

POLA PEMIKIRAN VISUAL PELAJAR BIOLOGI TERHADAP KONSEP ABSTRAK OSMOSIS

¹Maria Salih & ²Roszelina Abd. Rahman

Jabatan Pengajian Pendidikan dan Pembangunan Manusia

Universiti Pendidikan Sultan Idris

35900 Tanjong Malim, Perak

²Maktab Rendah Sains MARA, Perak

Abstrak

Kajian ini bertujuan meneroka pemikiran visual pelajar Biologi terhadap konsep abstrak osmosis. Antara objektif khusus kajian ini adalah untuk mengenalpasti pola pemikiran visual pelajar apabila mereka melihat dan membaca konsep abstrak tersebut. Seramai 15 orang responden dipilih dari dua buah sekolah dengan menggunakan persampelan stratifikasi bertujuan. Pelajar ini mewakili kumpulan yang berprestasi tinggi, sederhana dan rendah. Instrumen yang digunakan untuk mengumpul data adalah tugas osmosis dan protokol temu bual semi berstruktur. Setelah data dianalisis secara deskriptif, kajian mendapati responden telah menunjukkan suatu pola pemikiran visual yang ketara. Secara keseluruhannya, 73% responden memaparkan visual dengan reka bentuk eksperimental manakala 27% responden melakarkan visual dengan reka bentuk ilustrasi. 40% responden yang berprestasi tinggi mempunyai visual jenis holistik. 60% hingga 80% responden yang berprestasi sederhana dan rendah pula mempunyai visual jenis terperinci. Hasil kajian mendapati 80% responden yang berprestasi tinggi mempunyai visual yang kabur. Ini berbeza dengan 80% responden yang berprestasi sederhana dan rendah yang mempunyai visual yang jelas. Hasil daripada kejelasan visual menyebabkan mereka menggunakan warna yang berbeza-beza. 80% responden yang berprestasi tinggi melakarkan visual mereka dengan menggunakan warna hitam dan putih sahaja. Manakala 80% responden yang berprestasi sederhana dan rendah pula sangat menyukai warna yang terang seperti merah, biru dan jingga. Hasil kajian ke atas pola pemikiran visual ini mampu berkongsi maklumat dan pengetahuan tentang visual yang dihasilkan dalam fikiran pelajar apabila mereka mempelajari konsep abstrak sains pada masa akan datang.

Kata kunci *Konsep abstrak, osmosis, pola pemikiran visual, pelajar biologi.*

Abstract

This study is aimed at exploring the visual thinking of Biology students on the abstract concept of osmosis. One of the objectives of this study is to identify the students' visual thinking when they see and read the abstract concept given. A purposive stratified random sampling was used to select 15 respondents from two secondary schools. The respondents were categorized into two groups, the high achievers and the low achievers

based on their previous science and biology examination results. The instruments used in this study were a task on the concept of osmosis, semi-structured interview and the researcher's audit trail. The data was analysed quantitatively using percentages and qualitatively by developing categories of information using the constant comparative method of data analysis. The main findings of this research showed that high achievers were prone to have an 'overview' visual thinking as compared to their counterparts, the low achievers who showed a 'zooming image' in their visual thinking. Eighty percent (80%) of the low achievers are said to be active thinkers during the process of conceptualizing the abstract concept of osmosis as they were able to deliver colour perception in their thinking. The students also used filtering, relating, history and dimension as the elements of thinking during information processing to generate their ideas. In conclusion, the study shows that the students used key words to guide them to generate ideas for the definition of the abstract concept of osmosis. It is hope that this finding will assist educators to enhance the low achievers' performance of their learning of an abstract science concept.

Keywords *Abstract concept, osmosis, visual thinking polar, biology students.*

Pengenalan

Konsep abstrak merupakan satu konsep dalam mata pelajaran sains yang sukar untuk "dilihat" dan dipelajari (Maria, 2002). Contohnya, proses pergerakan molekul pelarut di dalam proses resapan. Proses ini merupakan suatu konsep abstrak kerana ia wujud secara teoritikal dan tidak dapat dipraktik secara fizikal. Menurut Lim (2004), konsep sebegini sukar kerana dibebani dengan kandungan muatan kognitif yang terlalu tinggi. Lantas, berfikir secara visual dalam pengajaran dan pembelajaran Sains dapat membantu pelajar dalam memahami konsep abstrak (Baker & Piburn, 1997 dan Daniel, 2002). Namun demikian, pemikiran visual bukanlah sesuatu yang mudah kerana ia memerlukan kita membina perwakilan mental yang tepat dan betul (Abu Talib, 2005). Ini adalah kerana dalam membina pengetahuan konsep abstrak, kita perlu menggunakan skema mental dengan pendekatan dan teknik yang pelbagai. Penggunaan daya imaginasi juga sangat diperlukan dalam pembinaan imej (Norasikin & Zawawi, 2005). Justeru itu, pengajaran dalam konsep abstrak ini perlu disampaikan ke suatu tahap yang dapat meningkatkan tahap pemikiran visual pelajar bagi membolehkan pelajar-pelajar "melihat" topik Sains tersebut.

