

องค์ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

รองศาสตราจารย์ประวิตร ชุติสปี

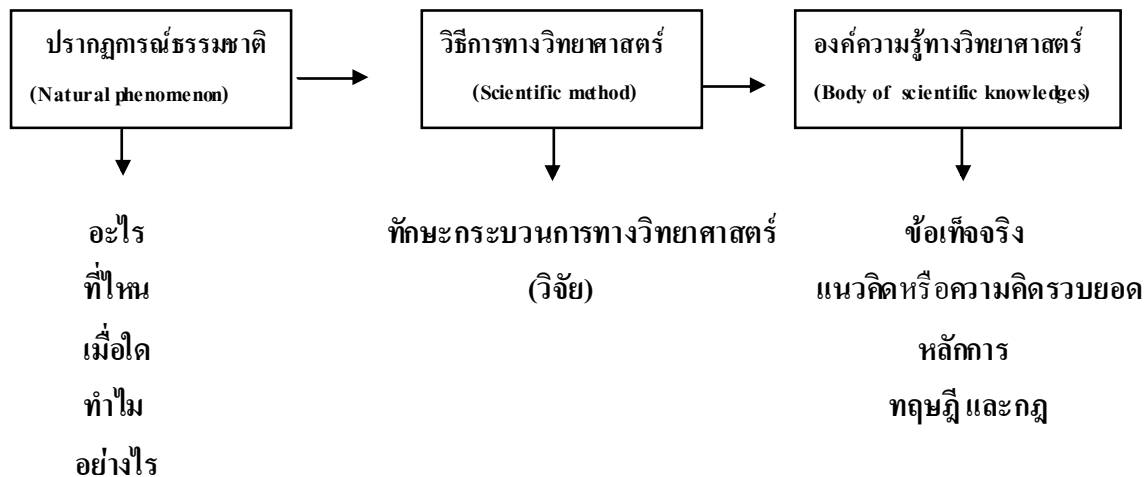
อดีตอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ในการจัดการเรียนการสอน หรือทำ
หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทุกสาขาในปัจจุบัน จะมีข้อจำกัดและปัญหาที่ต้องถกเถียงกันมาก
ประการหนึ่งก็คือ จะเลือกเนื้อหาวิชาเรื่องอะไร
บ้าง มาสอน หรือบรรจุไว้ในหลักสูตร เพื่อให้
เหมาะสมกับเวลา วุฒิภาวะของผู้เรียน และ
ทันสมัย เพราะปริมาณความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใน
วันนี้ มีมากกว่าในอดีตกาลที่ผ่านมามากมาย
และในอนาคตต่อไป ก็จะมีเพิ่มมากขึ้น ๆ อย่าง
แน่นอน แต่เวลาที่จะใช้ในการจัดการเรียนการ
สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนในวันนี้หรือวัน
ข้างหน้า ก็ยังคงมีอยู่เท่าเดิมหรือไม่มากไป
กว่าปัจจุบัน ดังนั้นการเลือกเนื้อหาวิชาที่เป็นแกน
หลักสำคัญจริง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการ
สอนหรือกำหนดไว้ในหลักสูตร จึงมีความจำเป็น
อย่างยิ่ง โดย เนื้อหาวิชา(Subject matter) หรือ
สาระการเรียนรู้ ที่เลือกมานั้นจะเป็นเพียง สื่อ
หรือ ตัวกลาง ที่ใช้สำหรับทำให้ผู้เรียนเกิดการ
เรียนรู้ตาม จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (ซึ่งก็อาจ
เป็นไปได้ว่า ยังมีเนื้อหาเรื่องอื่นๆอีก ที่
สามารถจะใช้เป็นสื่อกลางแล้วทำให้ผู้เรียนเกิด
การเรียนรู้ได้เช่นเดียวกัน) เนื้อหาวิชาดังกล่าว

