



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR

COMISSÃO DE RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL
COREMU/USP**PROCESSO SELETIVO DOS PROGRAMAS DE RESIDÊNCIA EM ÁREA PROFISSIONAL DE
SAÚDE – USP 2023**

25/09/2022

Instruções

1. Só abra este caderno quando o fiscal autorizar.
2. Verifique se o seu nome está correto na capa deste caderno e se corresponde à área profissional em que você se inscreveu. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
3. Verifique se o caderno está completo. Ele deve conter 40 questões objetivas (7 questões de Interpretação de texto; 8 questões de Conhecimentos gerais; 25 questões de Conhecimentos específicos em Física/Física Médica), com cinco alternativas cada uma, e um estudo de caso, com questões dissertativas. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
4. Durante a prova, são **vedadas** a comunicação entre candidatos e a utilização de qualquer material de consulta, eletrônico ou impresso, e de aparelhos de telecomunicação.
5. A prova deverá ser feita utilizando caneta esferográfica com **tinta azul**. Escreva com letra legível e não assine as suas respostas, para não as identificar.
6. As respostas das questões dissertativas deverão ser escritas **exclusivamente** nos quadros destinados a elas.
7. Duração da prova: **4h30**. Tempo mínimo de permanência obrigatória: 2h30. Não haverá tempo adicional para transcrição de respostas.
8. Uma foto sua será coletada para fins de reconhecimento facial, para uso exclusivo da FUVEST, nos termos da lei.
9. Ao final da prova, é **obrigatória** a devolução da folha de respostas acompanhada deste caderno de questões.

Declaração

Declaro que li e estou ciente das informações que constam na capa desta prova, na folha de respostas, bem como dos avisos que foram transmitidos pelo fiscal de sala.

ASSINATURA

O(a) candidato(a) que não assinar a capa da prova será considerado(a) ausente da prova.

INTERPRETAÇÃO DE TEXTO

TEXTO PARA AS QUESTÕES 01 E 02.

Desde o início do século XX, o ensino médico ocidental tem sido fortemente influenciado pelas ideias do educador norte-americano Abraham Flexner, que introduziu importantes conceitos sobre o processo de formação médica por meio de relatório, publicado em 1910, acerca do panorama das escolas de Medicina dos Estados Unidos e do Canadá. Sob o termo “Paradigma Flexneriano”, os preceitos do relatório adquiriram notoriedade no meio acadêmico-científico nas décadas subsequentes à publicação, pautando os modelos educacionais em diversos países das Américas e da Europa.

Dentre as principais recomendações, o Relatório Flexner propunha a organização rígida da grade curricular dos cursos médicos, abrangendo disciplinas básicas e clínicas, as quais deveriam ser distribuídas em três ciclos educacionais: básico, clínico e profissionalizante.

Ademais, as diretrizes Flexnerianas preconizavam a adoção de critérios rígidos para ingresso nas faculdades médicas, a dedicação integral dos docentes ao ensino e à pesquisa, e o maior vínculo entre as universidades e os hospitais.

O “Paradigma Flexneriano” — ou modelo biomédico — ofereceu relevantes contribuições para a qualificação e a padronização dos cursos de medicina, assim como para o desenvolvimento do conhecimento científico, contribuindo para o controle de doenças infecciosas e aumento da expectativa de vida.

Contudo, as transformações sociais e tecnológicas ocorridas nas últimas décadas despertaram debates e críticas ao modelo de ensino biomédico no meio acadêmico, relacionadas principalmente às visões cartesiana e biologicista do processo saúde-doença.

Por essa perspectiva, o “Paradigma Flexneriano” conceberia o corpo humano a partir de uma concepção mecanicista e reducionista, considerando-o um conjunto de “partes” interconectadas — como peças de uma máquina, que necessitam de avaliações regulares por especialistas. Desse modo, tal pensamento favoreceria a racionalidade tecnocientífica em detrimento da visão holística do ser humano, valorizando o cenário hospitalar e a “hiperespecialização” médica.

Convergindo com as reflexões acerca do ensino médico, diversas iniciativas de renovação curricular têm emergido nos últimos anos, propondo o abandono de saberes dicotômicos — teoria e prática, mente e corpo, objetivo e subjetivo — em direção a abordagens multissistêmicas e integrativas, visando a construção de intersecções epistemológicas.

Iago Gonçalves Ferreira. *Rev Med* (São Paulo). 2021. nov.-dez.;100(6):619-22. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/183603/179519>. Adaptado.

01

Infere-se do texto que as críticas ao Paradigma Flexneriano

- (A) enfatizam a visão do bem-estar psíquico como independente do bem-estar físico.
- (B) advêm da percepção de que a saúde humana deve ser compreendida como um sistema integrado.
- (C) sugerem a inter-relação entre as pesquisas universitárias e o dia a dia dos hospitais.
- (D) reivindicam condições propícias para a investigação diagnóstica no processo de adoecimento.
- (E) ponderam que a busca pela saúde humana prescinde da integração entre teoria e prática.

02

O autor recorre a uma hipótese no seguinte trecho:

- (A) “Desde o início do século XX, o ensino médico ocidental tem sido fortemente influenciado pelas ideias do educador norte-americano Abraham Flexner”. (1º parágrafo)
- (B) “Sob o termo ‘Paradigma Flexneriano’, os preceitos do relatório adquiriram notoriedade no meio acadêmico-científico nas décadas subsequentes à publicação”. (1º parágrafo)
- (C) “Dentre as principais recomendações, o Relatório Flexner propunha a organização rígida da grade curricular dos cursos médicos, abrangendo disciplinas básicas e clínicas”. (2º parágrafo)
- (D) “Desse modo, tal pensamento favoreceria a racionalidade tecnocientífica em detrimento da visão holística do ser humano”. (6º parágrafo)
- (E) “Convergindo com as reflexões acerca do ensino médico, diversas iniciativas de renovação curricular têm emergido nos últimos anos”. (7º parágrafo)

TEXTO PARA AS QUESTÕES 03 E 04.