Pernyataan Masalah

Berfikir secara visual merupakan satu cara pemikiran kreatif (Arnheim, 1970). Kenyataan ini disokong oleh Mohd. Azhar (2003) bahawa pemikiran visual adalah keupayaan seseorang untuk menggambarkan imej mental dalam pemikirannya semasa menyelesaikan masalah. Pemikiran visual ini memainkan peranan yang utama di dalam menerokai data-data yang kompleks sehingga membawa kepada penemuan informasi yang sangat berguna. Namun demikian, keupayaan visual telah lama

dipinggirkan di dalam pendidikan walaupun ia adalah bahasa yang dipelajari di dalam sains (Baker & Piburn, 1997 dan Daniel, 2002). Menurut mereka lagi, kebanyakan guru mempunyai salah tanggapan dengan mengatakan aktiviti-aktiviti visual di dalam bilik darjah terlalu mengambil masa dan tidak berbaloi untuk diimplementasikan.

Persoalannya ialah adakah pengajaran guru-guru ini dapat meningkatkan pemikiran visual para pelajar terutamanya terhadap konsep abstrak sains? Pelajar-pelajar menghadapi masalah untuk memahami fenomena alam semula jadi di dalam pembelajaran bilik darjah (Daniel, 2002). Misalnya, pelajar mungkin mempersoalkan bagaimana pergerakan air dari kawasan yang berkepekatan air yang tinggi ke kawasan berkepekatan air yang rendah di dalam proses osmosis. Pelajar mula menghadapi masalah untuk memahaminya apabila guru hanya menyampaikan pengetahuan tersebut di dalam bentuk syarahan dan konsep abstrak ini diajar dengan menggunakan pendekatan orientasi peperiksaan. Ketidakhahaman ini menunjukkan bahawa pelajar sains ini tidak dapat membina perwakilan mental terhadap konsep abstrak sains tersebut.

Menurut Silverman (2000), satu daripada tiga orang pelajar di dalam kelas adalah pelajar yang menggunakan visual yang tinggi, pelajar-pelajar ini mampu berimaginatif dan membuat gambaran mental. Pemikiran secara visual ini turut melibatkan fungsi kognitif seperti proses pengecaman, pembelajaran dan memori (Anderson, 1999). Justeru itu, bagi membolehkan pemikiran ini berlaku, segala-galanya bermula daripada guru yang mengajar mata pelajaran Sains. Ini adalah kerana bagaimana seorang guru sains ini dapat melahirkan pengetahuannya menerusi pemikiran visual, itulah yang akan disampaikan kepada pelajar-pelajarnya. Ini disokong oleh Rowell & Guilbert (1996) bahawa kualiti pembelajaran dan pengajaran sains bergantung pada pilihan guru tersebut di dalam menentukan kaedah pengajaran, aktiviti, bahan bantuan pengajarnya. Namun begitu, pilihan guru haruslah berlandaskan kepada visual yang difikirkan oleh pelajar. Justeru itu, kajian ini meneroka pemikiran visual pelajar terhadap konsep abstrak sains terutamanya dari aspek pola pemikiran tersebut. Hasil penerokaan ini diharap dapat menghasilkan suatu pola perkembangan domain kognitif pelajar dari aspek pemikiran visual.

Objektif Kajian

Berdasarkan pernyataan masalah yang telah dikemukakan, maka objektif kajian ini secara khususnya adalah untuk mengenalpasti pola pemikiran visual pelajar Biologi terhadap konsep abstrak osmosis. Justeru persoalan kajian ialah, 'Apakah pola pemikiran visual pelajar Biologi terhadap konsep abstrak osmosis'?

