาหารของจุลินทรีย์ บางชนิด 2. อธิบายการย่อย อาหารภายนอกเซลล์ ของจุลินทรีย์บางชนิด	2	10
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปกระบวนการย่อย อาหารของจุลินทรีย์ เปรียบเทียบแบบแผน ของทางเดินอาหาร ของสัตว์บางชนิด	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2 - การย่อยอาหารของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	1. อธิบาย และสรุป กระบวนการย่อย อาหารของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียว 2. อธิบายการย่อย อาหารภายในเซลล์ของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	2	10
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปกระบวนการย่อย อาหารของจุลินทรีย์ เปรียบเทียบแบบแผน ของทางเดินอาหาร ของสัตว์บางชนิด	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 - การย่อยอาหารของ สัตว์ (การย่อยอาหาร ของสัตว์ไม่มีกระดูก สันหลัง)	1. อธิบาย สรุปและ เปรียบเทียบแผน ทางเดินอาหารของ กระบวนการย่อย อาหารสัตว์ไม่มีกระดูก สันหลังบางชนิด	3	20

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (%)
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปกระบวนการย่อย อาหารของจุลินทรีย์ เปรียบเทียบแบบแผน ของทางเดินอาหาร ของสัตว์บางชนิด	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4 - การย่อยอาหาร ของสัตว์(การย่อย อาหารของสัตว์มี กระดูสันหลัง)	1. อธิบาย สรุป และ เปรียบเทียบแบบ ทางเดินอาหารและ กระบวนการย่อย อาหารของสัตว์มี กระดูสันหลังบาง ชนิด	3	20
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปถึงส่วนประกอบ และหน้าที่ของทางเดิน อาหารแต่ละส่วนใน ร่างกายของคน รวมถึง กระบวนการย่อย อาหารและการดูดซึม สารอาหาร	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 5 - การย่อยอาหาร ของคน	1. อธิบาย และสรุป ถึงส่วนประกอบและ หน้าที่ของทางเดิน อาหารแต่ละส่วนใน ร่างกายคน รวมถึง กระบวนการย่อย อาหารและดูดซึม สารอาหาร	3	20

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (%)
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปถึงส่วนประกอบ และหน้าที่ของทางเดิน อาหารแต่ละส่วนใน ร่างกายของคน รวมถึง กระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึม สารอาหาร	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 6 - การย่อยอาหารของ คน(สาเหตุบาง ประการที่ทำให้เกิด ความผิดปกติกับ ทางเดินอาหาร บางส่วนของคน) บางส่วนของคน)	1. สรุปและระบุ สาเหตุบาง ประการที่ทำให้ เกิดความ ผิดปกติกับ ทางเดินอาหาร บางส่วนของคน และสามารถนำ ความรู้ไปใช้ใน การดูแลสุขภาพ	3	20
	รวม		16	100

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 6 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.4.2 ผลการเรียนรู้

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 สาระการเรียนรู้

1.4.6 การวัดและประเมินผล

1.4.7 กิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ดังนี้

1. ^๑ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
2. ^๒ขั้นสร้างความสนใจ
3. ^๓ขั้นสำรวจค้นหา
4. ^๔ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง)
5. ^๕ขั้นขยายความรู้ (ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง)
6. ^๖ขั้นประเมินผล
7. ^๗ขั้นนำความรู้ไปใช้

1.4.8 สื่อการเรียนรู้

1.4.9 แหล่งเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ดังนี้ ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนนิเทศศาสตร์โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และด้านการวัด ประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถามโดย นำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนนดังนี้

คะแนน 5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
คะแนน 4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
คะแนน 3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
คะแนน 2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
คะแนน 1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น จากการประเมินความเหมาะสม พบว่ามีค่าความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 4.76 – 4.91 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.20

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ปรับปรุงการใช้ภาษาให้เหมาะสม ปรับปรุงเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินให้ชัดเจน และปรับปรุงคำถามที่ใช้ในแผนให้เป็นคำถามระดับสูง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาความหมายและแนวคิดการคิดอย่างมีเหตุผล

2.2 ศึกษาหลักการและลักษณะของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาผู้วิจัยกำหนดกรอบเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลประกอบด้วย การคิดอย่างมีเหตุผล 2 แบบ ได้แก่ แบบนิรนัย และแบบอุปนัย

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นแบบอัตนัย

จำนวน 9 สถานการณ์ (หนึ่งสถานการณ์มีข้อสอบแบบนิรนัย 1 ข้อ และข้อสอบแบบอุปนัย

1 ข้อ) รวมจำนวนข้อสอบ 18 ข้อ เพื่อใช้สร้างข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ฉบับละ 6 ข้อ(ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ มีข้อสอบแบบนิรนัย 3 ข้อ และข้อสอบแบบอุปนัย

3 ข้อ) ซึ่งสถานการณ์ที่ใช้ในแบบทดสอบประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

และบทความที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเป็นข้อสอบที่ไม่อ้างอิงเนื้อหาตามบทเรียน หนึ่ง
สถานการณ์ประกอบด้วยความคิดอย่างมีเหตุผล 2 แบบ ได้แก่ แบบนิรนัย และแบบอุปนัย โดยสร้าง
ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบ ดังตารางที่ 3-3 และกำหนดเกณฑ์
การให้คะแนนดังนี้

- 3 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูก ให้เหตุผลถูกต้องครบถ้วนตามสถานการณ์การ
ที่ให้มา
- 2 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูกให้เหตุผลสนับสนุนถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
- 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบถูก แต่ไม่ให้เหตุผลสนับสนุน
- 0 คะแนน เมื่อนักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

ตารางที่ 3-3 วิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบที่กำหนด

วิเคราะห์เนื้อหาตามการคิดอย่างมีเหตุผล	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ
1. แบบนิรนัย	50	6
2. แบบอุปนัย	50	6
รวม	100	12

ตัวอย่างข้อสอบการคิดอย่างมีเหตุผล

สถานการณ์ที่ 0 เรื่อง งานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมหาหิงคุ์และการทดลองทางคลินิก

มหาหิงคุ์มีผลต่อทางเดินอาหาร โดยช่วยลดอาการปวดเกร็งในช่องท้อง (Antispasmodic) ขับลม (Crminative) ช่วยย่อย (Digestive) ระบาย (Laxative) และมีฤทธิ์ถ่ายพยาธิบางชนิด (Anthelmintic) ส่วนประโยชน์อื่นๆ ของมหาหิงคุ์ ได้แก่ ขับเสมหะ (Expectorant) ช่วยกล่อมประสาท ทำให้อ่อนหลับดี (Sedative) แก้ปวดอย่างอ่อน (Analgesic) และฆ่าเชื้อเฉพาะที่ (Antiseptic)

ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ เกี่ยวกับฤทธิ์ของมหาหิงคุ์อีกมากมาย ที่ตีพิมพ์ออกมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการนำมหาหิงคุ์มาช่วยในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้มหาหิงคุ์ในการรักษาภาวะต่างๆ ของสตรี และการใช้คุมกำเนิดในสตรี หรือใช้ในการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบเลือดและหลอดเลือด และคนบางกลุ่มยังมีการใช้มหาหิงคุ์ในการเสริมภูมิคุ้มกันให้แก่ว่างกายอีกด้วย

อย่างไรก็ดี ไม่พบการใช้มหาหิงคุ์ในแง่มุมอื่น นอกจากการใช้ขับลม โดยในยาแผนปัจจุบัน มีเฉพาะการใช้มหาหิงคุ์ทิงเจอร์ ทาท้องเด็ก บรรเทาอาหารท้องขึ้น ท้องเฟ้อเท่านั้น ฤทธิ์อื่น ๆ ไม่พบมีการใช้จริง อาจเนื่องจากรายงานวิจัยที่มียังไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างชัดเจน

ที่มา : ภญ.ดร.นิศารัตน์ ศิริวัฒน์เมธานนท์

ภาควิชาเภสัชพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

<http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/247/มหาหิงคุ์แก้เด็ก>

ปวดท้อง/ สืบค้นเมื่อสืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2558

คำถาม

1. ถ้านักเรียนมีอาการท้องอืดนักเรียนจะรับประทานมหาหิงค์หรือไม่เพราะเหตุผลใด (แบบนิรภัย)

.....

2. หลังจากแม่อาบน้ำให้น้องเล็ก ๆ เสร็จแล้ว ในช่วงเย็นก่อนเข้านอน แม่จะใช้สำลีชุบมหาหิงค์แล้วนำไปทาบริเวณหน้าท้องและฝ่าเท้าของน้อง แม่บอกว่าจะทำให้น้องรู้สึกสบายและนอนหลับดี ผลดังกล่าวเป็นเพราะเหตุใด (แบบอุปนัย)

.....

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผลถูกต้องครบถ้วนตามสถานการณ์การที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผลสนับสนุนถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ไม่ให้เหตุผลสนับสนุน (1 คะแนน)	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด (0 คะแนน)
1. ถ้านักเรียนมีอาการท้องอืดนักเรียนจะรับประทานมหาหิงค์หรือไม่เพราะเหตุผลใด (แบบนิรภัย)	ไม่รับประทาน เพราะมหาหิงค์ที่ใช้อยู่ในยาแผนปัจจุบันมีเฉพาะมหาหิงค์ทิงเจอร์ ใช้โดยการทา ซึ่งในยานี้มีทิงเจอร์ผสมอยู่ ไม่เหมาะที่จะนำมารับประทาน	ไม่รับประทาน เพราะมหาหิงค์ใช้ทา ไม่เหมาะที่จะนำมารับประทาน	ไม่รับประทาน	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้ เหตุผลถูกต้องครบถ้วน ตามสถานการณ์การที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล สนับสนุนถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ไม่ให้ เหตุผล สนับสนุน (1 คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน)
2. หลังจากแม่ อาบน้ำให้น้อง เล็ก ๆ เสร็จแล้ว ในช่วงเย็นก่อน เข้านอน แม่จะใช้สำลีชุบ มหาหิงค์แล้ว นำไปทาบริเวณ หน้าท้องและฝ่า เท้าของน้อง แม่ บอกว่าจะทำให้ น้องรู้สึกสบาย และนอนหลับดี ผลดังกล่าวเป็น เพราะเหตุใด (แบบอุปนัย)	เพราะมีการศึกษา วิจัยมหาหิงค์เกี่ยว การออกฤทธิ์ทางเภสัช วิทยาของมหาหิงค์ และการทดลองทาง คลินิก มหาหิงค์มี ผลต่อทางเดินอาหาร บรรเทาอาการท้องขึ้น ช่วยขับลม ลดอาการ ปวดเกร็งในช่องท้อง เป็นผลให้น้องไม่มี อาการข้างต้นจึงรู้สึก สบาย	มหาหิงค์มีผลต่อ ทางเดินอาหาร บรรเทาอาการ ท้องขึ้น ช่วยขับ ลม ลดอาการ ปวดเกร็งในช่อง ท้อง เป็นผลให้ น้องไม่มีอาการ ข้างต้นจึงรู้สึก สบาย	มีการศึกษา วิจัยเกี่ยว มหาหิงค์	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด

2.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ดังนี้ แก้ไขการใช้ภาษาให้เหมาะสม และปรับปรุงคำถามให้เป็นไปตามการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย และแบบอุปนัย

2.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบลักษณะในเรื่องสถานการณ์การใช้คำถาม ภาษาที่ใช้ เนื้อหา เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) (พรธณี ลีกิจวัฒน์, 2553) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน

2.7 พิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พรธณี ลีกิจวัฒน์, 2553) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง และทำการปรับปรุงแก้ไขการใช้ภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากการประเมินพบว่าแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

2.8 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.9 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุงเดห์ ฟาน (อรนุช ศรีสะอาด, 2546) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากการทดสอบพบว่าแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.30 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33 – 1.00 จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่ใกล้เคียงกันแบ่งออกเป็น 2 ฉบับ เพื่อจัดทำเป็นแบบสอบคู่ขนานฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.30 - 0.50 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33 – 1.00 และแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลฉบับหลังเรียนมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.39 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.48 – 0.63

2.10 นำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลทั้งฉบับโดยการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของ Cronbach ซึ่งพบว่าแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลฉบับก่อนเรียนมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.73 และแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลฉบับหลังเรียนมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาวชิวิทยา มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวชิวิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาวชิวิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 แสดงการกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม
		น้ำหนัก %	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	
1. การย่อย อาหารของ จุลินทรีย์	1. อธิบาย และสรุป กระบวนการย่อย อาหารของจุลินทรีย์ บางชนิด	10	1			1		2
	2. อธิบายการย่อย อาหารภายนอกเซลล์ ของจุลินทรีย์บางชนิด				1			1
2. การย่อย สิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียว	1. อธิบาย และสรุป กระบวนการย่อย อาหารของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียว	10	1			1		2
	2. อธิบายการย่อย อาหารภายในเซลล์ ของสิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียว				1			1
3. การย่อย อาหารของสัตว์	1. อธิบาย สรุปและ เปรียบเทียบแผน ทางเดินอาหารของ กระบวนการย่อย อาหารสัตว์ไม่มีกระดูก สันหลังบางชนิด	20	2	2		1	1	6

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม
		น้ำหนัก %	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	
3. การย่อย อาหารของสัตว์	2. อธิบาย สรุปล และเปรียบเทียบแผน ทางเดินอาหาร และกระบวนการย่อย อาหารของสัตว์มี กระดูกสันหลัง บางชนิด	20	2	2		1	1	6
4. การย่อย อาหารของคน	1. อธิบาย และสรุป ถึงส่วนประกอบ และหน้าที่ของ ทางเดินอาหารแต่ละ ส่วนในร่างกายคน รวมถึงกระบวนการ ย่อยอาหารและดูด ซึมสารอาหาร	20	2	2		1	1	6

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก %	จำนวนข้อสอบ					รวม	
			ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์		การประเมินค่า
4. การย่อยอาหารของคน	2. สรุป และระบุสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคนและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ	20	1	2	1	1	1	6	
	รวม	100	8	7	4	6	4	1	30

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ที่ 3-5

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาดังนี้ ปรับปรุงแก้ไขภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม และแก้ไขพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา ด้านการสอนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E)

ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และด้านการวัดประเมินผล โดยประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2553) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้มีค่าตั้งแต่ 0.60 – 1.00

3.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่ผ่านการเรียน เรื่องระบบย่อยอาหารมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของจุงเตห์ ฟาน แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2553) ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด ซึ่งพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.22 – 0.83 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22 – 0.89

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2553) ซึ่งพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหารมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86

3.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้
2. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง วิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร เพื่อวัดผล การคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
3. ดำเนินสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง วิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร ใช้เวลาสอน 16 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยมีการบันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียนในทุก รายแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน
4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบวัดผลผล การคิดอย่างมี เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจวัดผลผล การคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรม สำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน (Dependent t- test) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1)
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้ คำถามระดับสูง ด้วยวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ของศิริชัย กาญจนวาสี (2556)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน (Dependent t- test) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ด้วยวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556)

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (สมบัติ ทำยเรือคำ, 2551)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (สมบัติ ทำยเรือคำ, 2551) คือ

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้ดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2553)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาวิชา
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้สูตร P_E ของ Whitney and Sabers (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E	แทน	ดัชนีค่าความยาก
S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.3 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.3.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p	แทน	ค่าความยาก
R	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
N	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.3.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$r = \frac{Ru - Rl}{N/2}$$

เมื่อ r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
Ru	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
Rl	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.4 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach (สมโภช อเนกสุข, 2554)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
N	แทน	จำนวนข้อ
S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

2.5 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson คำนวณได้จากสูตร (พรรรณี ลีกิจวัฒน์นะ, 2553)

$$r_{KR-20} = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{KR-20}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k	แทน	จำนวนข้อสอบ
p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$
S^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร (สมโภช อเนกสุข, 2554)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{และ } df = n-1$$

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน - หลังเรียน
n	แทน	จำนวนกลุ่มเป้าหมายหรือจำนวนคู่คะแนน

4. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ในการศึกษาพัฒนาการ

หาพัฒนาการการคิดอย่างเหตุผล และพัฒนาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้สูตร

$$DS (\%) = [(Y-X) / (F-X)] \times 100$$

เมื่อ DS (%) แทน คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน
(Development Score or Gain Score) (คิดเป็นร้อยละ)

X	แทน	คะแนนการวัดครั้งก่อน
Y	แทน	คะแนนการวัดครั้งหลัง
F	แทน	คะแนนเต็ม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ และ อักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
df	แทน	ระดับชั้นแห่งความอิสระ
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ประเด็น คือ

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
4. เพื่อศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	20	2.10	1.58	19	5.280	.000*
หลังเรียน	20	3.85	1.08			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการ
เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	20	5.30	2.71	19	8.516	.000*
หลังเรียน	20	10.20	1.61			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้
7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ
วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	20	3.20	1.82	19	7.416	.000*
หลังเรียน	20	6.35	1.26			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)
ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไป
ตามสมมติฐานข้อที่ 1

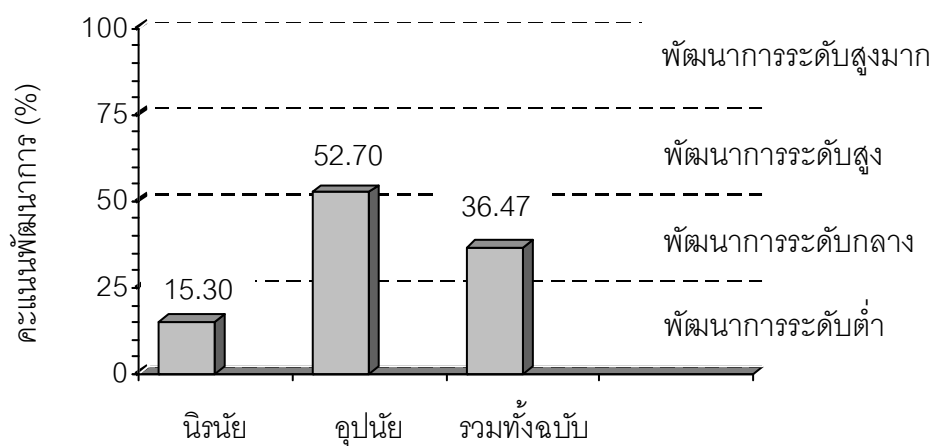
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-4 คะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงได้ผลดังตารางที่ 4-4

คนที่	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน			คะแนนพัฒนาการ		
	นิรภัย	อุปนิสัย	รวมทั้ง	นิรภัย	อุปนิสัย	รวมทั้ง	นิรภัย	อุปนิสัย	รวมทั้ง
	(9)	(9)	(18) ฉบับ	(9)	(9)	(18) ฉบับ	(%)	(%)	(%)
1	3	1	4	3	4	7	0.00	37.50	21.43
2	0	2	2	3	6	9	33.33	57.14	43.75
3	2	2	4	3	5	8	14.29	42.86	28.57
4	2	2	4	4	8	12	28.57	85.71	57.14
5	1	4	5	4	7	11	37.50	60.00	46.15
6	0	1	1	2	7	9	22.22	75.00	47.06
7	2	4	6	5	6	11	42.86	40.00	41.67
8	2	4	6	4	6	10	28.57	40.00	33.33
9	2	3	5	2	5	7	0.00	33.33	15.38
10	2	2	4	4	8	12	28.57	85.71	57.14
11	0	3	3	5	6	11	55.56	50.00	53.33
12	2	8	10	3	9	12	14.29	100.00	25.00
13	2	4	6	3	8	11	14.29	80.00	41.67
14	5	5	10	6	6	12	25.00	25.00	25.00
15	5	5	10	5	5	10	0.00	0.00	0.00
16	1	2	3	3	6	9	25.00	57.14	40.00

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน			คะแนนพัฒนาการ		
	นิรภัย	อุปภัย	รวมทั้ง ฉบับ	นิรภัย	อุปภัย	รวมทั้ง ฉบับ	นิรภัย	อุปภัย	รวมทั้ง ฉบับ
	(9)	(9)	(18)	(9)	(9)	(18)	(%)	(%)	(%)
17	5	1	6	5	7	12	0.00	75.00	50.00
18	0	2	2	5	5	10	55.56	42.86	50.00
19	3	3	6	4	7	11	16.67	66.67	41.67
20	3	6	9	4	6	10	16.67	0.00	11.11
\bar{X}	2.1	3.2	5.30	3.85	6.35	10.20	15.30	52.70	36.47
SD	1.58	1.82	2.72	1.08	1.26	1.61	16.79	27.04	15.96



ภาพที่ 4-1 แผนภูมิแสดงระดับพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

จากตารางที่ 4-4 และภาพที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัยเฉลี่ยร้อยละ 15.30 นักเรียนมีพัฒนาการระดับต่ำ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยเฉลี่ยร้อยละ 52.70 นักเรียนมีพัฒนาการระดับสูง

นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยเฉลี่ยร้อยละ 36.47 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ได้ผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	20	9.65	2.47	19	13.65	.000*
หลังเรียน	20	16.25	2.22			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

4. เพื่อศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
 สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงได้ผลดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 คะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
 สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงได้ผลดังตารางที่ 4-6

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนพัฒนาการ (ร้อยละ)
1	14	22	50.00
2	7	14	30.00
3	10	15	25.00
4	6	13	29.17
5	12	17	27.78
6	7	15	34.78
7	9	15	28.57
8	13	17	23.53
9	7	18	47.83
10	11	15	21.05
11	11	16	26.32
12	12	16	22.22
13	13	21	47.06
14	10	15	25.00
15	8	16	36.36
16	10	16	30.00
17	7	14	30.43
18	6	18	50.00