นี้ ก็คือ **องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์** (Body of scientific knowledge)นั่นเอง องค์ความรู้เหล่านี้จะมี
นิยามและข้อจำกัดเฉพาะ อยู่ในตัวเอง ดังเช่น
ข้อเท็จจริง(Fact) และ**แนวคิดหรือความคิดรวบ
ยอด(Concept)** ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่ยังไม่ซับซ้อน
ได้มาจากการสังเกตและพิสูจน์ยืนยันว่าถูกต้องจริง
แล้วในขณะหนึ่ง ก็ยังอาจเปลี่ยนแปลงได้ หรืออาจ
ไม่เป็นความจริงอีกต่อไปในระยะเวลาต่อมา ถ้า
หากมีผลการสังเกตที่ถูกต้องกว่ามาหักล้างได้ ที่มา
ของ**องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์** ในอดีตส่วนใหญ่
จะมีที่มา และได้จากความสามารถในการสังเกต
ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว
มนุษย์ ความอยากรู้อยากเห็น ความฉลาด ความคิด
และสติปัญญาของมนุษย์ จะทำให้เกิดข้อสงสัย
หรือครุ่นคิดที่จะตอบคำถามที่เกิดขึ้นในใจเมื่อมี
ปรากฏการณ์ธรรมชาติใดเกิดขึ้น ตั้งแต่คำถามที่
ตอบได้ง่ายที่สุดคือ **มีอะไรเกิดขึ้น? เกิดขึ้นเมื่อใด?**
เกิดขึ้นที่ไหน? จนถึงคำถามที่จะตอบได้ยากที่สุด
คือ ปรากฏการณ์นั้น **ทำไมจึงเกิดขึ้น และเกิดขึ้นได้**
อย่างไร? จากการสังเกต การคิด และการไตร่ตรอง
หาคำอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลและใช้วิธีการ
อย่างเป็นระบบทำให้ได้ตัวความรู้ หรือองค์ความรู้

ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ๆ ดังแบบจำลอง

ในรูปที่ 1 ต่อไปนี้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531)



รูปที่ 1 แบบจำลองที่มาขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วิธีการใช้ทักษะต่างๆอย่างเป็นลำดับขั้น และเป็นระบบ ในการศึกษานี้ก็คือ **วิธีการทางวิทยาศาสตร์** (Scientific method) หรือที่เรียกว่า **วิธีการแห่งปัญญา** (Method of intelligence) ซึ่งจำเป็นต้องใช้ **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** ทักษะต่างๆในกรณีที่เป็นการศึกษาเรื่องที่ซับซ้อน มีตัวแปร มากขึ้นก็จะเป็น **การวิจัย** (Research) นั่นเอง และที่เป็นความฉลาดพิเศษยิ่งของมนุษย์ ก็คือ สามารถจะ **บันทึก** หรือ **ถ่ายทอด** องค์ความรู้ที่ได้ขึ้นไปยังคนรุ่นต่อ ๆ ไป หรือข้ามรุ่นกันได้ มีผลทำให้ได้ **องค์ความรู้** รวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ ต่อยอดจากคนรุ่นก่อนๆ ดังที่ได้ยกทอเป็นมรดกทรัพย์สินทางปัญญาของมนุษยชาติ สะสม เพิ่มพูนมากขึ้น

และต่อเนื่องมาจนถึงทุกวันนี้ สำหรับวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น ท่าน **ศาสตราจารย์ ดร. สาโรช บัวศรี** อดีตราชบัณฑิตและนักการศึกษาสำคัญคนหนึ่งของชาติ ได้เคยสรุปไว้เป็นขั้นตอนการปฏิบัติตามลำดับ 5 ขั้น ดังนี้ (สาโรช บัวศรี, 2513: 33-34)

- ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา (Location of problem)
- ขั้นที่ 2 การตั้งสมมุติฐาน (Setting up of hypothesis)
- ขั้นที่ 3 การทดลองและเก็บข้อมูล (Experimenting and gathering of data)

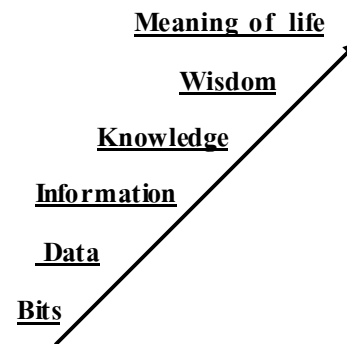


ขันที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of data) และ
ขันที่ 5 การสรุปผล (Conclusion)

(Climbing the knowledge ladder) ดังแผนภาพ
ในรูปที่ 2 ต่อไปนี้ (Borbogna, 2001: 2-7)