Kajian Literatur

a. *Pemikiran Visual*

Pembelajaran secara eksplorasi dan ciptaan dapat diperkembangkan dengan adanya pemikiran secara visual dimana segala informasi dapat diproses melalui imej mental (Siti Hawa & Ma'arof, 1990). Ini menunjukkan bahawa kemahiran berfikir secara

visual ini mampu membuatkan pelajar mengkonstruksi konsep dan menyelesaikan masalah sains. Oleh itu, instrumen visual seperti koswer yang memaparkan gambar rajah dapat mengasah kemahiran mereka dalam berfikir secara visual. Rangsangan terhadap deria mata membuatkan para pelajar terikat dengan daya untuk melihat, menggambarkan dan melukis perkaitan dan perhubungan dinamik di dalam lukisan mereka malah dapat mengumpul dan meningkatkan tahap kefahaman mereka (Lazear, 2004). Ini jelas menunjukkan kepentingan keupayaan mental membuat gambaran dalam membantu penyelesaian masalah.

Aktiviti visual membolehkan penyampaian maklumat menjadi lebih jelas dan mudah untuk difahami oleh pemikiran manusia kerana kejayaan menggambarkan maklumat tersebut menunjukkan proses kognitif telah berlaku dalam otak manusia. Hal ini disokong oleh McLoughlin (1997) bahawa pemikiran visual adalah instrumen yang sangat berkesan di dalam penggunaan kognitif. Ini adalah kerana kepentingan pemikiran tersebut dalam membentuk dan memanipulasi imej mental semasa menyelesaikan masalah dan membuat analogi serta membolehkan pelajar menggunakan maksud yang konkrit dengan imej yang abstrak. Justeru itu, keupayaan ini dapat membantu pelajar membentuk konsep baru dan seterusnya boleh menganalisis pembelajaran pada aras yang berikutnya (Norasikin & Zawawi, 2005).

Pemikiran visual adalah mod pemikiran yang tidak analitikal dan algoritmik (Cyr, 1997). Ia adalah tentang keupayaan seseorang untuk membentuk konsep dan menghasilkan pendapat dan idea dalam bentuk gambar dan grafik. Menurut Cyr (1997) lagi, terdapat tiga strategi yang digunakan di dalam pembentukan pemikiran visual ini iaitu: melihat, berimajinasi dan merekabentuk. Melihat adalah persepsi visual dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi. Persepsi yang timbul sentiasa berhubungan dengan pengalaman lampau individu tersebut. Berimajinasi melibatkan pemahaman peranan yang berbeza bagi setiap objek namun secara realitinya, dia juga tahu terdapat peranan alternatif objek tersebut. Individu yang menggunakan ketiga-tiga strategi ini dapat menghasilkan pemikiran visual yang efektif.

Lakaran pelajar, hasil daripada pemikirannya merupakan alat yang penting untuk menjelas dan menyatakan perkembangan kefahaman mereka terhadap pelajaran (Ramadas, 2009). Lakaran dapat menawan maksud yang tersirat dan yang berkembang didalam deria seseorang terhadap persekitarannya. Mereka bukan sahaja dapat melihat apa yang mereka sedang fikirkan bahkan mereka mampu untuk bermain dan mentransformasikan idea mereka. Kebolehan untuk mevisualisasikan idea, konsep dan masalah dapat membantu mereka bergerak ke arah pemikiran yang lebih tinggi. Maka mereka dapat menghubungkaitkan asas-asas di dalam sesuatu konsep (Brooks, 2009). Pelajar juga melakarkan visual hasil daripada interpretasi dan pengetahuan mereka terhadap sesuatu konsep. Selain daripada itu lakaran visual mereka adalah kerana kebiasaan yang dilakukan semasa melukis dan apa sahaja yang berkaitan dengan situasi yang berkaitan.