O papel da comunicação é central na informação da população, permitindo tomada de decisões que possibilitem manter ou melhorar a saúde de todos. Para aqueles em risco de desenvolver ou já diagnosticados com condições crônicas não transmissíveis (CCNTs), mais conhecidas no português do Brasil como doenças crônicas não transmissíveis ou DCNTs, a comunicação adequada, seja ela de massa, seja pessoal, determina a tomada de atitude oportuna e o engajamento nos autocuidados.

A comunicação é mais ampla do que a seleção de palavras. Inclui também entonação, velocidade do discurso, além de uma série de aspectos de comunicação não verbal. Ao mesmo tempo, o papel da escolha de palavras não pode ser minimizado, pois ele tem potencial para aproximar ou afastar, incluir ou excluir, demonstrar respeito ou estigmatizar, abrir via de mão dupla ou estabelecer barreiras hierárquicas.

No caso de situações de atendimento, por exemplo, trata-se de um aspecto crucial para a criação de laços de confiança. Permite, dessa forma, que a pessoa atendida se sinta confortável, acolhida e valorizada, para que se engaje em seus autocuidados e atinja melhores resultados clínicos.

Assim, há uma série de recomendações quanto ao uso de termos reconhecidos, atualmente, como mais adequados para a comunicação sobre e com pessoas com CCNTs que poderá servir de referência para estudantes de saúde, profissionais de comunicação e demais interessados.

Não é novidade a evolução de línguas vivas. Assim como em outras esferas, a área da saúde também tem seus termos atualizados continuamente. Em paralelo, o importante movimento da saúde centrada na pessoa e a crescente atenção à medicina humanizada, combatendo estigmas e reconhecendo o protagonismo da pessoa em seus autocuidados, influenciaram e aceleraram essas atualizações.

Mark Barone, Bruno Helman, Hermelinda Pedrosa e Pedro Ripoli.
Linguagem importa!. Disponível em:
www.diabesi.com.br/images/2022/Linguagem-Importa-2022.pdf

03

Um dos objetivos do texto é

- (A) reprimir o uso de linguagem técnica na comunicação entre profissionais da saúde e pacientes das CCNTs.
- (B) propor o argumento de autoridade como estratégia para persuadir os pacientes das CCNTs a conhecer sua condição com profundidade.
- (C) impor diretrizes a partir de escolhas lexicais determinadas internacionalmente aos profissionais que lidam com CCNTs.
- (D) encorajar o uso de eufemismos na comunicação entre agentes da saúde e pacientes com CCNTs.
- (E) incentivar o uso de linguagem empática no atendimento em saúde aos pacientes com CCNTs.

04

Quanto ao efeito de sentido produzido no texto, opõem-se as seguintes expressões:

- (A) “informação da população” e “atitude oportuna”. (1º parágrafo)
- (B) “tomada de decisões” e “engajamento nos autocuidados”. (1º parágrafo)
- (C) “barreiras hierárquicas” e “via de mão dupla”. (2º parágrafo)
- (D) “situações de atendimento” e “resultados clínicos”. (3º parágrafo)
- (E) “medicina humanizada” e “movimento da saúde centrada na pessoa”. (5º parágrafo)

TEXTO PARA AS QUESTÕES 05 E 06.

O Conselho Federal de Medicina (CFM) divulgou a Resolução nº 2.314/2022, que define e regulamenta a telemedicina no Brasil, como forma de serviços médicos mediados por tecnologias e de comunicação. A norma, fruto de um amplo debate reaberto em 2018 com entidades médicas e especialistas, passa a regular a prática em substituição à Resolução CFM nº 1.643/2002.

Leia o trecho da entrevista a seguir, publicada em 04/05/2021, de José Luiz Gomes do Amaral, presidente da Associação Paulista de Medicina (APM), sobre o assunto.

De que forma telemedicina pode auxiliar na promoção à saúde e na prevenção de doenças?

Acesso à informação correta, completa e compreensível; orientação e acompanhamento. Temos aqui o mais importante.

As inovações tecnológicas permitem-nos ver, ouvir, sentir, calcular, integrar e intervir em tempo real.

Mas temos de superar um atraso de 20 anos em que o Brasil ficou parado. Enquanto o mundo desenvolvido aprimorava a telemedicina, aqui nós nos recusávamos a acreditar nela. Além disso, havia o medo do desconhecido: será que daríamos conta da complexidade tecnológica envolvida? Estas novas práticas poderiam atrapalhar o relacionamento com o paciente? Haveria lacunas intransponíveis que comprometessem a qualidade do tratamento?

São medos e mitos que vêm caindo, um após o outro. Mas isso demanda um certo tempo. A catástrofe sanitária acelerou todos esses processos.

Disponível em
<https://www.telemedicinesummit.com.br/artigo/telemedicina-veio-para-ficar-mas-ainda-precisa-superar-desafios>. Adaptado.

05

O entrevistado elenca, nesse trecho da entrevista, argumentos para explicar a resistência à telemedicina, entre eles,

- (A) a preocupação com as questões de sigilo.
- (B) a resistência dos pacientes ao uso da tecnologia.
- (C) a falta de acesso aos meios de comunicação virtual de grande porcentagem dos brasileiros.

- (D) a preocupação com o relacionamento entre médico e paciente.
- (E) a ideia de que o diagnóstico depende da presença do paciente.

06

“Enquanto o mundo desenvolvido aprimorava a telemedicina, aqui nós nos recusávamos a acreditar nela”. (6 parágrafo)

Sem prejuízo do sentido, o termo sublinhado pode ser substituído por

- (A) Nesse ínterim.
- (B) Ao passo que.
- (C) Mesmo que.
- (D) Por ora.
- (E) Desse modo.