จะเห็นได้ว่าในขันตอนทั้งหมดของการใช้วิธีการ
ทางวิทยาศาสตร์นี้ล้วนต้องอาศัย **ทักษะ**
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ การสังเกต
การวัด การจัดการกระทำกับข้อมูล การแปล
ความหมายข้อมูล ฯลฯ ด้วยทั้งสิ้น

องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีปรากฏอยู่
ในวารสารทางวิชาการ(Journal) และตำราเรียน
(Textbook)ทั้งหลายนั้น หากพิจารณาโดยทั่วไป
แล้ว ก็จะประกอบด้วยส่วนที่เป็น **ข้อเท็จจริง**
(Fact) **แนวคิดหรือความคิดรวบยอด (Concept)**
หลักการ(Principle) **ทฤษฎี(Theory)** และ **กฎ**
(Law) การสอนหรือการเรียนรู้ องค์ความรู้
เหล่านี้ ถือเป็นการเรียนรู้ในด้าน **พุทธิพิสัย**
(Cognitive domain) ซึ่งสามารถเรียนรู้ได้โดยอาจ
ไม่จำเป็นต้องมาเข้าชั้นเรียน หรือปฏิบัติการ
ทดลองเลยก็ได้ นอกจากนี้ในปัจจุบันยังได้มีการ
จัดลำดับความสำคัญของสิ่งที่ต้องการหรือ
ประสงค์จะให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ และติดตัว
ผู้เรียนไปมากยิ่งขึ้นกว่า การได้เรียนรู้ตัวองค์ความรู้
เสียอีก คือ ต้องการให้คิดเป็น จนถึงขันเกิด
ปัญญา (= ความฉลาด เกิดแต่เรียนและคิด) และ
เรียนรู้ที่ถึงระดับขันนำมาใช้ในการดำเนิน
ชีวิตประจำวัน หรือมีความหมายกับชีวิตด้วย
ดังที่มีผู้เรียกว่า การไต่ขันบันไดของความรู



รูปที่ 2 ขันบันไดของความรู

ทั้ง บิท(Bits) ข้อมูล(Data) และข่าวสาร
หรือสารสนเทศ (Information) นั้น ยังไม่ถือเป็น
ความรู้ (Knowledge) การเรียนที่ทำให้เกิดหรือ
ได้ ปัญญา หรือ ความฉลาด (Wisdom) และมี
ความหมายกับชีวิต (Meaning of life)นั้น จะเป็น
การเรียนรู้ที่มีความสำคัญยิ่งกว่าการมีเพียงความรู้
เท่านั้น ซึ่งก็จะสอดคล้องตรงกับความมุ่งหมาย
ของการจัดการศึกษา การจัดการเรียนการสอน ที่
ต้องการให้ผู้เรียนได้ **เรียนรู้**ทั้งส่วนที่เป็นองค์
ความรู้ และวิธีการหรือกระบวนการที่ทำให้ได้
ความรู้มา ซึ่งก็คือทักษะในการใช้วิธีการทาง
วิทยาศาสตร์ หรือที่เรียกว่าการใช้ **ทักษะ**
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process
skills) นั่นเอง ทักษะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องได้มา
จากการลงมือฝึกปฏิบัติจริง จะอ่านหรือเพียง
ท่องจำให้ได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คืออะไร
มีกี่ขัน อะไรบ้างเท่านั้น จะไม่ถือเป็นการเรียนรู้

ในด้าน **ปฏิบัติพิสัย** หรือ**ทักษะพิสัย** (Psychomotor domain)ตามความมุ่งหมายในการจัดการศึกษาหรือการเรียนการสอน

เพื่อให้มองเห็นถึง ประวัติศาสตร์ ความ เป็นมาในการพัฒนา องค์ความรู้ของมนุษย์ในแต่ละยุค แต่ละสมัย รวมทั้งตัวอย่างลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตกาลจนถึงปัจจุบัน ผู้เขียนใคร่ขอสรุปจากปาฐกถาชุด สมเด็จพระมหิตลาธิเบศรฯ ครั้งที่ 3 เรื่อง “การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์ : เสริมสร้างสมรรถนะไทยในประชาคมโลก-ก้าวมันทันโลก” ซึ่งเป็น