b. Konsep Abstrak Osmosis

Konsep osmosis adalah konsep abstrak yang dipilih kerana ia adalah kunci kepada kefahaman terhadap proses kehidupan. Apabila seseorang individu itu memahami osmosis, maka ia juga memahami bagaimana proses pengambilan air oleh tumbuh-tumbuhan, tekanan turgor dalam sel tumbuh-tumbuhan dan proses pengangkutan dan penyokongan dalam tubuh organism lain. Selain dalam bidang biologi, osmosis turut sangat berkait rapat dengan konsep utama dalam bidang fizik dan kimia seperti ketelapan, larutan dan partikel-partikel bahan (Gill, 2005). Justeru itu, sangat penting bagi seseorang pelajar itu membina asas kefahaman yang kukuh di dalam konsep asas ini bagi membolehkan mereka meneruskan penyerapan ilmu pengetahuan yang lebih mendalam tentang sistem sel kehidupan. Osmosis adalah konsep yang menjadi asas utama dalam kajian biologi di peringkat pengajian sekunder dan peringkat tertier. Walau bagaimanapun, banyak kajian yang dilakukan mendapati pelajar-pelajar cenderung untuk mempunyai salah tanggapan dalam topik ini (Westbrook & Marek, 1991; Odum, 1995). Malah guru-guru dan pelajar-pelajarnya mendapati bahawa osmosis dan potensi tekanan air (*water potential*) adalah topik yang paling sukar di belajar di dalam biologi. Ini disokong oleh kajian (Gill, 2005) yang telah mendapati bahawa walaupun pelajar mempunyai kefahaman yang baik dalam konsep membran dan tenaga kinetik molekul, namun, pelajar menunjukkan kefahaman yang semakin berkurang terhadap tajuk-tajuk osmosis seperti proses osmosis, pergerakan rawak molekul dan kepekatan larutan. Hal ini mungkin berlaku kerana guru dan pelajar masih tidak dapat memahami dan “melihat” konsep yang bersifat abstrak ini dengan baik sebagaimana menurut Johnstone & Mahmoud (1980), yang mendapati bahawa pelajar-pelajar biologi di sekolah menengah sukar untuk ‘melihat’ konsep abstrak osmosis.

Metodologi Kajian

a. Persampelan

Lokasi kajian yang telah dipilih adalah dua sekolah campuran (*co-ed*) di sekitar pinggir Ipoh. Bilangan responden kajian ini adalah seramai 15 orang. Sampel untuk kajian ini dipilih melalui kaedah persampelan stratifikasi bertujuan. Sampel mewakili tiga kumpulan pelajar iaitu kumpulan berprestasi tinggi (rpt), sederhana (rps) dan rendah (rpr) berdasarkan pencapaian dalam mata pelajaran Sains semasa Peperiksaan Menengah Rendah 2008 dan mata pelajaran Biologi dalam Ujian Kurikulum Pertama semasa di tingkatan empat pada tahun 2009.

b. Instrumen Kajian

Instrumen kajian yang digunakan adalah tugas osmosis pelajar dan protokol temu bual semi berstruktur. Tugas osmosis ini disediakan berdasarkan definisi yang digunakan oleh buku rujukan dan buku teks yang digunakan oleh para pelajar di sekolah. Alat tulis seperti pensil, pen dan pewarna disediakan supaya pelajar dapat melakarkan visual mereka seperti mana yang mereka fikirkan. Soalan-soalan protokol temu bual adalah berbentuk semi berstruktur yang ditentukan

terlebih dahulu tetapi soalan-soalan tersebut adalah terbuka dan jawapannya boleh dikembangkan mengikut budi bicara penemu bual dan responden (Othman, 2007).

c. Definisi konsep

- **Pemikiran Visual Pelajar**

Pemikiran visual adalah keupayaan untuk melihat, memahami, berimajinasi, membina konsep dan menzahirkan 'output' ke bentuk pandangan, idea dan data seperti gambar dan grafik (Cyrs, 1997). Pemikiran visual juga adalah kemahiran seseorang mencipta, memanipulasi dan berkomunikasi dengan imej mentalnya sama ada secara lisan atau grafik di dalam fikirannya (Mohd. Safarin & Muhammad Sukri, 2006). Dalam kajian ini, penyelidik mendefinisikan pemikiran visual sebagai imej mental yang telah diimajinasikan di dalam fikiran apabila otak selesai mentafsir dan memberi makna terhadap deria rangsangan. Reka bentuk visual ini ditransformasikan ke bentuk lakaran. Contohnya, dalam mereka bentuk konsep abstrak Osmosis; pelajar perlu membuat pemikiran visual dengan berimajinasi dan menggambarkan pergerakan molekul air dari kawasan berkepekatan air yang tinggi ke kawasan berkepekatan air yang rendah melalui membran sel.

- **Konsep Abstrak Osmosis**

Konsep abstrak merupakan satu elemen yang tidak konkrit. Konsep ini tidak diaplikasikan dan hanya dapat dilaksanakan secara teoritikal. Konsep sebegini hanya boleh diterangkan secara verbal dan sukar difahami kerana ia adalah sesuatu idea tidak wujud secara nyata. Dalam kajian ini, penyelidik menggunakan topik osmosis sebagai konsep abstrak. Ini adalah kerana konsep osmosis tidak dapat dilihat secara konkrit dan fizikal. Contohnya, Osmosis adalah proses pergerakan molekul air (pelarut) dari kawasan yang berkepekatan molekul air yang tinggi (kepekatan larutan yang rendah) ke kawasan berkepekatan molekul air yang rendah (kepekatan larutan yang tinggi) melalui membran separa telap.