07

Analise o cartaz:



Considerando o contexto do cartaz, depreende-se que o termo “lá”

- (A) traduz-se por atingir sucesso profissional em “Chegar lá”.
- (B) transmite ideia de tempo afastado no futuro em “Até lá”.
- (C) indica lugar próximo do falante e do ouvinte em “Até lá”.
- (D) expressa sentido semelhante ao do advérbio “aproximadamente” em “Chegar lá”.
- (E) denota ideia de intensidade ou excesso em “Chegar lá”.

CONHECIMENTOS GERAIS

08

De acordo com a Lei número 8.080, de 1990, alguns fatores são determinantes no processo saúde-doença nas populações. São eles:

- (A) Habitação, Saneamento Básico, Expectativa de Vida, Lazer, Renda, Educação, Meio Ambiente, Trabalho, Acesso aos Serviços de Saúde.
- (B) Habitação, Saneamento Básico, Alimentação, Transporte, Controle de Natalidade, Renda, Educação, Trabalho, Meio Ambiente, Acesso aos Serviços de Saúde.
- (C) Habitação, Saneamento Básico, Controle do Consumo de Álcool, Atividade Física, Transporte, Lazer, Renda, Educação, Trabalho, Acesso aos Serviços de Saúde.
- (D) Habitação, Melhora do Índice de Desenvolvimento Humano, Alimentação, Transporte, Lazer, Renda, Educação, Trabalho, Acesso aos Serviços de Saúde.
- (E) Alimentação, Moradia, Saneamento Básico, Meio Ambiente, Trabalho, Renda, Educação, Transporte, Lazer, Acesso aos Bens e Serviços Essenciais.

09

Quais são alguns dos principais desafios futuros ao Sistema Único de Saúde (SUS) de acordo com o artigo de Paim et al. (2011) publicado na série da Revista *The Lancet*?

- (A) A reforma da estrutura de financiamento para assegurar a universalidade, a igualdade e sustentabilidade, a renegociação dos papéis público e privado, a adequação do modelo de atenção para atender às mudanças demográficas e epidemiológicas e a promoção da qualidade do cuidado.
- (B) A melhora do investimento em prevenção primária e em ações de promoção da saúde nas Unidades Básicas de Saúde e nos Hospitais Públicos e Privados e o aumento do número de médicos no Brasil.
- (C) A criação de novos impostos para que se possa aumentar os recursos destinados para a ampliação da construção de hospitais e para a realização de exames de alta complexidade a fim de melhorar os níveis de atenção secundária e terciária.
- (D) A reforma da estrutura de financiamento, com vistas a assegurar a melhoria do atendimento individual com mais profissionais de saúde e o aumento de investimentos privados para melhorar a qualidade do cuidado e da segurança dos pacientes.
- (E) A melhora do acesso à atenção básica e de emergência, a renegociação dos papéis público e privado para a adequação da melhora da cobertura universal de vacinação, da assistência pré-natal e dos recursos humanos e de tecnologia de produtos farmacêuticos.

10

O apoio matricial realizado no SUS configura-se como uma forma de organizar o trabalho

- (A) entre profissões e equipes. Uma equipe pode assumir o papel de referência e a outra, o de apoio. Inverte-se o esquema tradicional e fragmentado dos saberes. Pressupõe uma relação horizontal entre profissionais de diferentes formações. Pode dar suporte à produção de cuidado e na apropriação de novos conhecimentos.
- (B) entre duas profissões, em que uma se sobrepõe a outra. Pressupõe uma relação vertical entre profissionais de diferentes formações e pode ocorrer tanto como suporte à produção de cuidado, quanto à apropriação de novos conhecimentos e valorização do esquema tradicional e fragmentado dos saberes.
- (C) da medicina com as outras profissões de saúde. Pressupõe uma relação horizontal entre a medicina e as diferentes formações e pode ocorrer tanto como suporte à produção de cuidado, quanto na apropriação de novos conhecimentos.
- (D) das equipes de saúde da família com as outras profissões de saúde. Pressupõe uma relação vertical entre as equipes de estratégia de saúde da família com os outros profissionais de saúde. Valoriza-se o esquema tradicional e fragmentado dos saberes e pode ocorrer principalmente suporte à produção de cuidado.
- (E) individual das equipes, em que uma assume o papel preponderante sobre a outra de acordo com os conhecimentos disciplinares. Pressupõe uma relação horizontal entre profissionais de diferentes formações, valorizando-se o esquema tradicional dos saberes e a apropriação de novos conhecimentos.

11

Quanto ao financiamento do SUS no Brasil, assinale a afirmativa correta:

- (A) Os Estados são os principais financiadores da saúde pública no país. Historicamente, metade dos gastos é feita pelos governos estaduais; a outra metade fica por conta do governo federal e dos Municípios.
- (B) A União é o principal financiador da saúde pública no país. Historicamente, metade dos gastos é feita pelo governo federal; a outra metade fica por conta dos Estados e Municípios.
- (C) Os Municípios são os principais financiadores da saúde pública no país. Historicamente, metade dos gastos é feita pelos governos municipais; a outra metade fica por conta dos Estados e do governo federal.
- (D) A União é o principal financiador da saúde pública no país. Historicamente, metade dos gastos é feita pelo governo federal; a outra metade fica por conta de entidades privadas, com repasse dos planos de saúde e dos Estados.
- (E) Os Estados e Municípios são os principais financiadores da saúde pública no país. Historicamente, a maioria dos

gastos é feita pelos governos estadual e municipal, e somente uma parte menor fica para o governo federal.