ปาฐกถาต่อหน้าพระที่นั่งสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนากรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์โดย ท่านศาสตราจารย์ ดร. ลิปพนธ์ เกตุทัศน์ นักฟิสิกส์ และอดีตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2538 เวลา 14:00 น. ณ ห้องประชุมสารนิเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในส่วนที่ได้กล่าวถึงความเป็นมาและเป็นไปของมนุษย์บนโลก ก่อนที่จะพัฒนามาเป็นมนุษย์ยุค**เทคโนโลยีสารสนเทศ** (Information technology หรือยุค **IT**) และจนมาเป็นยุค **สังคมแห่งความรู้** (Knowledge based society) ในปัจจุบันไว้ สรุปตาม ลำดับกาลเวลาที่ผ่านมาแล้วได้ดังนี้

ความเป็นมาและเป็นไปของมนุษย์บนโลก

ช่วงระยะเวลาที่ผ่านพ้นมา

มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง?

- | | |
|------------------------|--|
| 1. เมื่อ 14,000 ล้านปี | กำเนิดเอกภพ |
| 2. 4,600 ล้านปี | กำเนิดโลก |
| 3. 3,000 ล้านปี | กำเนิดสิ่งมีชีวิต |
| 4. 430 - 65 ล้านปี | มีการสูญพันธุ์ของชนิดต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ถึง 5 ครั้ง |
| 5. 65 ล้านปี | ไดโนเสาร์ (Dinosaurs)ตัวสุดท้ายของโลก |
| 6. 10 - 2 ล้านปี | เกิด Homo erectus (= to raise up) แล้วพัฒนาเป็น Homo habilis (=having ability) |
| 7. 150,000 ปี | เกิด Homo sapiens (=having wisdom) (มีมนุษย์ เกิดขึ้นบนโลกนี้) |

8.	10,000ปี	เกิดการปฏิวัติเกษตรกรรม (คลื่นลูกที่หนึ่ง)
9.	200 ปี	เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรม (คลื่นลูกที่สอง)
10.	30 ปี	เกิดการปฏิวัติสารสนเทศ (ยุค IT) (คลื่นลูกที่สาม)
11.	ถึงวันนี้	ยุคสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society)
12.	อนาคต	มนุษย์ยุค Homo technologica หรือ Homo natural หรือ Homo utopian ต้องเป็นมนุษย์ที่มีปัญญา สติและคุณธรรม

องค์ความรู้ หรือ ตัวความรู้ ที่มีเพิ่มขึ้น ๆ อย่างมากมายในปัจจุบัน และจะยังคงมีเพิ่มมากขึ้นในอีกหลายทศวรรษข้างหน้าในอนาคตนั่น ล้วนมาจากความฉลาด และมีปัญญาของมนุษย์ โดยบรรพบุรุษของมนุษย์สามารถสะสมองค์ความรู้ต่าง ๆ ถ่ายทอดมายังคนรุ่นหลัง ๆ เป็นทรัพย์สินทางปัญญาหรือ เป็นพื้นฐานที่คนรุ่นต่อ ๆ ไป สามารถเรียนรู้ต่อยอดเพิ่มมากขึ้นได้ นอกจากนี้มนุษย์ยังสามารถคิดค้นประดิษฐ์เครื่องผ่อนแรง หรือเครื่องมือไว้ช่วยในการทำงานได้อีก ความฉลาด มีปัญญาของมนุษย์ ดังกล่าวนี้นี้มาจากการที่มนุษย์มี วิวัฒนาการ มาจาก ไพรเมต (Primates ซึ่งเป็น Order หนึ่งของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมหรือ Mammal ที่รวมถึง Monkeys ->

Apes -> Man) หนึ่ง คือจาก *Homo habilis* ที่มีปริมาตรของสมองในกะโหลกศีรษะประมาณ 600 ลูกบาศก์เซนติเมตรเมื่อประมาณ 2 ล้านปีมาแล้ว และวิวัฒนาการจนกลายมาเป็น มนุษย์ (*Homo sapiens*) ที่มีปริมาตรของสมองในกะโหลกศีรษะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1,350 ลูกบาศก์เซนติเมตรในช่วงเวลาเมื่อไม่เกิน 0.5 ล้านปีมานี้เอง (Stone, 200:, 56-57) องค์ความรู้บางเรื่องที่เคยเชื่อกันว่า ถูก หรือเป็นจริงในช่วงสมัยหนึ่ง ยุคหนึ่งก็อาจพบในตอนหลังว่า ผิด จนล้มเลิกเชื่อไปเลยก็มี องค์ความรู้หลายเรื่องก็รู้รายละเอียดต่อยอดขยายกว้างขวางจนเป็น ศาสตร์ (= ระบบวิชาความรู้) สาขาต่าง ๆ มากขึ้น ๆ ดังเช่นที่เกิดขึ้นในยุคปัจจุบันซึ่งเมื่อเทียบกับช่วงระยะ