d. Pengumpulan Data

Kajian ini telah dijalankan selama empat minggu. Soalan tugas osmosis memerlukan pelajar melakarkan pemikiran visual apabila mereka membaca definisi proses osmosis. Kemudian, penyelidik menggunakan audio MP4 semasa rakaman temu bual dengan responden. Audio ini kemudiannya akan dipindahkan ke *Window Media Player*® untuk proses transkrip data temu bual. Data ini kemudiannya dianalisis. Pengumpulan data diteruskan sehingga menemui titik tepu dalam kajian.

e. Penganalisan Data

Sebaik sahaja responden selesai melakarkan pemikiran visual dan menjalani temu bual, penyelidik menganalisis untuk mendapatkan data. Penganalisan data dijalankan ke atas transkrip temu bual semi berstruktur dan tugas osmosis. Transkrip temu bual semi berstruktur dianalisis secara manual dengan menggunakan pendekatan ‘grounded theory’ bagi menemui kod pemikiran visual yang timbul. Lakaran visual pelajar dianalisis bagi mencari kesamaan dan perbandingan dalam kategori. Kategori yang timbul hasil daripada analisis data adalah reka bentuk visual, jenis visual, kejelasan visual dan pewarnaan visual. Kod-kod yang timbul ini dikenal pasti dan dikira peratusannya bagi mengukuhkan dapatan kajian.

Dapatan Kajian

Hasil kajian yang diperoleh bagi menjawab persoalan ‘apakah pola visual pemikiran pelajar Biologi terhadap konsep abstrak osmosis’ adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

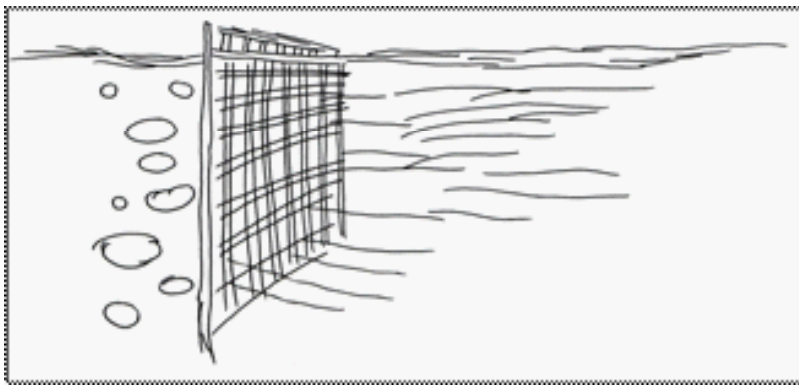
Jadual 1 Peratusan Responden Mengikut Kategori Pola Pemikiran Visual

Kategori Pola Pemikiran Visual	Peratusan Responden (%)		
	Berpencapaian Tinggi	Berpencapaian Sederhana	Berpencapaian Rendah
Reka Bentuk Visual			
Visual eksperimental	80%	60%	80%
Visual ilustrasi	20%	40%	20%
Jenis Visual			
Visual holistik	40%	-	-
Visual terperinci	40%	60%	80%
Kejelasan Visual			
Jelas	20.0	80.0	80.0
Kabur	80.0	20.0	20.0
Pewarnaan Visual			
Hitam, putih	80.0	20.0	20.0
Warna terang	20.0	80.0	80.0

Perbincangan

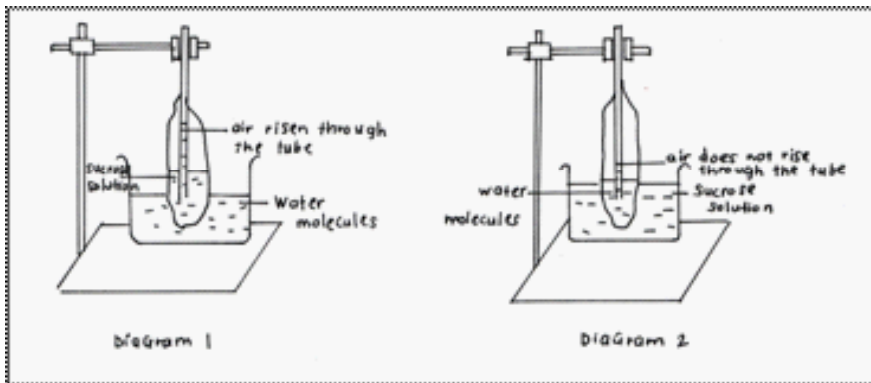
Kajian ini mendapati bahawa kesemua responden mampu untuk memaparkan visual mereka. Secara keseluruhannya, 73% daripada kesemua responden mempunyai pemikiran visual dengan reka bentuk eksperimental. Responden cenderung untuk menunjukkan visual dalam bentuk langkah demi langkah atau lakaran dengan reka bentuk eksperimen kerana kefahaman mereka terhasil daripada prosedur eksperimen iaitu pengalaman dan pengetahuan lampau yang pernah ditempuhi. Ini sejajar dengan