12

De acordo com o que preconiza o Ministério da Saúde, são objetivos da Clínica Ampliada:

- (A) Assumir compromissos radicais com as pessoas doentes que devem ser vistas com foco na medicina diagnóstica; assumir responsabilidades sobre os usuários dos serviços de saúde; buscar sempre a intersetorialidade; reconhecer limites dos conhecimentos profissionais de saúde e de tecnologias e buscar outros conhecimentos em diferentes setores; assumir compromissos éticos profundos.
- (B) Assumir compromissos radicais com as pessoas doentes que devem ser vistas de modo singular; assumir responsabilidades sobre os usuários dos serviços de saúde; buscar sempre a intersetorialidade; reconhecer limites dos conhecimentos profissionais de saúde e de tecnologias e buscar outros conhecimentos em diferentes setores; assumir compromissos éticos profundos.
- (C) Assumir compromissos radicais com as pessoas doentes que devem ser vistas de modo singular; assumir responsabilidades sobre os usuários dos serviços de saúde; buscar sempre a intersetorialidade; reconhecer limites dos conhecimentos profissionais de saúde e de tecnologias e buscar conhecimentos específicos de forma disciplinar; assumir compromissos éticos profundos.
- (D) Assumir compromissos radicais com as pessoas doentes que devem ser vistas de modo singular; assumir responsabilidades sobre os usuários dos serviços de saúde; buscar sempre a intersetorialidade; reconhecer limites dos conhecimentos profissionais de saúde e de tecnologias e buscar outros conhecimentos em diferentes setores; evitar compromissos éticos profundos.
- (E) Assumir compromissos radicais com as pessoas doentes que devem ser vistas de modo singular; assumir que as responsabilidades sobre os usuários dos serviços de saúde são prioritariamente dos gerentes ou coordenadores das unidades de saúde; buscar sempre a intersetorialidade; reconhecer limites dos conhecimentos profissionais de saúde e de tecnologias e buscar outros conhecimentos em diferentes setores; evitar compromissos éticos profundos.

13

De acordo com a Bioética, a atividade profissional em saúde deve estar pautada na base sólida do fundamento dos seres humanos. Nesse sentido, quais os conceitos que são importantes de serem entendidos para trabalhar com pessoas no campo da saúde?

- (A) As pessoas são iguais. Isso significa que existe equidade e as mesmas têm as suas características, seus anseios, suas necessidades e isso deve ser respeitado. As pessoas são compostas de dimensões biológicas, psicológicas e sociais.
- (B) As pessoas são únicas. Isso significa que as pessoas são diferentes, têm suas características, seus anseios, suas

necessidades, e esse patrimônio merece ser respeitado. Neste sentido, deve-se valorizar sempre as dimensões sociais em relação às demais dimensões.

- (C) As pessoas são diferentes, mas em geral os anseios e necessidades podem ser parecidos. As dimensões biológicas e psicológicas são as mais importantes.
- (D) As pessoas são únicas. Isso significa que as pessoas são diferentes, têm suas características, seus anseios, suas necessidades, e essa identidade deve ser respeitada. As pessoas são compostas de dimensões biológicas, psicológicas, sociais, morais e espirituais.
- (E) As pessoas são compostas de dimensões biológicas e psicológicas e, por isso, são únicas. Isso significa que as pessoas são diferentes, têm suas características, seus anseios, mas suas necessidades podem ser parecidas.

14

De acordo com a Política Nacional de Atenção Básica aprovada pela Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017, qual alternativa expressa o conceito de equidade?

- (A) Possibilita o acesso universal e contínuo a serviços de saúde de qualidade e resolutivos, caracterizados como a porta de entrada aberta e preferencial da atenção básica (primeiro contato), acolhendo as pessoas e promovendo a vinculação e corresponsabilização pela atenção às suas necessidades de saúde.
- (B) É o conjunto de serviços executados pela equipe de saúde que atendam às necessidades da população adscrita nos campos do cuidado, da promoção e manutenção da saúde, da prevenção de doenças e agravos, da cura, da reabilitação, redução de danos e dos cuidados paliativos.
- (C) É a oferta do cuidado, reconhecendo as diferenças nas condições de vida e saúde e, de acordo com as necessidades das pessoas, considerando que o direito à saúde passa pelas diferenciações sociais e deve atender à diversidade, evitando qualquer tipo de exclusão.
- (D) É a forma de permitir o planejamento, a programação descentralizada e o desenvolvimento de ações setoriais e intersetoriais com foco em um território específico, com impacto na situação, nos condicionantes e determinantes da saúde das pessoas e coletividades que constituem aquele espaço onde as pessoas estão adstritas.
- (E) Pressupõe a continuidade da relação de cuidado, com construção de vínculo e responsabilização entre profissionais e usuários ao longo do tempo e de modo permanente e consistente, acompanhando os efeitos das intervenções em saúde e de outros elementos na vida das pessoas, evitando a perda de referências e diminuindo os riscos de iatrogenia.

15

São Princípios e Diretrizes do SUS operacionalizados na Atenção Básica:

- (A) Universalidade; Equidade; Integralidade; Regionalização e hierarquização; Territorialização; População adscrita;

Cuidado centrado na doença; Resolutividade; Longitudinalidade do cuidado; Coordenação do cuidado; Ordenação da rede; Participação da comunidade.

- (B) Universalidade; Equidade; Integralidade; Regionalização e hierarquização; Territorialização; População adscrita; Cuidado centrado na pessoa; Resolutividade; Longitudinalidade do cuidado; Coordenação do cuidado; Ordenação da rede; Participação da comunidade.
- (C) Universalidade; Equidade; Integralidade; Regionalização e hierarquização; Territorialização; População adscrita; Cuidado centrado na pessoa; Resolutividade; Longitudinalidade do cuidado; Coordenação do cuidado; Ordenação da rede; Participação do setor privado.
- (D) Universalidade; Equidade; Integralidade; Regionalização e hierarquização; Territorialização; População adscrita; Cuidado centrado na pessoa; Resolutividade; Transversalidade do cuidado; Coordenação do cuidado; Ordenação da rede; Participação da comunidade.
- (E) Universalidade; Equidade; Individualidade; Regionalização e hierarquização; Territorialização; População adscrita; Cuidado centrado na pessoa; Resolutividade; Longitudinalidade do cuidado; Coordenação do cuidado; Ordenação da rede; Participação da comunidade.