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนพัฒนาการ
19	9	15	28.57
20	11	17	31.50
\bar{x}	9.65	16.25	32.28
SD	2.48	2.22	9.20

จากตารางที่ 4-6 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เฉลี่ยร้อยละ 32.28 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และเพื่อศึกษาพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติการทดสอบที (t-test) ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 36.47 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ
32.28 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง

อภิปรายผล

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการ
ใช้คำถามระดับสูงที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง
ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการ
เรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และนักเรียนมีคะแนน
พัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)
ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 36.47 นักเรียนมีพัฒนาการ
ระดับกลาง ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็น
รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน โดยครูเป็นเพียงผู้ให้
ความช่วยเหลือ แนะนำ และจัดกิจกรรม สถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการ
เรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถสืบเสาะ ค้นหาคำอธิบายของคำถามต่าง ๆ จากกิจกรรม
สถานการณ์ต่าง ๆ ที่พบเจออย่าง โดยมีกระบวนการและต่อเนื่องทั้ง 7 ขั้นตอน ดังนี้
ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นนี้ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม เป็นการตั้งคำถาม
หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปยัง
ประสบการณ์เดิมที่มี ขั้นที่ 2 ไร้ความสนใจ นักเรียนจะได้มีการอภิปรายภายในกลุ่ม และสร้าง
ประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จากกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น ขั้นที่ 3 สืบค้นค้นหา นักเรียนทำความเข้าใจ
ประเด็นหรือคำถามที่สนใจ แล้ววางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน
ลงมือปฏิบัติเก็บข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอ ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป ขั้นนี้เมื่อได้ข้อมูล
มาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบ
ต่าง ๆ ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ ขั้นนี้นักเรียนจะนำความรู้ที่สร้างขึ้นมาไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม
หรือนำข้อมูลที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้
ขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 6 ประเมินผล

นักเรียนนำความรู้ที่ศึกษามาทั้งหมดมาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ และขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และเกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เกิดการพัฒนาการคิดซึ่งสอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะ เป็นการเรียนการสอนที่ครูต้องฝึกหรือกระตุ้นให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ รวมถึงต้องให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในระดับต่าง ๆ ไม่ใช่ความจำเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

การใช้คำถามระดับสูงร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ หาความรู้ 7 ขั้น (7E) ยังเป็นการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดระดับสูงในการตอบคำถาม ซึ่งคำถามระดับสูงในการวิจัยนี้เป็นคำถามตามการจำแนกประเภทของคำถามระดับสูงของการใช้ความคิดในพุทธพิสัยของ Bloom ได้แก่ 1. คำถามการนำไปใช้ คำถามนี้สามารถทำให้นักเรียนนำเอาสาระสำคัญที่ได้เรียนผ่านมาแล้วนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ 2. คำถามวิเคราะห์ คำถามนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการต่าง ๆ ได้ 3. คำถามสังเคราะห์เป็นคำถามที่นักเรียนสามารถประมวลเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วเป็นเรื่องใหม่ได้ และ 4. คำถามประเมินค่า เป็นคำถามที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของเนื้อหาโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและอาศัยเกณฑ์ภายนอกให้เป็นเหตุผลในการตัดสินได้ จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามสามารถพัฒนาการคิดของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามทำให้เกิดพลังในการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการคิดระดับสูงในการตอบคำถาม ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) สรุปว่าคำถามมีความสำคัญมากในการพัฒนานักเรียนทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแง่มุมการคิดมากขึ้น และเมื่อมีการอภิปรายจะนำไปสู่ความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ Allen และ Ryan (1966) ได้กล่าวถึงคำถามระดับสูงว่า คำถามระดับสูง คือ คำถามที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิด

โดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือคำอธิบาย แล้วนำไปสรุป หาความสัมพันธ์ หาความหมาย เปรียบเทียบ หรืออ้างอิงเหตุผลเพื่อหาคำตอบต่อไป ภพ เลาน์ไพบูลย์ (2542) กล่าวถึงข้อดีของการใช้คำถามในการเรียนการสอนว่า การใช้คำถามที่เหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักคิดด้วยตนเองทำให้เป็นคนช่างคิด ช่างถาม และ ศรีบุญญา ทาคำธา (2551) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์หรืออย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะคำถามระดับสูงมีศักยภาพในการกระตุ้นให้นักเรียน ได้ใช้กระบวนการทางสติปัญญาในระดับสูง เพื่อค้นหาคำตอบ

สำหรับในงานวิจัยนี้ การเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้ ยกตัวอย่างเช่น แผนการเรียนรู้ เรื่อง สาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการทดสอบสมบัติของน้ำดี กิจกรรมในขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูได้ใช้คำถามระดับสูงเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด เพื่อจะลงข้อสรุป หลักการ จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ในขั้นสำรวจค้นหา ตัวอย่างของคำถามระดับสูง ในขั้นนี้ ได้แก่ 1. จากการทดลองการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด เหมือนหรือต่างกันอย่างไร (คำถามวิเคราะห์) 2. จากการทดลองน้ำดีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำมันพืชอย่างไร (คำถามวิเคราะห์) 3. จากการทดลองนักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (คำถามสังเคราะห์) และ 4. นักเรียนคิดว่าภายในร่างกายของเรามีอวัยวะใดที่ทำงานคล้ายคลึงกับการทดลองนี้ และมีการทำงานอย่างไร (คำถามนำไปใช้) ซึ่งผลของกิจกรรมพบว่า นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ว่าน้ำดีถูกสร้างมาจากตับ มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เกลือน้ำดี ซึ่งช่วยให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็ก ๆ และแขวนลอยอยู่ในน้ำในรูปของอิมัลชัน ในตับอ่อนและเซลล์ที่ผนังลำไส้เล็กจะสร้างเอนไซม์ลิเพส ซึ่งย่อยไขมันที่อยู่ในรูปของอิมัลชันให้เป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล เกลือน้ำดีจะถูกดูดซึมที่ลำไส้ใหญ่ เพื่อให้ตับนำกลับมาใช้ใหม่ จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามระดับสูงในขั้นอธิบายและลงข้อสรุปเป็นการกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียนให้สามารถเชื่อมโยงข้อสรุป โดยอ้างอิงจากสถานการณ์เฉพาะหน่วยที่ศึกษา นำมาสรุปเป็นหลักการทั่วไป กล่าวคือ การใช้คำถามระดับสูงสามารถทำให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยได้ กิจกรรมในขั้นที่ 5 ขยายความรู้ เป็นอีกหนึ่งขั้นที่มีการใช้คำถามระดับสูงเข้าไปร่วมในกิจกรรม และคำถามระดับสูงสามารถช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้ ตัวอย่างคำถามระดับสูงที่ใช้มี ดังนี้ 1. การทำงานของน้ำดีส่งผลให้เกิดนิ่วในถุงน้ำดีหรือไม่ อย่างไร (คำถามวิเคราะห์) 2. หากเป็นมะเร็งตับจะมีผลต่อการทำงานของน้ำดีหรือไม่ อย่างไร (คำถาม

วิเคราะห์) 3. คนมีอาการดีขึ้นมีลักษณะตัวเหลืองและตาเหลือง ซึ่งสาเหตุดังกล่าวมาจากท่อน้ำดีอุดตัน ภาวะตับอักเสบ นักเรียนคิดว่าบุคคลดังกล่าวควรรับประทานข้าวขาหมูหรือน้ำพริกปลาหูจิ้งจะเหมาะสม เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า) 4. มะเร็งตับ ตับแข็ง นิ้วในถุงน้ำดี โรคเหล่านี้มีผลต่อระบบทางเดินอาหารอย่างไร (คำถามสังเคราะห์) 5. นักเรียนคิดว่าคนประเภทใดที่มักเป็นโรคเกี่ยวกับตับ เพราะเหตุใด (คำถามนำไปใช้) ผลของกิจกรรมพบว่า นักเรียนสามารถใช้หลักการความรู้ที่ได้จากชั้นอธิบายและลงข้อสรุปมาใช้ในการตอบคำถามได้ ซึ่งคำถามต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่เป็นคำถามที่ขยายความรู้จากหลักการที่เรียนมาทั้งสิ้น ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้คำถามระดับสูงในชั้นขยายความรู้เป็นการกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียนให้สามารถนำหลักการที่สรุปได้จากชั้นอธิบายและลงข้อสรุปมาขยายความรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หรือหลักการ ที่ได้มาใช้ในการสถานการณ์ของคำถามเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี ซึ่งลักษณะการคิดดังกล่าวจัดเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าถึงแม้การเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้ แต่นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลเพียงร้อยละ 36.47 ซึ่งถือว่านักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง โดยเมื่อแยกวิเคราะห์ผลการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย และแบบอุปนัย แล้วนั้น พบว่านักเรียนมีคะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัยร้อยละ 15.30 ซึ่งถือว่า มีพัฒนาการระดับต่ำ ในขณะที่เดียวกันนักเรียนกลับมีคะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยร้อยละ 52.70 ซึ่งถือว่า มีพัฒนาการระดับสูง ผู้วิจัยจึงทำการสอบถามนักเรียนที่ผลคะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัยเป็น 0 จำนวน 4 คน เกี่ยวกับแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลพบว่า ทั้ง 4 คนให้ความเห็นไปในแนวทางเดียวกันว่า “ไม่มีความคุ้นเคยกับการทำแบบทดสอบในลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบที่ไม่ได้อิงเนื้อหาในบทเรียนที่มีหลักการ ข้อสรุปในเนื้อหาเหล่านั้นแน่นอนอยู่แล้ว เมื่อพยายามตอบคำถามในแบบทดสอบเพื่อลงข้อสรุปสามารถทำได้เพราะมีเนื้อหาให้อ่านและสามารถดึงเอาหลักการจากบทความมาสรุปได้ แต่เมื่อต้องขยายความรู้กลับไม่แน่ใจว่า การใช้เพียงข้อมูลจากที่โจทย์กำหนดมาให้เพียงพอต่อการตอบคำถามหรือไม่ หรือต้องแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรบ้าง” นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียน 3 ใน 4 คน เมื่อนำแบบทดสอบเดิมที่เคยทำแล้ว ซึ่งได้คะแนนต่ำมาถามอีกครั้งด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบถามตอบ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ดีมีความเป็นเหตุเป็นผลตรงประเด็นทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัย ซึ่งแตกต่างจากการเขียนตอบที่เคยทำไว้ นั้นแสดงว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่มีความคุ้นเคยกับแบบทดสอบแบบอัตนัย เพราะเป็นการเรียน

ภาคเรียนแรกของปีการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย คือระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อาจยังไม่สามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของแบบทดสอบจากปรนัยมาเป็นอัตนัยได้ จึงส่งผลให้ทำแบบทดสอบได้คะแนนน้อย ทั้งที่มีความเข้าใจในเรื่องนั้นอยู่พอสมควร อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแล้ว พบว่าแบบทดสอบฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.32 – 0.50 และฉบับหลังเรียน ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.50 ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าความยากง่ายต่ำ แปลว่าข้อสอบยาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.39 หมายถึงข้อสอบค่อนข้างยาก และ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.40 – 0.59 หมายถึงข้อสอบมีความยากปานกลาง จากข้อมูลข้างต้นจึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้พัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีพัฒนาการเพียงระดับกลาง แต่ถึงอย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยยังพบว่าการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สามารถพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยได้ดี ดังจะเห็นได้จากระดับพัฒนาการที่อยู่ในระดับสูง

ทั้งนี้การพัฒนาการคิดเป็นการพัฒนาเสาวิปัญญา ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการพัฒนาอย่างต่อเนื่องยาวนาน เพราะฉะนั้นการพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผลจึงอาจมีความจำเป็นที่ต้องใช้ระยะเวลาที่มากกว่าระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย จึงจะช่วยให้พัฒนาการการคิดให้ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ซึ่ง สรุปว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กเป็นผลมาจาก การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเด็กจะพยายามปรับตัวให้เข้าสู่ภาวะสมดุล โดยผ่าน 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับตัวโครงสร้างทางปัญญา และอีกทั้งพัฒนาการยังเป็นผลมาจากวัยของเด็ก ในช่วงวัยที่แตกต่างกันจะทำให้เด็กเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยพัฒนาการทางปัญญาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นขั้นตอน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และนักเรียนมีคะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 32.28 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงนั้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทำให้นักเรียนสร้าง

องค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะในแต่ละชั้นการเรียนรู้ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ
 สัมผัส ตรวจสอบ อธิบาย ค้นหาข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผล และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง
 ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเกิดจากความสนใจของนักเรียนเอง ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ไม่ใช้การ
 บีบบังคับจากครูผู้สอน ส่งผลให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างอิสระ และทำให้เข้าใจในเนื้อหา
 ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้การใช้คำถามระดับสูงร่วมในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป และชั้นขยายความรู้
 คำถามระดับสูงยังเป็นตัวช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางความคิด ทำให้นักเรียนมีแง่มุม
 ความคิดใหม่ ๆ ที่ใช้เป็นแนวทางในการลงข้อสรุป แนวคิด หรือหลักการที่สำคัญของเนื้อหานั้น ๆ
 ได้ดียิ่งขึ้น และการใช้คำถามระดับสูงยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายภายในกลุ่มทำให้นักเรียน
 ได้เห็นแนวคิดที่หลากหลาย ซึ่งแนวคิดเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและขยายความรู้ได้ด
 ยิ่งขึ้น การใช้คำถามระดับสูงของ Bloom ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ยังทำให้นักเรียนได้ฝึกฝน
 กระบวนการคิดระดับสูง เพื่อหาคำตอบของคำถามอย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะเป็นคำถามการ
 นำไปใช้ คำถามวิเคราะห์ คำถามสังเคราะห์ และคำถามประเมินค่า ซึ่งจะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับ
 ลักษณะของคำถามระดับสูง เพราะฉะนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหา
 ความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง นอกจากจะเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเป็นอย่างดี
 ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความอยากรู้อยากเห็นของตนเองแล้วนั้น นักเรียน
 ยังได้ฝึกฝนและคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามระดับสูงอยู่เสมอ จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการ
 จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
 สูงกว่าก่อนเรียน

อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยพบว่าคะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 ชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนพัฒนาการเพียงร้อย
 ละ 32.28 และมีพัฒนาการระดับกลาง ทั้งนี้อาจจะมีผลเนื่องมาจากช่วงระยะเวลาที่ทำการวิจัย
 เป็นช่วงเวลา 13.30 – 16.00 น. ของทุกสัปดาห์ ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นเวลาที่นักเรียนเหนื่อยล้า
 จากการเรียนมาตลอดทั้งวัน ทำให้ร่างกายมีความพร้อมในการเรียนรู้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งการ
 ทดสอบหลังเรียนยังเป็นการทดสอบต่อเนื่องจากคาบสุดท้ายที่ทำการวิจัย จึงอาจมีผลทำ
 ให้นักเรียนไม่ได้มีเวลากลับไปทบทวนและประมวลความรู้ที่เรียนมา นักเรียนเกิดการเหนื่อยล้า
 จากการเรียนในคาบสุดท้ายด้วย จึงน่าจะส่งผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่สูงมาก
 และหลังจากทำทดสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
 เฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 16.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.16

และเมื่อนำคะแนนดังกล่าว มาเทียบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งเป็นแบบทดสอบปลายภาคเรียนที่ 1 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 5.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 58.00 เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เมื่อนำมาคิดเป็นร้อยละ ไม่ได้มีความแตกต่างจากปีการศึกษาก่อนหน้านี้นัก จะเห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ทั้งจากการวิจัยและจากการสอบปลายภาคเรียนที่ 1 เมื่อคิดเป็นร้อยละมีค่าไม่เกินร้อยละ 60 ทั้งคู่ แสดงว่าผลคะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีคะแนนพัฒนาการเพียงร้อยละ 32.28 และมีพัฒนาการระดับกลาง ถือว่าใกล้เคียงกับคะแนนเดิมที่มีอยู่แล้ว

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

- 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง หากแผนการจัดการเรียนรู้ใดที่สามารถทำการทดลองได้ ควรเพิ่มการทดลองทดแทนกิจกรรมอื่น เพราะการทดลองสามารถเพิ่มความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างมาก
- 1.2 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรมีการปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมในแต่ละครั้งของการทำกิจกรรม
- 1.3 ในการทำการทดลองครูควรศึกษาตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองอย่างหลากหลาย เพื่อที่จะสามารถให้คำแนะนำตัวอย่างชนิดต่าง ๆ ที่นักเรียนนำมาใช้ทดลองได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งต้องมีการศึกษาถึงบทบาทของตนเองในทุกขั้นตอน เพื่อที่จะวางแผนกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามต่าง ๆ และให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรใช้คำถามระดับสูงในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้
- 2.2 การใช้คำถามระดับสูงแต่ละประเภทควรมีสัดส่วนจำนวนของคำถามที่เท่า ๆ กันในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
- 2.3 จากผลการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อเสนอแนะในการจัดตารางเรียนของโรงเรียนให้รายวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่เน้นทักษะกระบวนการคิด ให้มีการเรียนการสอนในช่วงเวลาเช้าของวัน

2.4 ควรทำการศึกษาการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพราะการใช้คำถามระดับสูงเป็นการกระตุ้นให้เกิดการคิดระดับสูง และเป็นการพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วย เพราะฉะนั้นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบดังกล่าวน่าจะช่วยให้พัฒนาการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ ซึ่งเป็นการคิดระดับสูงได้ดียิ่งขึ้น

2.5 ควรปรับรูปแบบการวิจัยให้สามารถติดตามผลและดูพัฒนาการของนักเรียนที่เกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ อย่างต่อเนื่องในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2544). *ลายแทงนักคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.
- ชนัท ธาตุทอง. (2554). *สอนคิด : การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
เพชรเกษมการพิมพ์.
- จันเพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ : กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย*. ประมวล
บทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- จ้านง วิบูลย์ศรี. (2536). *อิทธิพลทางภาษาต่อการคิดเชิงเหตุผลในเด็กไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จีรวรรณ ธานี. (2542). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*
(แผนการเรียนศิลปศึกษา) ในโรงเรียนรัฐบาล เขตการศึกษา 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
ศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- จีรนนท์ จันทยุทธ. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียน*
เรื่อง พันธะเคมี และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบ
วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับแบบปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. นนทบุรี: สหมิตรพรินติ้ง แอนด์
พับลิชชิง.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีทางการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ:
โอเดียนสโตร์.
- ณัชชา มหบุญญานนท์. (ม.ป.ป.). *คะแนน การแปลความหมาย และการนำไปใช้*.
เข้าถึงได้จาก http://file.siam2web.com/natcha/porbundit/2010429_82829.pdf

- ธัญญ์ปรีดิ์ สมองดี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา
- นิติกร อ่อนโยน. (2551). ผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). โมเดลโค้งพัฒนาการและการวัดซ้ำ โมเดลลิสมเรล สถิติวิเคราะห์สำหรับกรวิจัย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควรรณกิจ.
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. วารสารวิชาการ, 10(4), 25-30 .
- ประเวศ วะสี. (2544). ยุทธศาสตร์ทางปัญญาและการปฏิรูปการศึกษาที่พาประเทศพ้นวิกฤต. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ปรีทิพย์ บุญคง. (2546). การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรอณี ลิกิจวัฒน์. (2553). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ์. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เข้า ออฟ เคอร์รี่ส์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิชชีวิทยาการวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.). ด้านสุขภาพการพิมพ์ จำกัด.
- ไพศาล วรคำ. (2555). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ตักสิลาการพิมพ์.
- ไพศาล หวังพานิช. (2536). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภาพ เลาน์ไพลูย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช. (2532). *เอกสารการสอนชุดฝึกอบบรมครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลเด็กปฐมวัย หน่วยที่ 11-15* (พิมพ์ครั้งที่ 3). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2548). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผสมสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 4).

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รติพร ศรีลาดเลา. (2551). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*

รุจิรี ภู่อาระ. (2546). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: บั๊ค พอยท์.

รุ่งอรุณ มะณีโรจน์ (2552). *การคิดเชิงเหตุผล การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีปัญหา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*

โรงเรียนชลกันยานุกูล. (2554). *หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชลบุรี: โรงเรียนชลกันยานุกูล.

โรจน์ ฉะโนภาชะ และคณะ. (2522). *แบบจำลองทักษะการสอนจุดภาค : ทักษะการตั้งคำถาม*
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลักขณา สิริวัฒน์. (2549). *การคิด = Thinking* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียร์สโตเนอร์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4).

กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2).

กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วิศิรา ศิริมงคล (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และ การสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและแก๊ส และการกำจัดของเสีย และความคิดเชิงเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 . วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)
- วิรัช วรรณรัตน์. (2539). การวัดและการประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. วิโรฒประสานมิตร.
- วิไลวรรณ แสนพาน. (2553). สารการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วีณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม. (2554). รูปแบบการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ศริญญา ทาคำตา. (2551). ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ *Learning Management*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม *CLASSICAL TEST THEORY*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม ๑. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพแนวทางสู่ การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ต ดูเคชั่น ซัพพลายส์.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2534). *ระดับคำถาม*. เข้าถึงได้จาก

<http://gotoknow.org/blog/chatinec/306302>

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2542). *การจัดกิจกรรมที่เน้นเด็กเป็นศูนย์กลางระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

ลำเนียง แสงศิลา (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานแสง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงเหตุผล ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุภัทธา ปิณฑะแพทย์. (2548). *การคิดกับการพัฒนาคน*. เข้าถึงได้จาก

<http://www.supatta.haysamy.com/question.html>

สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2552). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (หน้า 21). กรุงเทพฯ: การพิมพ์

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ อี.เค.บุคส์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กอพิมพ์สินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กอพิมพ์สินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมโภช อเนกสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

อัษณี ศรีสุแล. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ ระหว่างการสอนโดยใช้สไลด์ จากโปรแกรมนำเสนอในคอมพิวเตอร์และวิธีสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาจิตวิทยาการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อำนาจ เจริญศิลป์. (2537). *วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์.

อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาโครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- Allen, D., & Ryan, K. (1996). *Microteaching*. Colifornia:Addison-Crawly.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of Education Objective, Handbook I : Cognitive Domain*. New York: McKay.
- Blosser, P.E. (1925). *How to ask the Right Question ?*. Washington D.C.: National Science Teacher Association.
- Brown, G. (1975). *Microteaching : A Program Skill*. London : Butler and Tanner.
- Carin, A.A., & Sund, R.B. (1975). *Teaching Modern Science* (2nded.). Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Eisenkraft, A. (2003, September). Expanding the 5E Model. *Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education. Prepared Under the Auspices of Phi Delta Kappa* (3rded.). New York: McGraw-Hill.
- Gurbuz, F., Turgut, U., & Salar, R. (2013, September). The Effect of 7E Learning Model on Academic Achievements and Retention of 6th Grade Science and Technology Course Students in the Unit "Electricity in Our Life. *Turkish science education*, 10(3), 91.
- Karplus, R. (1997). Science Teaching and Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2), 169-175.
- Ozlem, M. (2006). *The Effect of 7E Learning Cycle Model on the Improvement of Fifth Grade Students' Critical Thinking Skills*. Doctoral dissertation, Science Education, Middle East Technical University.
- Piaget, J. (1972). Intellectual Evolution for Adolescence to Adulthood. *Human Development*, 15(1), 1-12.
- Rowley, E. N. (2007, July). The Effects Conceptual Chang Coupled-inquiry Cycle Investigation on Student Understanding of the Independence of Mass in Rolling Motion on Incline Plan. *Dissertation Abstract International*, 68(01).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.สาลิณี ขจรพิสิฐศักดิ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านสาขาชีววิทยาและ
การสอนชีววิทยา
อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
2. ดร.สุทิน กิ่งทอง ผู้เชี่ยวชาญด้านสาขาชีววิทยาและ
การสอนชีววิทยา
อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
3. นายจารึก อัจฉารินทร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล
ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อ.เมือง จ.ชลบุรี
ครูชำนาญการพิเศษ
4. นางสาวจำเนียร ต้นไพบูลย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนแบบสืบเสาะ
ครูสอนวิชาชีววิทยา
โรงเรียนชลกันยานุกูล อ.เมือง จ.ชลบุรี
ครูชำนาญการพิเศษ
5. นางแสงจันทร์ พลอยสมบูรณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้คำถาม
ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
โรงเรียนชลกันยานุกูล อ.เมือง จ.ชลบุรี
ครูชำนาญการ

ภาคผนวก ข

- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

(ตัวอย่าง)
หน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

เรื่อง สาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน

รหัสวิชา ว 31241 ชีววิทยา 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

เวลา 3 คาบ

โรงเรียนชลกันยานุกูล

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในร่างกายของคน รวมถึงกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร

สาระสำคัญ

ความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคนและการทดสอบคุณสมบัติของน้ำดี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย สาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน (P)
2. สรุป และระบุสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคนและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ (K)
3. มีวินัย ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

สาระการเรียนรู้

ความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคนและการทดสอบคุณสมบัติของน้ำดี

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<p>ความรู้</p> <p>1. สรุปและระบุสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคนและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - พิจารณาการตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน - ตรวจบรรยายสรุปผลการทดลองใบกิจกรรม เรื่อง ทดสอบสมบัติของน้ำดี 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถาม - แบบบรรยายสรุปผลการทดลองใบกิจกรรม เรื่อง ทดสอบสมบัติของน้ำดี 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม - นักเรียนทุกกลุ่มทำแบบบรรยายสรุปผลการทดลองใบกิจกรรม เรื่อง ทดสอบสมบัติของน้ำดีได้อย่างถูกต้อง
<p>ทักษะ/กระบวนการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - สืบค้นข้อมูล ทดลองอภิปราย สาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน 	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม/ การทดลอง 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนได้คะแนนในระดับดีขึ้นไป
<p>คุณลักษณะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย ใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนแต่ละกลุ่มได้คะแนนในระดับดีขึ้นไป

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารที่นักเรียนรู้จัก และบอกสาเหตุของการเกิดโรคนั้นมา

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ครูนำภาพผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของน้ำดีมาให้นักเรียนดู พร้อมทั้งให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับภาพดังกล่าว ซึ่งคำถามอาจประกอบด้วย

- น้ำดีมีส่วนเกี่ยวข้องกับทางเดินอาหารอย่างไร ผลลัพธ์ที่อวัยวะใด
- หากขาดน้ำดีร่างกายจะเป็นอย่างไร
- น้ำดีทำงานอย่างไรเมื่ออยู่ในร่างกายคน

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase)

นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดลองตามใบกิจกรรม เรื่อง การทดสอบสมบัติของน้ำดี

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

4.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามระดับสูง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบประเด็นคำถามลงในกระดาษปฐพีของกลุ่มตนเอง แล้วนำเสนอแนวคำตอบของกลุ่มตนเองใน แต่ละข้อ ซึ่งคำถามประกอบด้วย

1. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างหลอดทดลองทั้ง 2 เหมือนหรือต่างกันอย่างไร (คำถามวิเคราะห์)

แนวการตอบ แตกต่างกัน หลอดที่ 2 ที่ไม่ได้เติมน้ำดีหยดไขมันที่รวมตัวกับสีชูดานมีอนุภาคใหญ่กว่าหยดไขมันในหลอดทดลองที่ 1 ที่เติมน้ำดี

2. น้ำดีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำมันพืชอย่างไร (คำถามวิเคราะห์)

แนวการตอบ น้ำดีทำให้โมเลกุลของน้ำมันพืชขนาดใหญ่แตกออกเป็นหยดไขมันขนาดเล็กและอยู่ในรูปของอิมัลชัน (emulsion)

3. จากการทดลองนักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (คำถามสังเคราะห์)

แนวการตอบ น้ำดีมีส่วนประกอบที่สำคัญช่วยทำให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็ก ๆ และแขวนลอยอยู่ในน้ำในรูปอิมัลชัน (emulsion)

4. นักเรียนคิดว่าภายในร่างกายของเรามีอวัยวะใดที่ทำงานคล้ายคลึงกับการทดลองนี้ และมีการทำงานอย่างไร (คำถามการนำไปใช้)

แนวการตอบ ตับ น้ำดีถูกสร้างมาจากตับ และมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เกลือน้ำดี (Bile salt) ช่วยให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็ก ๆ และแขวนลอยอยู่ในน้ำในรูปของ อิมัลชัน (emulsion) ตับอ่อนและเซลล์ที่ผนังลำไส้เล็กจะสร้างเอนไซม์ลิเพส ซึ่งย่อยไขมันที่อยู่ในรูปของอิมัลชันให้เป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล เกลือน้ำดีจะถูกดูดซึมที่ลำไส้ใหญ่ เพื่อให้ตับนำกลับมาใช้ใหม่

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลองพร้อมทั้งสรุปผลการทดลองลงในกระดาษปฐพี โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นสำรวจ ค้นหา แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูคอยให้คำแนะนำว่าประเด็นใดถูกต้องและสอดคล้อง เหมือนกันทุกกลุ่ม และประเด็นใดเป็นประเด็นที่คลาดเคลื่อน

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามระดับสูง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบประเด็นคำถามลงในกระดาษปฐพีของกลุ่มตนเอง แล้วนำเสนอแนวคำตอบของกลุ่มตนเองในแต่ละข้อ ซึ่งคำถามประกอบด้วย

1. การทำงานของน้ำดีส่งผลให้เกิดนิ่วในถุงน้ำดีหรือไม่ (คำถามวิเคราะห์)

แนวการตอบ ไม่เพราะนิ่วในถุงน้ำดีประกอบด้วยคอเลสเตอรอล และเกลือน้ำดี ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากตับมีการหลั่งน้ำดีที่มีความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลสูงกว่าปกติ

2. หากเป็นมะเร็งตับจะมีผลต่อการทำงานของน้ำดีหรือไม่ (คำถามวิเคราะห์)

แนวการตอบ ส่งผล เพราะน้ำดีถูกสร้างมาจากตับ

3. คนมีอาการดีซ่านมีลักษณะตัวเหลืองและตาเหลือง ซึ่งสาเหตุดังกล่าวมาจากท่อน้ำดีอุดตัน ภาวะตับอักเสบ นักเรียนคิดว่าบุคคลดังกล่าวควรรับประทานข้าวขาหมูหรือน้ำพริก ปลาพูจึงจะเหมาะสม เพราะเหตุใด (คำถามประเมินค่า)

แนวการตอบ น้ำพริกปลาพู เพราะข้าวขาหมูมีไขมันเป็นองค์ประกอบซึ่งการย่อยไขมันจำเป็นต้องมีน้ำดีเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งคนมีอาการดีซ่านมีผลมาจากท่อน้ำดีอุดตัน

4. มะเร็งตับ ตับแข็ง นิ่วในถุงน้ำดี โรคเหล่านี้มีผลต่อระบบทางเดินอาหารหรือไม่ อย่างไร (คำถามสังเคราะห์)

แนวการตอบ มีผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหาร เพราะโรคมะเร็งตับ ตับแข็ง นิ่วในถุงน้ำดี มีผลต่อการผลิตน้ำดี ซึ่งน้ำดีจำเป็นต่อการย่อยไขมัน ถ้าไม่มีน้ำดีจะมีผลต่อการย่อยไขมัน

5. นักเรียนคิดว่าคนประเภทใดที่ มักเป็นโรคเกี่ยวกับตับ เพราะเหตุใด

(คำถามประเมินค่า)

แนวการตอบ คนที่ดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำ เพราะแอลกอฮอล์ส่งผลให้ตับเสีย ประสิทธิภาพในการทำงาน

นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร เพิ่มเติม เช่น โรคตับ โรคกระเพาะอาหาร โรคกรดสีดวงทวาร ท้องผูก ท้องเสีย กรดไหลย้อน โรคมะเร็งลำไส้ เป็นต้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ และผลที่เกิดต่อร่างกายจากการเป็นโรคดังกล่าว ดังนี้ โรคตับ โรคกระเพาะอาหาร โรคกรดสีดวงทวาร ท้องผูก ท้องเสีย กรดไหลย้อน โรคมะเร็งลำไส้ พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการปฏิบัติตนเพื่อหลีกเลี่ยงการเป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ที่ละกลุ่มบนกระดานเรื่อย ๆ จนไม่มีใครคิดออกแล้ว ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปข้อที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และครูควรชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการป้องกันไม่ให้เป็นโรคต่าง ๆ