kajian Daniel (2002) iaitu pelajar dapat mevisualisasi dengan lebih baik sekiranya pereka pernah menempuhi aktiviti eksperimen. Ini menunjukkan pengaruh dan kesan aktiviti eksperimen dalam pembelajaran ke atas pemikiran visual. Maka, penting untuk dinyatakan di sini bahawa eksperimen merupakan suatu prosedur wajib untuk meningkatkan kefahaman pelajar terhadap sesuatu topik. 23% responden lagi mempunyai visual dengan reka bentuk ilustrasi (Rajah1). Gambaran tersebut terhasil adalah daripada pemerhatian ke atas kehidupan di sekeliling mereka ataupun daripada pengetahuan lampau mereka. Mereka berimaginasi, mengolah semula dan melukis perkaitan serta perhubungan dinamik dalam lakaran visualnya untuk meningkatkan tahap kefahaman. Pada pendapat penyelidik, terdapat perkaitan metafor dalam imaginasi mereka yang menyerlahkan hubungan di antara pemikiran secara visual dengan konsep abstrak osmosis. Hal ini disokong oleh Rajendran (2008) bahawa metafora terhasil daripada imaginasi dan dapat memendekkan maksud sesuatu konsep.

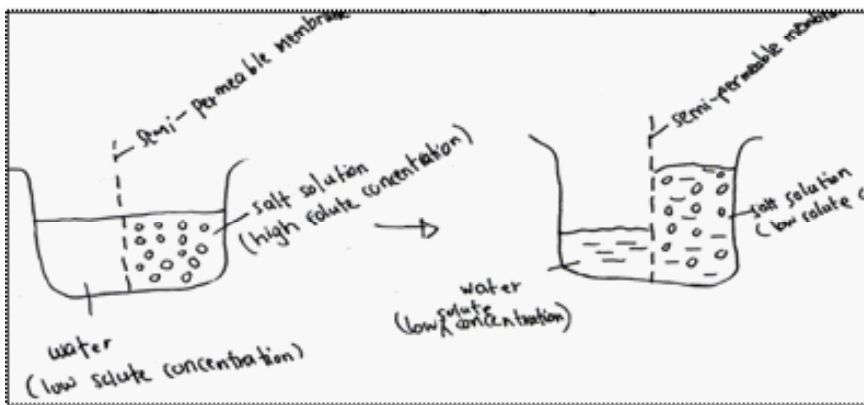


Rajah 1 Visual dengan reka bentuk ilustrasi (rpt2)

Kajian mendapati bahawa responden yang berpencapaian tinggi yang mempunyai visual dengan reka bentuk eksperimental terbahagi kepada dua kumpulan. 40% daripada responden dalam kumpulan ini mempunyai visual jenis holistik (Rajah 2) manakala 40% lagi mempunyai visual jenis terperinci (Rajah 3). Visual jenis holistik menggambarkan keseluruhan eksperimen yang menceritakan tentang konsep Osmosis tanpa mepedulikan tentang lakaran partikel molekul yang terlibat. Kesan daripada eksperimen menunjukkan konsep Osmosis. Visual jenis terperinci pula melakarkan molekul-molekul dan pergerakan molekul kerana interpretasi mereka yang mengaitkan osmosis dengan molekul-molekul tersebut. 80% daripada responden kumpulan ini mendakwa bahawa visual mereka adalah kabur semasa membayangkan konsep abstrak ini. Justeru itu, mereka tidak pasti dengan pewarnaan visual tersebut dan hanya menggunakan warna hitam dan putih dalam lakaran mereka.