FÍSICA / FÍSICA MÉDICA

16

O efeito fotoelétrico, que se refere ao processo de interação de fótons com a matéria pelo qual o fóton é completamente absorvido pelo átomo, é o tipo de interação predominante de

- (A) raios gama de uma fonte de ^{137}Cs com a água.
- (B) fótons de luz visível com elétrons da camada K de átomos metálicos.
- (C) raios gama de uma fonte de ^{60}Co com atenuadores de chumbo.
- (D) fótons emitidos pelo $^{99\text{m}}\text{Tc}$ com detectores cintiladores de NaI:Tl .
- (E) fótons produzidos por aceleradores lineares com tecidos moles.

17

Um feixe de fótons monoenergéticos incide em um material absorvedor homogêneo com coeficiente de atenuação linear igual a $0,35\text{ cm}^{-1}$. Qual é o valor aproximado da segunda camada semirredutora desse feixe considerando o mesmo material absorvedor?

- (A) 4,0 cm
- (B) 5,7 cm
- (C) 0,7 cm
- (D) 1,4 cm
- (E) 2,0 cm

18

Tubos fotomultiplicadores são dispositivos versáteis e amplamente utilizados em diversos equipamentos eletrônicos. Associados a cristais cintiladores, eles são essenciais para a formação de imagens de tomografia de fóton único, pois

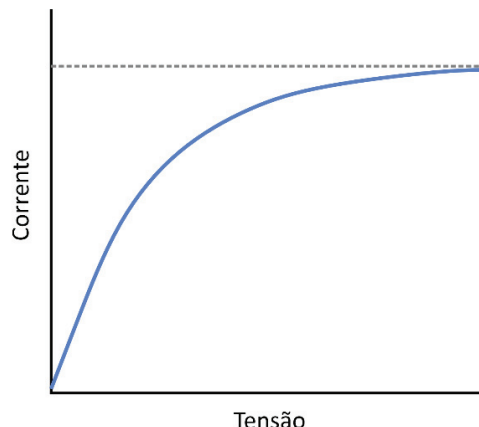
- (A) amplificam a carga produzida no fotocátodo para produzir sinal elétrico adequado.
- (B) aumentam sinais elétricos por processos sucessivos de fotoemissão nos dinodos.
- (C) conseguem diferenciar as coincidências verdadeiras das randômicas.
- (D) diminuem o rendimento quântico da cintilação pelo processo de fotomultiplicação.
- (E) convertem radiação ionizante em luz visível no fotocátodo.

19

Câmaras de ionização são detectores de radiação a gás que devem ser utilizados na região de saturação de corrente, de modo que pequenas variações na tensão aplicada entre os eletrodos não produzam variação na corrente detectada.

A figura a seguir apresenta a curva de saturação de resposta de câmaras de ionização, mostrando que a corrente coletada

aumenta com a tensão aplicada entre os eletrodos da câmara até atingir uma corrente de saturação.



O aumento inicial da corrente detectada pela câmara de ionização em função da tensão é devido à

- (A) polaridade da tensão aplicada entre os eletrodos.
- (B) multiplicação de íons por avalanche.
- (C) ausência de equilíbrio eletrônico no volume sensível.
- (D) redução da recombinação iônica no volume sensível.
- (E) conversão de fótons em íons na parede do detector.

20

A radioterapia tem grande importância no tratamento de câncer devido ao poder de penetração dos fótons de alta energia, que são atualmente produzidos por aceleradores lineares. Esses fótons interagem com o corpo do paciente depositando energia predominantemente por

- (A) efeito fotoelétrico no tumor.
- (B) aniquilação de pares nos tecidos duros.
- (C) espalhamento coerente na entrada da pele.
- (D) efeito Compton nos tecidos moles.
- (E) produção de pares na saída da pele.

21

O efeito biológico produzido pela interação da radiação ionizante é função da dose absorvida. Entretanto, diferentes efeitos biológicos podem ser produzidos por uma mesma dose depositada por diferentes tipos de radiação ou em diferentes tecidos. Qual é a grandeza de proteção que pondera os efeitos biológicos pelo tipo de radiação e resposta tecidual?

- (A) Exposição.
- (B) Dose efetiva.
- (C) Dose absorvida.
- (D) Dose equivalente.
- (E) Kerma.

22

Raios X são produzidos quando partículas carregadas aceleradas são bruscamente freadas em interações coulombianas com átomos pesados. A intensidade do feixe de raios X depende do número atômico do alvo bem como da massa e da carga da partícula carregada, de forma que

- (A) partículas pesadas produzem feixes mais intensos comparadas a partículas leves.
- (B) a intensidade do feixe diminui com o aumento da carga da partícula.
- (C) a intensidade de raios X de freamento diminui com o aumento do número atômico do alvo.
- (D) a intensidade do feixe é diretamente proporcional à massa da partícula.
- (E) partículas leves produzem feixes de raios X mais intensos quando comparadas com partículas pesadas.

23

O efeito anódico, ou Efeito Heel, refere-se à intensidade não-uniforme do feixe de fótons produzido por um tubo de raios X ao longo do campo de radiação na direção cátodo-ânodo. Esse efeito ocorre devido à

- (A) atenuação do feixe de raios X pelo ânodo.
- (B) atenuação do feixe de raios X pelo cabeçote.
- (C) emissão de elétrons pelo cátodo.
- (D) atenuação do feixe de raios X pelo ar.
- (E) colimação do campo de raios X na saída do tubo.