สื่อการเรียนรู้

1. ภาพผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของน้ำดี
2. ใบกิจกรรม เรื่อง ทดสอบสมบัติของน้ำดี
3. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม ๑ เรื่องระบบย่อยอาหาร

แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 3 สสวท. ตามหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. หนังสือคู่มือชีววิทยา และ Biology textbook
3. หนังสือชีววิทยา ตามโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.
4. ห้องสมุดโรงเรียนชลกันยานุกูล
5. อินเทอร์เน็ต
 - http://www.pw.ac.th/main/website/sci/3_main.html
 - http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=69435

- http://www.mwit.ac.th/~t2050108/Bioelearning/files/Chapter3-2_digestion_human.pdf
- <http://www.niddk.nih.gov/health-information/health-topics/digestive-diseases/Pages/default.aspx>
- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/digestivediseases.html>

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้สอน (นางสาวศิวพร ศรีจรรย์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรม

เรื่อง ทดสอบสมบัติของน้ำดี

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบสมบัติของน้ำดี

บทนำ

ศึกษาสมบัติของน้ำดีที่ช่วยทำให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็ก ๆ และแทรกรวมกับน้ำ อยู่ในรูปอิมัลชัน น้ำดีถูกสร้างมาจากตับ และมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือเกลือน้ำดี (Bile salt) ช่วยทำให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็ก ๆ และแขวนลอยอยู่ในน้ำในรูปของอิมัลชัน (Emulsion) ตับอ่อนและเซลล์ที่ผนังลำไส้เล็กจะสร้างเอนไซม์ลิเพส ซึ่งย่อยไขมันที่อยู่ในรูปของอิมัลชัน ให้เป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล เกลือน้ำดีจะถูกดูดซึมที่ลำไส้ใหญ่ เพื่อให้ตับนำกลับมาใช้ใหม่

อุปกรณ์และสารเคมี

1. น้ำมันพืช
2. สีชูดาน
3. น้ำกลั่น
4. น้ำดี
5. กระบอกตวงหรือหลอดฉีดยา
6. หลอดหยด
7. หลอดทดลอง
8. ถุงมือ

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำมันพืชผสมกับสีชูดาน และน้ำกลั่นอย่างละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 หลอด
2. เติมน้ำดีลงในหลอดทดลองที่ 1 จำนวน 3 - 4 หยด เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้สักครู่
3. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1 - 2 ซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง
4. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างหลอดที่ 1 กับหลอดที่ 2
5. ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง
6. บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ลงในกระดาษปฐพี

(ตัวอย่าง)
แบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เพื่อวัดการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่นำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์ ทำนายผล หรือแก้ปัญหาที่กำหนดให้
2. แบบทดสอบมีจำนวน 6 ข้อ โดยในแต่ละข้อจะให้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งอาจมีคำอธิบายประกอบ เพื่อเพิ่มความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา รูปแบบการตอบมีแบบเขียนตอบ พร้อมอธิบายเหตุผลในการตอบข้อนั้น ๆ
3. การตอบคำถามในแต่ละข้อ ให้นักเรียนเขียนตอบ โดยใช้ความรู้เดิมหรือความรู้ที่ได้จากบทความและสถานการณ์ พร้อมทั้งระบุเหตุผลนั้น
4. ให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล 30 นาที

สถานการณ์ที่ 3 เรื่อง งานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมหาหิงคุ์และการทดลองทางคลินิก

มหาหิงคุ์มีผลต่อทางเดินอาหาร โดยช่วยลดอาการปวดเกร็งในช่องท้อง (Antispasmodic) ขับลม (Carminative) ช่วยย่อย (Digestive) ระบาย (Laxative) และมีฤทธิ์ถ่ายพยาธิบางชนิด (Anthelmintic) ส่วนประโยชน์อื่น ๆ ของมหาหิงคุ์ ก็ได้แก่ ขับเสมหะ (Expectorant) ช่วยกล่อมประสาท ทำให้อ่อนหลับดี (Sedative) แก้ปวดอย่างอ่อน (Analgesic) และฆ่าเชื้อเฉพาะที่ (Antiseptic)

ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ เกี่ยวกับฤทธิ์ของมหาหิงคุ์อีกมากมาย ที่ดีพิมพ์ออกมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการนำมหาหิงคุ์มาช่วยในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้มหาหิงคุ์ในการรักษาภาวะต่าง ๆ ของสตรี และการใช้คุมกำเนิดในสตรี หรือใช้ในการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบเลือดและหลอดเลือด และคนบางกลุ่มยังมีการใช้มหาหิงคุ์ในการเสริมภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายอีกด้วย

อย่างไรก็ดี ไม่พบการใช้มหาหิงคุ์ ในแง่มุมอื่น นอกจากการใช้ขับลม โดยในยาแผนปัจจุบัน มีเฉพาะการใช้มหาหิงคุ์ทิงเจอร์ ทาท้องเด็ก บรรเทาอาการท้องขึ้น ท้องเฟ้อเท่านั้น ฤทธิ์อื่น ๆ ไม่พบมีการใช้จริง อาจเนื่องจากรายงานวิจัยที่มียังไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างชัดเจน

ที่มา : ภาญ.ดร.นิตารัตน์ ศิริวัฒนเมธานนท์

ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

<http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/247/มหาหิงคุ์แก้เด็ก>

ปวดท้อง/

สืบค้นเมื่อสืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2558

1. ถ้านักเรียนมีอาการท้องอืดนักเรียนจะรับประทานมหาหิงคุ์หรือไม่เพราะเหตุผลใด (แบบนิรนัย)

.....

.....

.....

.....

.....

2. หลังจากแม่อาบน้ำให้น้องเล็ก ๆ เสร็จแล้ว ในช่วงเย็นก่อนเข้านอน แม่จะใช้สำลีชุบมหาหิงคุ์แล้วนำไปทาบริเวณหน้าท้องและฝ่าเท้าของน้อง แม่บอกว่าจะทำให้น้องรู้สึกสบายและนอนหลับดี ผลดังกล่าวเป็นเพราะเหตุใด (แบบอุปนัย)

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผลถูกต้อง ครบถ้วนตามสถานการณ์ การที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผล สนับสนุน ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ไม่ให้ เหตุผล สนับสนุน (1 คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน)
1. ถ้านักเรียนมีอาการท้องอืด นักเรียนจะ รับประทานมหาหิงค์ หรือไม่เพราะเหตุผล ใด (แบบนิรภัย) (แบบนิรภัย)	ไม่รับประทาน เพราะ มหาหิงค์ที่ใช้อยู่ในยา แผนปัจจุบันมีเฉพาะ มหาหิงค์ทิงเจอร์ ใช้ โดยการทา ซึ่งในยานี้ มีทิงเจอร์ผสมอยู่ไม่ เหมาะที่จะนำมา รับประทาน	ไม่รับประทาน เพราะมหาหิงค์ ใช้ทา ไม่เหมาะ ที่จะนำมา รับประทาน	ไม่ รับประทาน	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน			
	นักเรียนตอบถูก ให้เหตุผลถูกต้อง ครบถ้วนตามสถานี การที่ให้มา (3 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูกให้เหตุผล สนับสนุน ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน (2 คะแนน)	นักเรียนตอบ ถูก แต่ไม่ให้ เหตุผล สนับสนุน (1 คะแนน)	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด (0 คะแนน)
2. หลังจากแม่ อาบน้ำให้น้องเล็ก ๆ เสร็จแล้ว ในช่วงเย็น ก่อนเข้านอน แม่จะใช้สำลีชุบ มหาหิงค์แล้วนำไป ทาบริเวณหน้าท้อง และฝ่าเท้าของน้อง แม่บอกว่าจะทำให้ น้องรู้สึกสบายและ นอนหลับดี ผล ดังกล่าวเป็นเพราะ เหตุใด (แบบอุปนัย)	เพราะมี การศึกษาวิจัย มหาหิงค์เกี่ยว การออกฤทธิ์ทาง เภสัชวิทยาของ มหาหิงค์และการ ทดลองทางคลินิก มหาหิงค์มีผลต่อ ทางเดินอาหาร บรรเทาอาการท้องขึ้น ช่วยขับลม ลดอาการ ปวดเกร็งในช่องท้อง เป็นผลให้น้องไม่มี อาการข้างต้นจึงรู้สึก สบาย	มหาหิงค์มีผล ต่อทางเดิน อาหาร บรรเทา อาการท้องขึ้น ช่วยขับลม ลด อาการปวด เกร็งในช่อง ท้อง เป็นผลให้ น้องไม่มีอาการ ข้างต้นจึงรู้สึก สบาย	มีการศึกษา วิจัยเกี่ยว มหาหิงค์	นักเรียนไม่ ตอบคำถาม หรือตอบผิด

(ตัวอย่าง)
 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 เรื่องระบบย่อยอาหาร
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้และเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย ● ลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 30 ข้อ

1. การย่อยอาหารของรา เกิดขึ้นโดยวิธีใด (ความรู้ความจำ)
 - ก. ปล่อยเอนไซม์ออกไปย่อยนอกเซลล์ แล้วแต่ละเซลล์ต่างดึงอาหารโมเลกุลเล็กที่ถูกย่อยแล้วมาย่อยต่อภายในเซลล์
 - ข. ปล่อยเอนไซม์ออกไปย่อยนอกเซลล์ แล้วแต่ละเซลล์ต่างได้รับอาหาร
 - ค. ใช้กระบวนการฟาโกไซโตซิสเหมือนอะมีบา
 - ง. นำอาหารเข้าไปย่อยในเซลล์โดยตรง
2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับการเลี้ยงเซลล์แบคทีเรียในอาหารเหลว เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการตรวจนับจำนวนแบคทีเรีย พบว่าจำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นจากเดิม 10 เท่า
 - ก. เอนไซม์อยู่ในอาหารจำนวนมาก
 - ข. เมื่อเวลาผ่านไปอีก 24 ชั่วโมงแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นอีก
 - ค. แบคทีเรียสามารถนำอาหารเหลวเข้าสู่เซลล์ได้รวดเร็ว
 - ง. สารอาหารที่โมเลกุลเล็กอยู่จำนวนมากในอาหารเหลว
3. ข้อใดไม่ใช่ผลจากการย่อยอาหารของแบคทีเรีย
 - ก. การเกิดเมือกบนอาหารที่วางลิ้มไว้
 - ข. การเปลี่ยนสีของผัก ผลไม้ ในครีว
 - ค. การทำเหม็นให้มีรสเปรี้ยว
 - ง. การทำมะม่วงแช่อิ่ม
4. ข้อใดไม่จัดเป็นการย่อยอาหารของพารามีเซียม
 - ก. มีการสร้างถุงฟูตแวคิวโอ
 - ข. มีการทำงานของเอนไซม์จากไลโซโซม
 - ค. การนำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยใช้ซีเลียบริเวณช่องปาก
 - ง. อาหารมีขนาดเล็กสามารถดูดซึมมาใช้ได้ตั้งแต่อยู่ภายนอกเซลล์