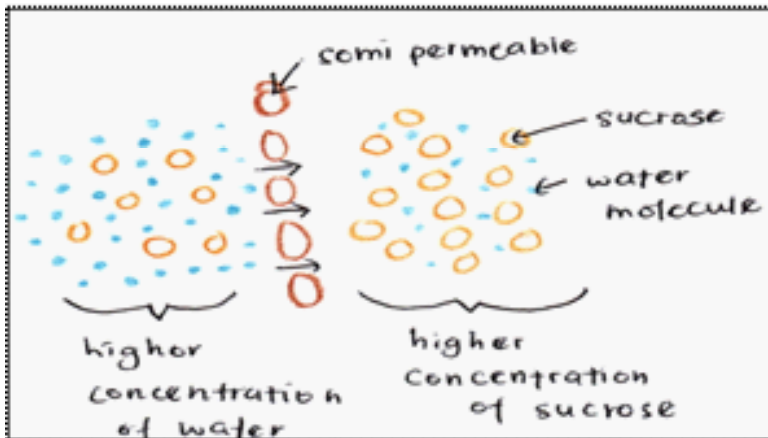


Rajah 2 Visual dengan reka bentuk eksperimental; jenis holistik (rpt1)



Rajah 3 Visual dengan reka bentuk eksperimental; jenis terperinci

Kajian ini mendapati bahawa tidak ada seorang responden pun dalam kumpulan responden yang berprestasi sederhana dan lemah yang mempunyai visual jenis holistik. Sebaliknya, kesemua responden yang mempunyai visual dengan reka bentuk eksperimental itu cenderung untuk mempunyai visual jenis yang terperinci. 80% responden dalam kumpulan-kumpulan ini mempunyai pemikiran visual terhadap konsep abstrak osmosis ini yang jelas dan berwarna (Rajah 7.4). Justeru itu, lakaran visual mereka menunjukkan warna-warna yang terang seperti merah, biru dan jingga. Ini menunjukkan responden dalam kedua-dua kumpulan ini mempunyai daya imaginasi yang tinggi kerana kebolehan mereka untuk “melihat” gambaran fikiran dengan jelas. Hal ini disokong oleh Mohd. Azhar (2003) bahawa pelajar dapat berimaginasi dengan jelas hinggan dapat melihat bentuk, susunan dan warna gambarnya.



Rajah 4 Kejelasan dan pewarnaan visual

Kesimpulan

Pengalaman dan pengetahuan lampau sangat penting dalam menjana pemikiran visual pelajar terhadap sesuatu konsep. Majoriti responden cenderung untuk melakarkan visual reka bentuk eksperimental kerana ia merupakan suatu aktiviti dan pengalaman yang pernah mereka lalui. Lakaran visual terperinci yang menunjukkan partikel molekul dan pergerakan molekul menunjukkan tahap pemahaman mereka tersebut terhadap konsep tersebut. Bagi pelajar yang berpencapaian sederhana dan lemah, warna-warna dan gambar yang terang dan menonjol dapat menarik perhatian mereka. Ini mungkin dapat meningkatkan pemahaman dan pengekalannya (*information retention*) dalam sistem memori mereka. Justeru itu, maklumat sebegini penting bagi para pendidik untuk mengenal pasti pola pemikiran visual pelajar supaya dapat menangani masalah dalam “melihat” pembelajaran konsep abstrak sains.

Rujukan

- Abu Talib bin Puteh (2005). *A Theoretical Review of Representational Models in Children's Drawing Activity*. Dalam Saedah Siraj, Mahzan Arshad & Esther Ghanamalar Sarojini Daniel (Ed). Malaysia. Malido Publication Sdn. Bhd.
- Ahmad Jasmi Don (1994). *Perbezaan Pencapaian Pelajar Dalam Biologi Berasaskan Gaya Kognitif Melalui Ilustrasi Berbeza*. Dissertasi tesis (M.Ed). Pulau Pinang. Universiti Sains Malaysia.
- Anderson, J. (1999). *Databases, Graphics and Online Information*. Dimuat turun daripada: <http://www.math.ohiou.edu/~anderson/mis202/database/tsld031.html>.
- Arnheim, R. (1970). *Visual Thinking*. London. Daber & Faber Limited.
- Baker, D. R., & Piburn, M. D. (1997). *Constructing Science In Middle And Secondary School Classrooms*. U.S.A. Allyn & Bacon.
- Brooks, M. (2009). Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of “Big