เวลา 100 ปี 200 ปี พันปีและหมื่นปีที่ผ่านมา
ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ปริมาณองค์ความรู้ที่
เกิดขึ้นจะมากขึ้นกว่าในอดีตเป็นแบบอัตรา
ก้าวหน้า(Exponential growth)

เพื่อให้เห็นถึงตัวอย่างลำดับการพัฒนาองค์
ความรู้ของมนุษย์ ในยุคสมัยต่าง ๆ นับตั้งแต่
ปัจจุบันย้อนหลังไปจนถึงสมัยพุทธกาล (ในช่วง
เวลา 26 ศตวรรษ หรือประมาณ 2,600 ปี)
ผู้เขียนได้รวบรวม ตัวอย่างของ **นักปราชญ์**และ

การพัฒนา**องค์ความรู้**ตามลำดับเหตุการณ์ที่สำคัญ
เพียงส่วนหนึ่งในช่วงระยะ เวลา ต่าง ๆ โดย
การระบุเป็นปี **พุทธศักราช** (B.E.) และ
คริสต์ศักราช (A.D.) ไว้ (จะใช้ ตัวเลขที่บอก
ระยะเวลาแตกต่างกันระหว่าง **พ.ศ.** และ **ค.ศ.**
เท่ากันตลอดในทุกยุค ทุกสมัย คือประมาณ =
543 ปี) ดังนี้

ลำดับเหตุการณ์ นักปราชญ์ และนักวิทยาศาสตร์ของโลก

A.D. (ค.ศ.) B.E. (พ.ศ.)

(Anno Domini) (Buddhist Era)



Niels Bohr (1885-1962)



Albert Einstein (1879-1955)

ผู้กล่าวว่า “จินตนาการ สำคัญกว่า ความรู้”

ปี 2005	2548	Knowledge based society
1879	2422	Albert Einstein (1879-1955 A.D.) Theory of relativity (นักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบล และบุคคลแห่งศตวรรษที่ 20)

1825	2368	<i>Johann Strauss</i> (1825-1899 A.D.) The Waltz King Austrian conductor & composer
1791	2334	Samuel F. B. Morse (1791-1872 A.D.) American artist & inventor ประดิษฐ์โทรเลข รหัสแบบมอร์ส
1782	2325	ตั้ง กรุงเทพมหานครฯ
1770	2313	<i>Beethoven</i> (Ludwig van, 1770-1827 A.D.) German composer
1767	2310	ไทย เสียกรุงศรีอยุธยา ครั้งที่ 2
1766	2309	John Dalton (1766-1844 A.D.) ตั้ง ทฤษฎีอะตอม (ค.ศ. 1803 หรือ พ.ศ. 2346)



John Dalton (1766-1844)



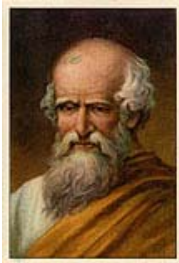
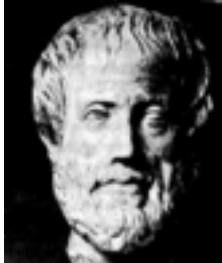
Sir Isaac Newton (1642-1727)

1756	2299	<i>Mozart</i> (Wolfgang Amadeus, 1756-1791 A.D.) Austrian composer
1642	2185	Sir Isaac Newton (1642-1727 A.D.) พบ Law of gravity
1564	2107	Galileo (1564-1642 A.D.) Italian physicist & astronomer



Galileo Galilei (1564-1642)

ใกล้กับช่วงเวลาที่ยกเลิกพระบรมศพสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ทรงกอบกู้กรุงศรีอยุธยา เมื่อ พ.ศ. 2127