5. กำหนดให้ “สิ่งมีชีวิต A มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยโมเลกุลของอาหารให้เล็กลงแล้วจึงดูดซึมอาหารไปย่อยต่อภายในเซลล์” สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่มีการย่อยแบบเดียวกันกับสิ่งมีชีวิตชนิด A
- พลาณาเรียว
 - พารามีเซียม
 - ไฮดรา
 - อะมีบา
6. ข้อใดสอดคล้องกับการย่อยอาหารของพารามีเซียม **น้อยที่สุด**
- ซีเลีย
 - ไลโซโซม
 - แฟกเจลลัม
 - พุดแควคิวโอล
7. สัตว์ในข้อใดมีระบบทางเดินอาหาร **ไม่** สมบูรณ์
- ไส้เดือนดิน
 - พยาธิตัวกลม
 - ต๊กแตน
 - พลาณาเรียว
8. สัตว์ในข้อใดที่มีระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์และ **ไม่** สมบูรณ์ตามลำดับ
- ฟองน้ำ ไฮดรา
 - ไฮดรา พลาณาเรียว
 - ยุง ไส้เดือนดิน
 - ไส้เดือนดิน พลาณาเรียว
9. กระบวนการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตข้อใดเหมือนกับการใช้เซลล์โคเอโนไซต์ (Choanocyte) ของฟองน้ำ
- พารามีเซียม
 - อะมีบา
 - ยีสต์
 - รา

10. กิ่งของไส้เดือนทำหน้าที่เปรียบเทียบกับการทำงานที่ของอวัยวะใดในคน
- ลิ้น
 - ฟัน
 - กระเพาะ
 - ลำไส้เล็ก
11. หากมีการเรียงลำดับเกี่ยวกับการย่อยอาหารเชิงกลของสัตว์ 3 ชนิด เป็นดังนี้ แมลง ไส้เดือนดิน พลานาเรีย การเรียงลำดับของสัตว์ดังกล่าวอาศัยหลักเกณฑ์ใด
- สัตว์ที่ใช้เวลาในการย่อยอาหารเชิงกลนานที่สุดไปหาเร็วที่สุด
 - สัตว์ที่มีอวัยวะที่ใช้ในการย่อยอาหารเชิงกลเล็กที่สุดไปหาใหญ่ที่สุด
 - สัตว์ที่สามารถย่อยอาหารเชิงกลมีประสิทธิภาพมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด
 - สัตว์ที่สามารถย่อยอาหารเชิงกลมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดไปหามากที่สุด
12. หากนักเรียนต้องการตรวจสอบทางเดินอาหารของพลานาเรีย นักเรียนจะมีวิธีตรวจสอบที่เหมาะสมที่สุดอย่างไร
- นำพลานาเรียมาส่งดูด้วยแว่นขยาย
 - นำพลานาเรียมาส่องดูภายใต้โคมไฟ
 - นำพลานาเรียมาผ่าดูทางเดินอาหาร
 - นำอาหารผสมกับผงถ่านให้พลานาเรียกิน
13. โครงสร้างใดไม่ได้เปลี่ยนแปลงมาจาก esophagus เพื่อทำหน้าที่พิเศษ
- Rumen
 - Reticulum
 - Omasum
 - Abomasum
14. ปลาที่มีโครงสร้างใดที่ใช้ในการย่อยอาหารเชิงกล
- ฟัน
 - ก้น
 - ลำไส้
 - กระเพาะอาหาร

15. โคอาลา กับ สุนัขจิ้งจอก สัตว์ชนิดใดทางเดินอาหารยาวกว่ากันเมื่อเทียบกับขนาดตัวที่เท่ากัน เพราะเหตุใด
- โคอาลา เพราะ เป็นสัตว์กินพืช
 - สุนัขจิ้งจอก เพราะ เป็นสัตว์กินเนื้อ
 - โคอาลา เพราะ มีการดำรงชีวิตเชิงซำ
 - สุนัขจิ้งจอก เพราะ มีการดำรงชีวิตว่องไว
16. ปลาในข้อใดมีทางเดินอาหารยาวที่สุด
- ปลานิล
 - ปลาช่อน
 - ปลาดุก
 - ปลาทู
17. เหตุผลข้อใดที่ทำให้วัวมีพฤติกรรมเคี้ยวอาหารอย่างซ้ำ ๆ
- เพื่อบดอาหารเส้นใยให้ละเอียด
 - เพื่อเป็นการสะสมอาหารสำรองไว้
 - เพื่อให้อาหารผสมกับจุลินทรีย์ในปาก
 - เพื่อให้อาหารเก่ากับอาหารใหม่ผสมกัน
18. ควรใช้เกณฑ์ใดในข้อใดในการแยกความแตกต่างระบบทางเดินอาหารของ ปลา นก และวัว
- ระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์
 - การย่อยอาหารภายนอกเซลล์
 - โครงสร้างที่ย่อยอาหารเชิงกล
 - การมีทั้งการย่อยอาหารเชิงกลและการย่อยเชิงเคมี
19. เอนไซม์ชนิดใดที่ผลิตจากเซลล์บุผนังด้านในของลำไส้เล็กและย่อยอาหารในลำไส้เล็ก
- | | | |
|------------|---------|-------------------|
| ก. ไลเพส | อะไมเลส | คาร์บอกซิเพปทิเดส |
| ข. อะไมเลส | แลกเทส | เพปซิน |
| ค. แลกเทส | มอลเทส | ซูเครส |
| ง. เรนิน | ทริปซิน | มอลเทส |

20. กำหนดให้ 1) ตับ

2) ผนังกระเพาะอาหาร

3) ผนังลำไส้ใหญ่ส่วนโคลอน

4) ผนังลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม

โครงสร้างใดในระบบร่างกายที่ไม่ได้ผลิตน้ำย่อย

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 3

ง. 3 และ 4

21. ข้อใดกล่าวถึงของเหลวที่หลั่งออกมาจากตับสู่ลำไส้เล็กได้อย่างถูกต้อง

ก. ช่วยให้ไขมันแตกตัวเป็นอิมัลชัน

ข. ช่วยในการดูดซึมไขมันที่ย่อยแล้ว

ค. ช่วยเร่งปฏิกิริยาให้เกลือน้ำดีทำงานได้เร็วขึ้น

ง. ช่วยย่อยไขมันให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล

22. โครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายนิ้วมือขนาดเล็กจำนวนมากที่อยู่บริเวณเยื่อบุผิวชั้นในของลำไส้เล็กมีหน้าที่อะไร

ก. เพิ่มพื้นที่ผิวในการย่อยอาหาร

ข. เพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมอาหาร

ค. เพิ่มพื้นที่ผิวในการเคลื่อนที่ของอาหาร

ง. เพิ่มพื้นที่ผิวในการสร้างน้ำย่อยในกระบวนการย่อยอาหาร

23. ปฏิกิริยาในสภาวะใดที่ทำให้เกิดการย่อยไขมันได้ดีที่สุด

ก. ไขมัน + น้ำ $\xrightarrow{\text{ไลเปส pH 4.5}}$ กลีเซอรอล + กรดไขมัน

ข. ไขมัน + น้ำ $\xrightarrow{\text{ไลเปส น้ำดี pH 4.5}}$ กลีเซอรอล + กรดไขมัน

ค. ไขมัน + น้ำ $\xrightarrow{\text{ไลเปส pH 8.5}}$ กลีเซอรอล + กรดไขมัน

ง. ไขมัน + น้ำ $\xrightarrow{\text{ไลเปส น้ำดี pH 8.5}}$ กลีเซอรอล + กรดไขมัน

24. หากมีโมเลกุลของสารอาหารที่ถูกย่อยจากแป้งเปลี่ยนไปเป็นมอลโทสและเดกซ์ทริน ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- เกิดการย่อยขึ้นภายในปาก
 - เกิดการย่อยขึ้นภายในลำไส้เล็ก
 - เกิดการย่อยขึ้นภายในลำไส้ใหญ่
 - เกิดการย่อยขึ้นภายในกระเพาะอาหาร
25. เมื่อโพรงฟันของนักเรียนถูกทำลาย ฟันของนักเรียนจะรับรู้ความรู้สึกจากการกินอาหารชนิดใดได้เร็วที่สุด
- กาแฟ
 - ไอศกรีม
 - น้ำส้ม
 - ขนมปัง
26. การบริโภคอาหารประเภทใดมีผลต่อการเพิ่มปริมาณยูเรียในปัสสาวะ
- ข้าวอบมันฝรั่ง
 - สเต็กซี่โครงหมู
 - สปาเก็ตตี้
 - มักกะโรนี
27. แดงต้องให้ยาระบายเป็นประจำเพื่อแก้อาการท้องผูก ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับอาการของแดง
- มีการดูดกลับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย
 - เป็นสาเหตุของการเกิดริดสีดวงทวาร
 - เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมะเร็งลำไส้เล็กได้
 - ส่งผลให้ร่างกายไม่สดชื่น มีอาหารว่างนอนบ่อยๆ
28. ถ้าร่างกายขาดสารชนิดหนึ่ง (A) ซึ่งหลั่งมาจากอวัยวะ (B) ช่วยทำให้ลดการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ข้อใดหมายถึงสาร A และ อวัยวะ B
- A = HCl B = กระเพาะอาหาร
 - A = H₂O B = ตับ
 - A = NaCl B = ลำไส้เล็ก
 - A = NaHCO₃ B = ตับอ่อน

29. ผู้ที่พักผ่อนไม่มีเพียงพอ มีอารมณ์เครียด วิดก กังวล และรับประทานอาหารไม่ได้ ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคอะไรได้ง่ายที่สุด

- ก. มะเร็งลำไส้
- ข. กรดไหลย้อน
- ค. ริดสีดวงทวาร
- ง. แผลในกระเพาะอาหาร

30. นาย ก ดื่มกาแฟไม่ใส่น้ำตาลตอนเช้าทุกวัน ส่วนนาย ข ดื่มกาแฟใส่น้ำตาล ทุก ๆ หลังมื้ออาหาร ระหว่างนาย ก. กับ นาย ข. ใครมีความเสี่ยงที่จะเป็นแผลในกระเพาะอาหารมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