- Ideas". *International Journal of Science Education*. 31(3)319-341.
- Cyrs, E. T. (1997). Visual thinking: Let Them See What You Are Saying. *New Direction For Teaching and learning*. No. 71, Fall 1997. U.S.A. Jossey – Bass Publishers.
- Daniel, E. G. S. (1999). *Students' Conceptual Pattern for the Concept of "Growth"*. Tesis Disertasi Ph.D. Universiti Sains Malaysia.
- Daniel, E. G. S. (2002). Episodes of Teaching Practice: Enhancing Visualization of Scientific Knowledge. *Issues in Education*. Volume 25. Universiti Malaya.
- Ee, A. M. (1997). *Psikologi pendidikan II*. Kuala Lumpur. Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd.
- Gill, M.K. (2005). *Formal Reasoning Abilities and Understanding of Diffusion and Osmosis Among Form Four Biology Students*. Tesis Dissertasi M(Ed). Kuala Lumpur. Universiti Malaya.
- Johnson-Sheehan, R & Baehr, C. (2001). Visual-spatial Thinking in Hypertexts. *Technical Communication*. 48(1) 22-30.
- Johnstone, A.H. & Mahmoud, N. A. (1980). Isolating Topics of High Perceived Difficulty in School Biology. *Journal of Biological Education*. (14), 163-166.
- Lazear, D. (2004). *Higher – Order Thinking: The Multiple Intelligences Way*. U.S.A. Zephyr Press.
- Lim, J. P. (2004). *Pemilihan Bahan Visual Dan Pembinaan Objektif P&P Berdasarkan Model Pengajaran Bersistematik (Instructional System Design)*. Integrasi Reka Bentuk Instruksional & Teknologi dalam Pengajaran & Pembelajaran. Pulau Pinang. PTPM USM.
- Maria Salih (2002). *Analogy: A Pedagogical Content Knowledge Approach To Teaching And Learning Science*. Theme 2: Professional Knowledge Base And Teacher Professional Development. Proceedings of The Inaugural UPSI International Teacher Education Conference 2002. Faculty of Cognitive and Human Development. Tanjong Malim. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- McLoughlin, C. (1997). *Visual Thinking and Telepedagogy*. Edith Cowan University. Dimuatturundaripada: <http://www.ascilite.org.au/conferences/perth97/papers/Mcloughlin/Mcloughlin.html>
- Mohd. Azhar Abdul Hamid (2003). *Meningkatkan Daya Fikir*. Pahang. PTS Publications & Distributors Sdn. Bhd.
- Mohd. Safari Nordin & Muhammad Sukri Saud (2006). *Kemahiran Visualisasi: Kemahiran Kognitif Tahap Tinggi Dalam Pendidikan Teknik dan Vokasional*. Seminar Kebangsaan Pendidikan Teknik dan Vokasional. Fakulti Pendidikan Universiti Teknologi Malaysia. Johor. Dimuatturun daripada: eprints.utm.my/6293/1/Paper_Work_For_Seminar_PTV_2006.pdf
- Norasikin Fabil & Zawawi Ismail (2005). Visualisasi Maklumat Dalam Pendidikan Masa Kini. *Masalah Pendidikan*,. Jilid 28, (173-183). Kuala Lumpur. Universiti Malaya.
- Odum, A.L. (1995). Secondary And College Biology Students' Misconceptions About Diffusion and osmosis. *American Biology teacher*. 57(7)409-415.
- Othman Lebar (2007). *Penyelidikan Kualitatif: Pengenalan kepada Teori dan Metod*.

- Tanjong Malim. Penerbit Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Ramadas, J. (2008). Visual and Spatial Modes in Science Learning. *International Journal of Science Education*. Vol 31(3)301-318.
- Rowell, P.M. & Guilbert, S. (1996). Perspectives on Science in School: Agriculturalists and Elementary Teachers in Dialogue. *Research in Science Education*. 26(2) 187-203.
- Silverman, L. K. (2000). *Identifying Visual Spatial and Auditory Sequential Learners. A Validation Study*. In N. Colangelo & S. G. Assouline (Eds.) Talent Development V: Proceedings from the 2000 Henry B. and Jocelyn Wallace National Research Symposium on Talent Development. Scottsdale, AZ: Gifted Psychology press. (in press). Dimuat turun daripada: Proquest.
- Siti Hawa Munji & Ma'rof Redzuan (1990). *Pengantar Psikologi*. Kuala Lumpur. Fajar Bakti Sdn. Bhd.
- Sternberg, R. J. (2003). *Cognitive Psychology*. USA. Wadsworth.
- Wachs, H. (1981). Visual Implications of Piaget's Theory of Cognitive Development. *Journal of learning Disabilities*. 14 (10). 581-583.
- Westbrook, S.L. & Marek, E.A. (1991). A Cross-age Study of Students Understanding of Diffusion. *Journal of Research in science Teaching*. 28(8)649-660.