24

As câmaras de ionização são dosímetros versáteis em termos de geometria e intervalo de dose, o que permite sua utilização desde a dosimetria ambiental até aplicações em radioterapia, pois

- (A) o efeito avalanche permite a detecção de doses muito baixas.
- (B) o intervalo de tensões utilizado dispensa correções para coletas não-efetivas das cargas.
- (C) podem ser produzidas com volumes sensíveis de mm^3 até milhares de cm^3 .
- (D) suas cavidades podem ser preenchidas com líquidos para diminuir efeitos de recombinação de íons.
- (E) sua resposta independe do volume de gás em sua cavidade.

25

O coeficiente de atenuação mássico do alumínio, para um feixe de 100 keV, é igual a $0,17 \text{ cm}^2/\text{g}$. Qual é o coeficiente de atenuação atômico desse feixe para esse material, em $\text{cm}^2/\text{átomo}$?

- (A) $5,9 \times 10^{-23}$
- (B) $3,6 \times 10^{24}$
- (C) $3,6 \times 10^{-25}$
- (D) $7,6 \times 10^{-24}$
- (E) $4,7 \times 10^{25}$

Dados:
 Número atômico do alumínio = 13
 Densidade do alumínio $\approx 2,7 \text{ g/cm}^3$
 Massa atômica do alumínio $\approx 27 \text{ u}$
 Número de Avogadro $\approx 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

26

Segundo a norma CNEN NN-3.01, Diretrizes Básicas da Proteção Radiológica:

“Para mulheres grávidas ocupacionalmente expostas, suas tarefas devem ser controladas de maneira que seja improvável que, a partir da notificação da gravidez, o feto receba dose efetiva superior a 1 mSv durante o resto do período de gestação.”

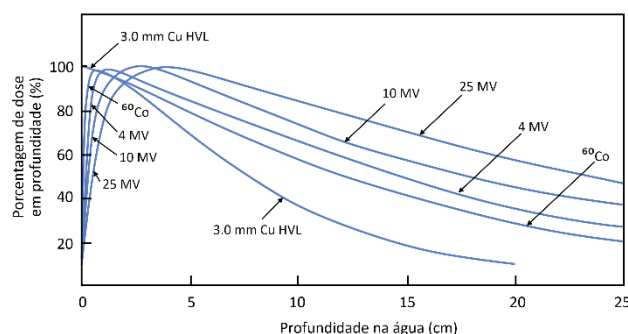
Os princípios de radioproteção envolvidos nessa diretriz são:

- (A) Tempo e limitação da dose.
- (B) Justificação e otimização.
- (C) Limitação de dose e justificação.
- (D) Blindagem e justificação.
- (E) Limitação de dose e otimização.

27

A porcentagem de dose em profundidade (PDP) relaciona as doses depositadas por um feixe de radiação em duas profundidades diferentes no meio.

A figura a seguir apresenta as curvas de PDP para diferentes qualidades de feixes de fótons.



KHAN, F. M.; GIBBONS, J. P. *The Physics of Radiation Therapy*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2014. 624 p. Adaptado.

Para os feixes de fótons representados na figura, a profundidade em que a PDP é máxima aumenta com a qualidade do feixe pois, para feixes de altas energias,

- (A) a interação dos fótons ocorre predominantemente em camadas mais superficiais do meio.
- (B) há um aumento no alcance de partículas carregadas secundárias liberadas pelos fótons.
- (C) a fluência energética do feixe aumenta com a profundidade.
- (D) o equilíbrio transiente de partículas carregadas ocorre em menor profundidade.
- (E) predominam efeitos de interação com espalhamento lateral de energia pelo meio.

28

O poder de freamento pode ser definido como a perda média de energia por unidade de caminho de uma partícula carregada atravessando um determinado meio. É correto afirmar que, para partículas pesadas, o poder de freamento por

- (A) colisão aumenta com o número atômico do meio.
- (B) radiação diminui com o aumento da velocidade da partícula.
- (C) colisão aumenta com a energia cinética da partícula.
- (D) radiação diminui com o aumento do número atômico.
- (E) colisão aumenta conforme a velocidade da partícula diminui.

29

Uma fonte de partículas carregadas, posicionada no centro de um detector semiesférico, emite isotropicamente 10^9 partículas por minuto. Durante uma medição com duração de 10 min, o detector contou um total de 4×10^8 partículas.

Quais são, respectivamente, as eficiências intrínseca e absoluta do detector?

- (A) 0,08 e 0,04.
- (B) 0,04 e 0,08.
- (C) 0,008 e 0,04.
- (D) 0,004 e 0,008.
- (E) 0,08 e 0,004.

30

A produção de pares ocorre quando um fóton fica sujeito ao campo coulombiano do núcleo atômico, desaparecendo e dando origem a um par elétron-pósitron. Para ocorrer, esse processo requer uma energia mínima do fóton incidente de 1,022 MeV. De forma similar, a produção de tripletos ocorre quando

- (A) dois fótons com energia mínima de 1,022 MeV se aproximam do campo nuclear, resultando em três pares elétron-pósitron.
- (B) um fóton com energia mínima de 1,022 MeV sofre interação coulombiana com um elétron atômico, resultando em um elétron e um par elétron-pósitron.
- (C) um fóton com energia mínima de 2,044 MeV sofre interação coulombiana com o núcleo atômico, originando um pósitron e um par elétron-pósitron.
- (D) um fóton com energia mínima de 2,044 MeV interage com um elétron atômico, resultando em um elétron e um par elétron-pósitron.
- (E) dois fótons com energia mínima de 1,022 MeV interagem com a eletrosfera, originando um elétron e um par elétron-pósitron.