- ก. นาย ก เพราะมีการหลั่งกรดไฮโดรคลอริกมากกว่าปกติเนื่องจากยังไม่มีอาหารในกระเพาะอาหาร
- ข. นาย ข เพราะการหลั่งกรดไฮโดรคลอริก สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีน
- ค. นาย ก เพราะกาแฟเข้มข้นก่อนอาหารทำให้ได้รับคาเฟอีนมาก
- ง. นาย ข เพราะน้ำตาลมีผลทำให้การหลั่งกรดไฮโดรคลอริกมาก

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร

- | | |
|--------|--------|
| 1. ข. | 16. ก |
| 2. ก. | 17. ก |
| 3. ง. | 18. ค. |
| 4. ง | 19. ค |
| 5. ค | 20. ค. |
| 6. ค | 21. ข. |
| 7. ง. | 22. ข. |
| 8. ง. | 23. ง. |
| 9. ข. | 24. ก. |
| 10. ข. | 25. ข. |
| 11. ค. | 26. ข. |
| 12. ง. | 27. ค. |
| 13. ง. | 28. ง |
| 14. ก | 29. ข. |
| 15. ก. | 30. ข. |

ภาคผนวก ค

- ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล
- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- ผลคะแนนพัฒนาการ

**ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้
7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง**

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ
วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
แผนที่ 1 เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้ ครอบคลุม วัตถุประสงค์ทั้งด้าน ความรู้ ทักษะ กระบวนการ และ คุณธรรมจริยธรรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะการคิด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้ เหมาะสม ตรงตามผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มาก
8. สื่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มากที่สุด
9. การประเมิน ครอบคลุมผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มาก
10. เนื้อหาในสื่อการ เรียนรู้สามารถ นำไปใช้กับ ชีวิตประจำวันได้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
11. ระยะเวลาในการ จัดกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
รวม						4.76	0.20	มากที่สุด

ตารางที่ ค-2 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ
 วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
 แผนที่ 2 เรื่อง การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้ ครอบคลุม วัตถุประสงค์ทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณธรรม จริยธรรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะการคิด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้ เหมาะสม ตรงตามผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
9. การประเมิน ครอบคลุมผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
10. เนื้อหาในสื่อการ เรียนรู้สามารถนำไปใช้ กับชีวิตประจำวันได้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
11. ระยะเวลาในการ จัดกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
รวม						4.82	0.11	มากที่สุด

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ
 วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
 แผนที่ 3 เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้ ครอบคลุม วัตถุประสงค์ทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และ คุณธรรมจริยธรรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ ค้นพบและสร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะการคิด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้ เหมาะสม ตรงตามผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
9. การประเมิน ครอบคลุมผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
10. เนื้อหาในสื่อการ เรียนรู้สามารถนำไปใช้ กับชีวิตประจำวันได้	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มาก
11. ระยะเวลาในการ จัดกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
รวม						4.80	0.15	มากที่สุด

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ
 วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
 แผนที่ 4 เรื่องการย่อยอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. ผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้ ครอบคลุม วัตถุประสงค์ทั้งด้าน ความรู้ ทักษะ กระบวนการ และ คุณธรรมจริยธรรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6. กิจกรรม การเรียนรู้กระตุ้นให้ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การคิด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้ เหมาะสม ตรงตาม ผลการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
9. การประเมิน ครอบคลุมผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
10. เนื้อหาในสื่อการ เรียนรู้สามารถ นำไปใช้กับ ชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. ระยะเวลาในการ จัดกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม						4.84	0.12	มากที่สุด

ตารางที่ ค-5 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ
 วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
 แผนที่ 5 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้ ครอบคลุม วัตถุประสงค์ทั้งด้าน ความรู้ ทักษะ กระบวนการ และ คุณธรรมจริยธรรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ ค-5 (ต่อ)

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะการคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้ เหมาะสม ตรงตามผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
9. การประเมิน ครอบคลุมผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
10. เนื้อหาในสื่อการ เรียนรู้สามารถนำไปใช้ กับชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. ระยะเวลาในการ จัดกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	3	4.60	0.89	มากที่สุด
รวม						4.84	0.12	มากที่สุด

ตารางที่ ค-6 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ
 วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง แผนที่ 6 เรื่อง
 สาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. ผลการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้ ครอบคลุม วัตถุประสงค์ทั้งด้าน ความรู้ ทักษะ กระบวนการ และ คุณธรรมจริยธรรม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับผลการ เรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ ค้นพบและสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ ค-6 (ต่อ)

รายการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. กิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะการคิด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้ เหมาะสม ตรงตามผล การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
9. การประเมิน ครอบคลุมผลการ เรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
10. เนื้อหาในสื่อการ เรียนรู้สามารถนำไปใช้ กับชีวิตประจำวันได้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
11. ระยะเวลาในการ จัดกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม						4.91	0.10	มากที่สุด

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล

ตารางที่ ค-7 การวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล
(ก่อนเรียน) ระหว่างจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	1	1	1	5	1.00
2	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล
(ก่อนเรียน) ระหว่างจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน 1.00 ทุกข้อ

ตารางที่ ค-8 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบ
วัดการคิดอย่างมีเหตุผล (ก่อนเรียน)

ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D
1	0.46	0.33
2	0.48	0.52
3	0.50	1.00
4	0.43	0.85
5	0.32	0.63
6	0.30	0.60

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient)
ของ Cronbach มีค่าเท่ากับ 0.73

ตารางที่ ค-9 การวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล
(หลังเรียน) ระหว่างจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้
คะแนน

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	1	1	1	5	1.00
2	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล
(หลังเรียน) ระหว่างจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนน 1.00 ทุกข้อ

ตารางที่ ค-10 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบ
วัดการคิดอย่างมีเหตุผล (หลังเรียน)

ข้อที่	ค่า P_E	ค่า D
1	0.44	0.52
2	0.50	0.56
3	0.52	0.60
4	0.50	0.48
5	0.41	0.60
6	0.39	0.63

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient)
ของ Cronbach มีค่าเท่ากับ 0.80

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
 ตารางที่ ค-11 การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาชีพวิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และข้อสอบ

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
			คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
			1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	1	5	1.00
		2	1	1	1	0	0	3	0.60
		3	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	4	1	1	1	1	1	5	1.00
		5	1	1	1	1	1	5	1.00
		6	1	1	1	0	0	3	0.60
3	1	7	1	1	1	1	1	5	1.00
		8	1	1	1	1	1	5	1.00
		9	1	1	1	1	1	5	1.00
		10	1	1	1	1	1	5	1.00
		11	1	1	1	1	1	5	1.00
		12	1	1	0	1	1	4	0.80
		13	1	1	1	1	1	5	1.00
		14	1	1	1	1	1	5	1.00
		15	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	16	1	1	0	1	1	4	0.80
		17	1	1	1	1	1	5	1.00
		18	1	1	1	0	1	4	0.80

ตารางที่ ค-11 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
			คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
			1	2	3	4	5		
4	1	19	1	1	1	1	1	5	1.00
		20	1	1	1	1	1	5	1.00
		21	1	1	1	1	1	5	1.00
		22	1	1	1	1	1	5	1.00
		23	1	1	1	1	1	5	1.00
	24	1	1	1	1	0	4	0.80	
	2	25	1	1	1	1	1	5	1.00
		27	1	1	1	1	1	5	1.00
		28	1	1	1	1	0	4	0.80
		29	1	1	1	1	1	5	1.00
30		1	1	1	1	1	5	1.00	

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
ตั้งแต่ 0.60 – 1.00

ตารางที่ ค-12 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) แบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชชีวะวิทยา เรื่อง ระบบการย่อยอาหาร

ข้อที่	ค่า P	ค่า R	ข้อที่	ค่า P	ค่า R
1	0.28	0.56	16	0.44	0.89
2	0.56	0.89	17	0.44	0.44
3	0.61	0.56	18	0.28	0.33
4	0.67	0.67	19	0.50	0.33
5	0.39	0.56	20	0.50	0.56
6	0.56	0.67	21	0.67	0.44
7	0.50	0.56	22	0.78	0.22
8	0.61	0.78	23	0.56	0.44
9	0.28	0.56	24	0.56	0.44
10	0.44	0.89	25	0.56	0.89
11	0.56	0.44	26	0.50	0.78
12	0.50	0.33	27	0.72	0.56
13	0.39	0.33	28	0.67	0.22
14	0.44	0.44	29	0.56	0.89
15	0.83	0.33	30	0.22	0.22

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
มีค่าเท่ากับ 0.86

ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ค-13 คะแนนการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้
7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงก่อนเรียน และหลังเรียน
(คะแนนเต็ม 18 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	7	11	3	11
2	2	9	12	10	12
3	4	8	13	6	11
4	4	12	14	10	12
5	5	11	15	10	10
6	1	9	16	3	9
7	6	11	17	6	12
8	6	10	18	2	10
9	5	7	19	6	11
10	4	12	20	9	10

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนค่าเท่ากับ 5.3

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนค่าเท่ากับ 10.2

ตารางที่ ค-14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ที่ได้รับการจัด
การเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
ก่อนเรียน และหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	14	22	11	11	16
2	7	14	12	12	16
3	10	15	13	13	21
4	6	13	14	10	15
5	12	17	15	8	16
6	7	15	16	10	16
7	9	15	17	7	14
8	13	17	18	6	18
9	7	18	19	9	15
10	11	15	20	11	17

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนค่าเท่ากับ 9.65

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนค่าเท่ากับ 16.25

ผลคะแนนพัฒนาการ

ตารางที่ ค-15 คะแนนพัฒนาการการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ

วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (18 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (18คะแนน)	ผลต่าง	คะแนนพัฒนาการ
1	4	7	3	21.43
2	2	9	7	43.75
3	4	8	4	28.57
4	4	12	8	57.14
5	5	11	6	46.15
6	1	9	8	47.06
7	6	11	5	41.67
8	6	10	4	33.33
9	5	7	2	15.38
10	4	12	8	57.14
11	3	11	8	53.33
12	10	12	2	25.00
13	6	11	5	41.67
14	10	12	2	25.00
15	10	10	0	0.00
16	3	9	6	40.00
17	6	12	6	50.00
18	2	10	8	50.00
19	6	11	5	41.67
20	9	10	1	11.11

หมายเหตุ คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 36.47

ตารางที่ ค-16 คะแนนพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร
หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับ
การใช้คำถามระดับสูง

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง	คะแนนพัฒนาการ (ร้อยละ)
1	14	22	8	50.00
2	7	14	7	30.00
3	10	15	5	25.00
4	6	13	7	29.17
5	12	17	5	27.78
6	7	15	8	34.78
7	9	15	6	28.57
8	13	17	4	23.53
9	7	18	11	47.83
10	11	15	4	21.05
11	11	16	5	26.32
12	12	16	4	22.22
13	13	21	8	47.06
14	10	15	5	25.00
15	8	16	8	36.36
16	10	16	6	30.00
17	7	14	7	30.43
18	6	18	12	50.00
19	9	15	6	28.57
20	11	17	6	31.50

หมายเหตุ คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 32.28