1473	2016	Nicolaus Copernicus (1473-1543 A.D.) Polish astronomer (ผู้บอว่า โลกและดาวเคราะห์ หมุนรอบดวงอาทิตย์)
1446	1989	Christopher Columbus (1446?-1506 A.D.) Italian navigator in Spanish Service (ผู้ค้นพบทวีปอเมริกา ค.ศ. 1492 หรือพ.ศ. 2035)
1283	1826	พ่อขุนรามคำแหงมหาราช แห่งราชอาณาจักร สุโขทัย ประดิษฐ์ ตัวอักษรไทย
100	643	Ptolemy (100-178 A.D.) Mathematician, Astronomer & Geographer in Alexandria (ผู้บอว่า โลก เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ)
↓		
1	543	พระเยซูประสูติ (พระพุทธเจ้าปรินิพพานไปก่อนแล้ว 543 ปี)
B.C.	พ.ศ. (B.E.)	(Before Christ)
287	256	Archimedes (287-212 B.C.) of Syracuse , Greek mathematician
 		
Archimedes (287-212 B.C.) Aristotle (384-322 B.C.)		
300	243	Euclid (circa 300 B.C.) Greek mathematician & Educator of Alexandria
380	183	Aristotle (384-322 B.C.) Greek philosopher และเป็นศิษย์ของ Plato
427	116	Plato (427-347 B.C.) Greek philosopher (Platonic love)
460	83	Democritus ตั้งชื่อคำว่า Atom = indivisible
469	74	Socrates (469?-399) Athenian philosopher

~543 1 พระพุทธเจ้าปรินิพพานไปแล้วเป็นปีที่หนึ่ง
(มีพระชนมายุ สิริรวม 80 พรรษา)

อนึ่งผู้เขียนใคร่ขอล่าถึงความมุ่งหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ข้อหนึ่ง ในจำนวน 7 ข้อ คือ ข้อ 2 ที่ระบุไว้ว่า “เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์” หรือในหลักสูตรที่ผ่าน ๆ มาจะใช้คำว่า “เพื่อให้เข้าใจขอบเขต และวงจำกัด ของวิทยาศาสตร์” นั้น ถ้าหากครูอาจารย์เข้าใจถึงที่มาขององค์ความรู้ ดังได้กล่าวไว้ข้างต้นนี้ ก็จะสามารถหาตัวอย่างมาประกอบคำอธิบายให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น องค์ความรู้ ที่เป็นข้อเท็จจริง (Fact) ทฤษฎี (Theory) ที่เคยเชื่อว่าถูกต้องที่สุดในยุคหนึ่งก็อาจพบความจริงในตอนหลังได้ว่าไม่จริงไม่ถูกต้องก็ได้ถ้ามีข้อมูลหรือเหตุผลที่สนับสนุนดีกว่า ซึ่งอาจมาจากการใช้เครื่องมือที่สามารถเก็บรายละเอียดแม่นยำมาช่วยในการสังเกต แปลความหมายข้อมูลได้ละเอียดถูกต้องมากขึ้นกว่าในยุคที่ผ่านมาแล้ว ตัวอย่างเช่น จำนวนดวงจันทร์ที่เป็นบริวารของดาวเสาร์ ทฤษฎีอะตอม ที่ได้เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละยุค เป็นต้น การสอนให้ผู้เรียนตระหนัก

ว่าสิ่งที่เราไม่เห็น ไม่ได้ยิน หรือเรายังไม่พบ มิได้หมายความว่า สิ่งนั้นไม่มีแน่ (ตัวอย่างเช่น ในห้องที่เราอยู่ขณะนี้ ถ้าจะกล่าวสรุปว่าไม่มีเสียงเพลง เสียงโฆษณาหรือไม่มีละครก็อาจเป็นการด่วนสรุปเกินไป เพราะถ้าหาก เรามีเครื่องรับวิทยุหรือโทรทัศน์ เราอาจได้ยินเสียง หรือเห็นภาพ ก็ย่อมเป็นไปได้) และในขณะที่เดียวกันก็ต้องไม่เชื่อง่าย ด่วนสรุป เชื่อแบบงมงาย เชื่อโชคลาง (Superstition) หรือเชื่ออะไรแบบไร้เหตุผล ก็จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ เจริญงอกงาม ในด้านจิตพิสัย (Affective domain) ไปด้วย ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบของ การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ที่คนในยุค สังคมแห่งความรู้ นี้ จำเป็นจะต้องมีทุกคนนั่นเอง