31

Detecutores Geiger-Müller são largamente utilizados em instalações radiativas e nucleares. Sobre os detectores Geiger-Müller, é correto afirmar:

- (A) São indicados para quantificação de baixas doses, como as utilizadas no radiodiagnóstico.
- (B) Apresentam perda de contagens para fontes de altas taxas de emissão.
- (C) Utilizam o mesmo gás que preenche a cavidade de uma câmara de ionização.
- (D) Identificam a energia da radiação quando acoplados a um analisador de altura de pulso.
- (E) Requerem correções de leitura para temperatura e pressão.

32

Introduzida no Segundo Congresso Internacional de Radiologia, em 1928, a exposição é uma grandeza dosimétrica cuja unidade no sistema internacional de unidades é o coulomb/kilograma ($C \cdot kg^{-1}$). Sobre essa grandeza, é correto afirmar:

- (A) É definida para fótons de raios X e γ em interações com ar.
- (B) Quantifica o número de íons produzidos por unidade de volume.
- (C) Considera as ionizações resultantes da absorção de radiação de Bremsstrahlung emitida.
- (D) Expressa a energia depositada no ar por fótons e partículas carregadas.
- (E) É definida para fótons com energia máxima de 10 MeV.

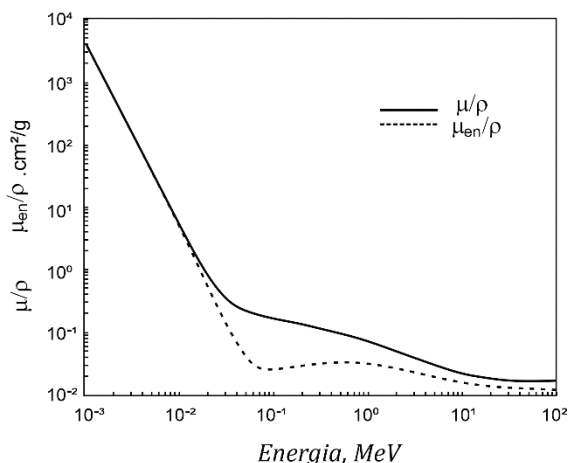
33

A Síndrome da Irradiação Aguda (SIA) ocorre para exposições de corpo inteiro com doses acima de 2 Gy, sendo caracterizada pela ocorrência de síndromes sucessivas dependentes da dose. A fase prodromica da SIA é caracterizada por

- (A) diminuição da função medular, que ocorre em até algumas semanas após a irradiação.
- (B) ausência de sintomas por dias após a irradiação.
- (C) falta de ar e hemorragia, que ocorrem após dias da irradiação.
- (D) náusea e vômito, que ocorrem num período de horas após a irradiação.
- (E) convulsões e coma, que precedem a morte em até semanas após a irradiação.

34

A figura mostra os coeficientes de atenuação (μ/ρ) e de absorção (μ_{en}/ρ) mássicos da radiação em função da energia de fótons interagindo com a água.



O principal responsável pelas maiores diferenças entre os coeficientes μ/ρ e μ_{en}/ρ para energias acima de 0,02 MeV é:

- (A) Perda colisional de energia.
- (B) Produção de Bremsstrahlung.
- (C) Espalhamento coerente.
- (D) Espalhamento Compton.
- (E) Efeito fotoelétrico.

35

Núcleos instáveis podem sofrer decaimento por diferentes processos. O decaimento β^- de um núcleo radioativo pode ser especificado por:

- (A) ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + \beta^- + \bar{\nu}_e$
- (B) ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + \beta^- + \nu_e$
- (C) ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A+1}_ZX + \beta^- + \bar{\nu}_e$
- (D) ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-1}_{Z+1}Y + \beta^- + \nu_e$
- (E) ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + \beta^- + \bar{\nu}_e$

36

A captura eletrônica ocorre quando o núcleo pai tem excesso de prótons em relação ao número de nêutrons, comparado com o número dessas partículas em um núcleo estável. Assim, em vez de emitir uma partícula β^+ , o núcleo captura um elétron orbital, que interage com um próton e transforma-se em um nêutron. Após esse processo,

- (A) a menor parte da energia é carregada pelo neutrino.
- (B) raios gama são emitidos devido ao rearranjo eletrônico do átomo excitado.
- (C) a emissão de elétron Auger compete com a emissão de raios X característicos.
- (D) o núcleo pai retorna ao estado fundamental emitindo raios X característicos.
- (E) elétrons Auger são predominantemente emitidos por átomos de alto número atômico.

37

A norma CNEN NN-3.01, Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, estabelece limites anuais de doses efetivas e equivalentes para indivíduos ocupacionalmente expostos e para indivíduos do público. Os limites anuais de dose efetiva aplicam-se à soma das

- (A) doses efetivas causadas por exposições externas e das doses efetivas comprometidas causadas por incorporações ocorridas no mesmo ano.
- (B) doses efetivas comprometidas causadas por exposições externas e das doses efetivas causadas por incorporações ocorridas no mesmo ano.
- (C) doses efetivas causadas por exposições externas e das doses efetivas comprometidas causadas por incorporações ocorridas em 5 anos.
- (D) doses efetivas comprometidas causadas por exposições externas e por incorporações ocorridas no mesmo ano.
- (E) doses efetivas comprometidas causadas por exposições externas e por incorporações ocorridas em 5 anos.

38

Em um núcleo atômico, os nucleons estão sujeitos, além da força coulombiana repulsiva, à força nuclear forte, que é caracterizada por:

- (A) Ser mais intensa e de maior alcance que a força coulombiana repulsiva.
- (B) Ser dependente da carga e da massa do nucleon, levando à instabilidade nuclear.
- (C) Ser mais intensa e de menor alcance que as forças gravitacional e coulombiana.
- (D) Causar repulsão entre os nucleons, levando ao decaimento radioativo.
- (E) Causar repulsão apenas entre os nucleons de mesma carga, levando à instabilidade nuclear.