เมื่อองค์ความรู้ มีแต่จะเพิ่มมากขึ้นๆ ทุกวันและมากขึ้นในอัตราก้าวหน้าดังได้กล่าวมาแล้ว จึงเป็นไปได้ที่จะจัดหลักสูตรการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ครบไปทุกเรื่องที่มีอยู่ในปัจจุบันและในอนาคตต่อไปก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นๆ ด้วย แต่เวลาเรียนในสถานศึกษาจะยังคงมีเท่าเดิม การจัดทำหลักสูตรที่จะกำหนดหรือเลือกเนื้อหาเรื่องวิชาเรื่องใด มาเป็นสาระ

การเรียนรู้ ทั้งด้านปริมาณและความลึกซึ้งของเนื้อหาให้เหมาะสมสอดคล้องกับวุฒิภาวะของผู้เรียนในระดับการศึกษาต่างๆ จึงมีความจำเป็นและสำคัญยิ่งอาจกล่าวได้ว่า เนื้อหาวิชา หรือสาระการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เจริญงอกงาม ได้ครบถ้วน ทุกด้านนั้นมิได้อยู่แต่เฉพาะเนื้อหาวิชา หรือสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแต่ละยุคแต่ละสมัย การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการหรือกระบวนการค้นหาความรู้

จึงเป็นการเรียนรู้ที่มีความสำคัญและเกิดขึ้นได้ยั่งยืนในตัวผู้เรียน ยิ่งกว่าการเรียนรู้เฉพาะตัวความรู้ หรือน้องความรู้แต่เพียงส่วนเดียว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ (Scientist) นักวิทยาศาสตร์ศึกษา (Science educator) นักพัฒนาหลักสูตร (Curriculum development educator) และครูอาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะทำงานร่วมกันเป็นผู้เลือก หรือกำหนดเนื้อหา หรือสาระการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ได้ดีที่สุดมากกว่าใคร



เอกสารและ URL อังอิง

กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ (2546) **การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว กทม. 289 หน้า.

กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ (2544) **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544** โรงพิมพ์

องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.) กทม. 48 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) **การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์**

หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน สสวท. จัดพิมพ์, 277 หน้า.

สาโรช บัวศรี, ศาสตราจารย์ ดร. (2513) **พุทธศาสนากับการศึกษาแผนใหม่** พิมพ์ครั้งที่ 3 องค์การค้ำของคุรุสภา กทม. 61 หน้า.

ลีปพนนท์ เกตุทัศน์, ศาสตราจารย์ ดร. (2538) “ **การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์: เสริมสร้าง**

สมรรถนะ ไทยในประชาคมโลก-ก้าวมันทันโลก ” เอกสารประกอบคำบรรยาย ปาฐกถา

“ สมเด็จพระมหิตลาธิเบศร์ฯ ” เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2538 ณ ห้องประชุมสารนิเทศจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้** เล่ม 1

เจนอริลบู๊ต เซนเตอร์จำกัด กทม. 385 หน้า.

Bloom, Benjamin S. and others (1971) **Handbook on Formative and Summative Evaluation of**

Student Learning, McGraw-Hill Book Co., N.Y., 923 pp.

Borbogna, Joseph (2001) “ Visions of Engineering Education ” *Asian Infrastructure Research Review*, AIT vol. 3 May ,p. 2-7.

Stone, Richard (2003) “ Survivor ” *Discover*, 24(3) : March, p. 54-59.

<http://www.aliciajohnson.net/scienceprocessskills.htm>

<http://www.rit.edu/~flwstv/aristotle1.html>

<http://www.groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Newton.html>

<http://education.yahoo.com/reference/encyclopedia/entry?id=2607>

<http://www.th.physik.uni-frankfurt.de/~jr/physlist.html>

<http://www.groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Aristotle.html>

<http://www.th.physik.uni-frankfurt.de/~jr/physpiceinstein.html>

<http://www.phy.hr/~dbaar/fizicari/xenstein.html>