39

Um dosímetro termoluminescente registrou uma dose de 2 mGy quando irradiado por 1 h em um ponto a 20 cm de uma fonte isotrópica de ${}^{137}\text{Cs}$. Qual é a dose integrada no dosímetro quando este for posicionado a 1 m da fonte e irradiado por 6,25 h?

- (A) 625 mGy
- (B) 12,5 mGy
- (C) 3,1 mGy
- (D) 0,5 mGy
- (E) 0,08 mGy

A figura a seguir mostra um esquema representando os diferentes danos que a radiação pode produzir no DNA. Na figura estão representadas as fitas de açúcar-fosfato e as bases do DNA, bem como sítios em que ocorreram lesões pela radiação (representados por “x”).

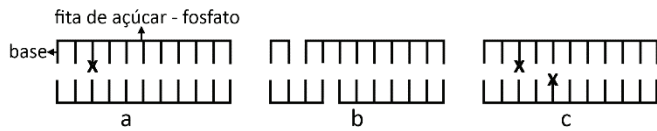


Figura adaptada de Dang H. *Particle induced strand breakage in plasmid DNA*. Tese. Universidade de Groningen, 2010.

Os danos representados esquematicamente em a, b e c correspondem, respectivamente, a

- (A) lesão do tipo *tandem*, quebra simples do DNA e aglomerado de lesões em bases.
- (B) dano em base, quebra dupla do DNA e aglomerado de lesões em bases.
- (C) aglomerado de lesões em base, quebra dupla do DNA e lesão do tipo *tandem*.
- (D) Dano em base, quebra simples do DNA e lesão do tipo *tandem*.
- (E) quebra simples do DNA, aglomerado de lesões em bases e quebra dupla do DNA.

ESTUDO DE CASO

ANALISE O CASO DESCRITO PARA RESPONDER ÀS QUESTÕES DISSERTATIVAS DE 01 A 03.

O Departamento de Física Médica de um hospital possui setores de radioterapia e radiodiagnóstico.

O setor de radioterapia possui um acelerador linear que é utilizado para tratamento de tumores e para irradiação de sangue.

O setor de radiodiagnóstico utiliza diferentes equipamentos de raios X que permitem a realização de imagens radiográficas usadas em diagnóstico médico.

01

Além de tratamento de tumores, o acelerador linear do setor de radioterapia é utilizado para irradiar bolsas de sangue. Nesse tipo de irradiação, o feixe de fótons produzidos por esse acelerador deposita 1,3 cGy/UM (centigray por unidade-monitor) na água para uma distância fonte-superfície de 100 cm.

Determine o número de unidades-monitor necessário para que a dose depositada nas bolsas de sangue seja de 50 Gy, considerando que estas sejam posicionadas a 0,8 m de distância da fonte durante a irradiação.

Dados: Para a energia efetiva do feixe produzido pelo acelerador linear, tem-se:

$$\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{\text{água}} = 2,99 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g} \text{ e } \left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{\text{sangue}} = 2,97 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}.$$

02

O setor de radioterapia possui dois conjuntos dosimétricos, cada um formado por uma câmara de ionização cilíndrica e um eletrômetro. Um dos conjuntos é calibrado em um Laboratório de Calibração Padrão Secundário, sendo utilizado como dosímetro de referência no setor. Já o segundo conjunto é utilizado como dosímetro de campo (ou dosímetro de trabalho), sendo calibrado *in loco*, de forma relativa ao dosímetro de referência.

Explique como o dosímetro de campo pode ser calibrado utilizando-se o dosímetro de referência, descrevendo detalhadamente os procedimentos necessários para tal.

03

Para a determinação da dose na entrada da pele em procedimentos de imagens, o setor de radiodiagnóstico utiliza dosímetros termoluminescentes de fluoreto de lítio (LiF). O coeficiente de calibração dos dosímetros de LiF, para o feixe de ^{60}Co , é de 150 nC/mGy. A resposta do LiF apresenta dependência energética com a qualidade de feixe utilizado, conforme ilustrado na figura 1.

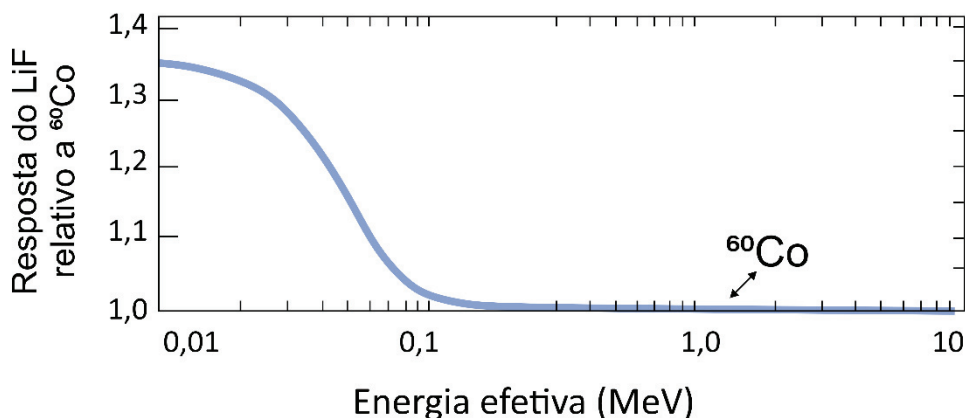


Figura 1: “Dependência energética de dosímetros termoluminescentes de LiF” (Adaptado de Manzoli, J.E; Campos, V.P. e Shamma, G.I.J.: *Anais da International Nuclear Atlantic Conference*, 2007).

Em um exame radiográfico, realizado com um feixe de raios X com energia efetiva de 50 keV, a leitura média de um grupo de dosímetros de LiF, posicionados na entrada da pele do paciente, foi de 3,5 nC. Determine a dose de entrada na pele do paciente durante esse exame.

